



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

THAISA COSTA DIAS

**EFEITO DO EXERCÍCIO FÍSICO COM VIBRAÇÃO SOBRE
RESPOSTAS CARDIOVASCULARES**

Londrina
2014

THAISA COSTA DIAS

**EFEITO DO EXERCÍCIO FÍSICO COM VIBRAÇÃO SOBRE
RESPOSTAS CARDIOVASCULARES**

Dissertação apresentada ao curso de mestrado em Educação Física da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Doederlein Polito.

Londrina
2014

**Catálogo na publicação elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca
Central da Universidade Estadual de Londrina**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

D541e Dias, Thaisa Costa.

Efeito do exercício físico com vibração sobre respostas cardiovasculares /
Thaisa Costa Dias. – Londrina, 2014.

83 f. : il.

Orientador: Marcos Doederlein Polito.

Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Estadual de Londrina,
Centro de Educação Física e Esporte, Programa de Pós-Graduação em Educação Física,
2014.

Inclui bibliografia.

1. Exercícios físicos – Teses. 2. Vibração – Teses. 3. Hemodinâmica – Teses.
4. Pressão arterial – Teses. 5. Educação física – Teses. I. Polito, Marcos Doederlein.
II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Educação Física e Esporte.
Programa de Pós-Graduação em Educação Física. III. Título.

CDU 796:61

THAISA COSTA DIAS

**EFEITO DO EXERCÍCIO FÍSICO COM VIBRAÇÃO SOBRE AS
RESPOSTAS CARDIOVASCULARES**

Dissertação apresentada ao curso de mestrado em Educação Física da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Educação Física.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Marcos Doederlein Polito
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Crivaldo Gomes Cardoso Júnior
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Juliano Casonatto
Universidade Norte do Paraná - UNOPAR

Londrina, 26 de junho de 2014.

Aos meus pais, por todo amor.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, por me mostrar a cada momento que era necessário ter fé, que tudo tem seu tempo, e que tudo daria certo ao seu modo. Agradeço também por ter me proporcionado o encontro com pessoas incríveis, as quais foram essenciais para a conclusão deste trabalho. Agradeço à minha grande intercessora, Nossa Senhora Aparecida, que me ouve e leva as orações ao pai.

Agradeço ao meu Orientador, professor Marcos Polito, especialmente por acreditar em mim e me apoiar imensamente e por estar sempre disposto a ajudar e colaborar. Agradeço por me entender e me aceitar. Com poucas palavras e de forma direta me fez pensar e repensar por horas. Definitivamente, foi um mestre nessa caminhada, muito obrigada!

Agradeço aos membros da banca, professor Crivaldo Gomes Cardoso Júnior, por aceitar o convite e pelos apontamentos realizados na qualificação. E ao professor Juliano Casonatto por aceitarem meu convite, e por sua disponibilidade e aceitação diante as adversidades temporais.

Agradeço a todos os membros do grupo GECARDIO pelo apoio e colaboração. E agradeço a todas as pessoas que participaram dessa pesquisa, por aceitarem o convite e demonstrarem total dedicação a todo o momento do estudo.

Durante esse período de formação acadêmica, entre graduação e mestrado, muitas pessoas passaram por minha vida, mas algumas deixaram suas marcas de forma permanente. Entre essas pessoas destacam-se os professores Enio Ricardo Vaz Ronque, Edilson Serpeloni Cyrino e Jeane Barcelos Soriano, cada um, ao seu modo, acrescentou abundantemente para o meu crescimento como estudante e como pessoa. Nesse período também convivi com vários colegas de turma e alguns se tornaram verdadeiros amigos e tornaram a minha vida bem mais alegre, entre esses se destacam Verônica Souza, Rogerson Rodrigues, Natalia San, Mariana Ferreira, Ana Paula Almeida e Fernanda Neri.

Gostaria agradecer de modo especial a minha família. Sem vocês eu não seria o que sou e não estaria onde estou. Todos os membros da minha família foram importantes para minha formação, meus tios e tias, primos e primas e meus cunhados e sobrinhos. Só essas pessoas sabem o que tem sido esse ano e o quanto é a saudade que sentimos da dona Fia, a quem eu só tenho a dizer, obrigada por tudo!

E por fim, gostaria de agradecer de coração e meio, meus pais e meu noivo, não encontro palavras para expressar a gratidão que tenho por vocês. Essas pessoas são o meu alicerce, meu éden. Muito obrigada por confiarem em mim e me apoiarem sempre de forma incondicional, sem negar qualquer esforço para colaborar e me ajudar no que fosse necessário e a qualquer momento.

“Tudo evolui; não há realidades eternas:
tal como não há verdades absolutas”

F. Nietzsche

DIAS, Thaisa Costa. **Efeito do exercício físico com vibração sobre as respostas cardiovasculares**. 2014. 79 p. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

RESUMO

O exercício com vibração é praticado sobre uma plataforma que emite vibração para todo o corpo, se caracteriza pelo estímulo mecânico, ocasionado pelo movimento oscilatório que promove a perturbação do campo gravitacional. A finalidade do presente estudo foi analisar o comportamento cardiovascular durante e após uma sessão de exercício resistido isométrico com e sem vibração. Foram selecionados 19 sujeitos, normotensos, com idade superior a 18 anos, e sem praticar atividade física sistematizada nos últimos seis meses. Todos os sujeitos realizaram, de forma aleatória, as duas condições experimentais, treino resistido (TR) e treino resistido com vibração (TRV). O protocolo de ambos consistia na realização do exercício agachamento de forma estática com a articulação do joelho a 120°. A carga adotada foi de 20% do valor obtido no teste de 1RM, e a sessão consistia em seis séries de 30 segundos, com intervalo de 30 segundos entre as séries. As variáveis cardiovasculares foram mensuradas em repouso, durante o exercício e após a sessão. A análise de variância (ANOVA) *two-way* para medidas repetidas foi realizada para verificar as possíveis diferenças intra e inter grupos nos diferentes momentos e o critério de significância estatística estabelecido que foi de $p < 0,05$. Ao analisar os valores de pico e variação com relação ao repouso (delta) de cada série do exercício na comparação entre as séries verificou-se diferença significativa ($p < 0,01$) em todas as variáveis. Na comparação entre as condições, apenas na variável PAD mostrou diferença significativa ($p < 0,04$), com os valores de pico na última série do exercício de 137,42 (16,69) mmHg no TRV e 127,42 (21,06) mmHg no TR e de delta de 46,82 (14,51) mmHg e 41,02 (16,42) mmHg respectivamente. Os dados obtidos após o exercício mostram que após transcorrer 20 minutos de recuperação, em ambos os grupos, todas as variáveis já demonstravam valores semelhantes ao que foi reportado no repouso. Conclui-se que o exercício com vibração proporcionou modificações na maioria das variáveis cardiovasculares de forma semelhante ao exercício sem vibração.

Palavras-chave: Vibração. Hemodinâmica. Pressão arterial.

DIAS, Thaisa Costa. **Effect of physical exercise with vibration on cardiovascular responses**. 2014. 79 p. Dissertation (Master in Physical Education) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

ABSTRACT

The whole body vibration exercise is practiced on a platform that sends vibrations throughout the body. It is a neuromuscular training method that is characterized by mechanical stimulation caused by vibration, caused by the oscillatory movement that promotes disruption of the gravitational field. The purpose of this study was to analyze cardiovascular response during a session of isometric resistance exercise with and without vibration. For this, we selected 19 subjects, men and women, normotensive, older than 18 years, not performing systematic physical activity in the past six months. All subjects performed randomly, the two experimental conditions, acute resistance training (RT) and acute resistance training with vibration (TRV). The both protocol consisted in the squat exercise statically with the knee joint at 120°. The load used was 20% of the value obtained in the 1RM test, and the session consisted of six sets of 30 seconds with an interval of 30 seconds between sets. The exercise on the vibration platform was performed in the 35 Hz intensity and 6mm of amplitude. Hemodynamic variables were measured at rest, during exercise and after the session. Analysis of variance (ANOVA) two-way repeated measures was performed to determine possible differences intra and inter groups in different times and the criterion for statistical significance was set to $p < 0.05$. By analyzing the peak values and variation with respect to rest (delta) of each series of exercise in comparing the series was a significant difference ($p < 0.01$) in all variables. Comparing the conditions, only the variable PAD showed significant difference ($p < 0.04$), with peak values in the last series of the year 137.42 (16.69) mmHg in VMT and 127.42 (21, 06) mmHg in TR and delta of 46.82 (14.51) mmHg and 41.02 (16.42) mmHg respectively. The data obtained show that after exercise 20 minutes elapse after recovery, in both groups, all variables have demonstrated similar to what was reported in the rest values. It is concluded that the vibration exercise with modifications provided in most cardiovascular variables similar to exercise without vibration form.

Key words: Whole body vibration. Hemodynamic. Blood pressure.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Diferenças entre os padrões de oscilação	19
Figura 2 - Delineamento do estudo	37
Figura 3 - Delta da pressão arterial sistólica no grupo com (linha contínua) e sem vibração (linha tracejada).....	44
Figura 4 - Delta da pressão arterial diastólica no grupo com (linha contínua) e sem vibração (linha tracejada).....	45
Figura 5 - Delta da frequência cardíaca no grupo com (linha contínua) e sem vibração (linha tracejada).....	46
Figura 6 - Delta do volume sistólico no grupo com (linha contínua) e sem vibração (linha tracejada).....	46
Figura 7 - Delta do débito cardíaco no grupo com (linha contínua) e sem vibração (linha tracejada).....	47
Figura 8 - Delta do duplo-produto no grupo com (linha contínua) e sem vibração (linha tracejada).....	48
Figura 9 - Delta da resistência periférica total no grupo com (linha contínua) e sem vibração (linha tracejada).....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Estudos que demonstram o comportamento da Pressão Arterial Sistólica (PAS), diastólica (PAD), média (PAM) e frequência cardíaca (FC) durante e após a realização do exercício com vibração.....	1
Tabela 2 -	Características gerais da amostra. Os dados estão expressos em média e desvio padrão.....	38
Tabela 3 -	Valores de pico da pressão arterial sistólica durante as seis séries do exercício de agachamento estático com e sem adição de vibração (valores expressos em média desvio padrão).	39
Tabela 4 -	Valores de pico da pressão arterial diastólica durante as seis séries do exercício de agachamento estático com e sem adição de vibração (valores expressos em média desvio padrão).	39
Tabela 5 -	Valores de pico da frequência cardíaca durante as seis séries do exercício de agachamento estático com e sem adição de vibração (valores expressos em média desvio padrão).....	40
Tabela 6 -	Valores de pico do volume sistólico durante as seis séries do exercício de agachamento estático com e sem adição de vibração (valores expressos em média desvio padrão).....	40
Tabela 7 -	Valores de pico do débito cardíaco durante as seis séries do exercício de agachamento estático com e sem adição de vibração (valores expressos em média desvio padrão).....	41
Tabela 8 -	Valores de pico do duplo-produto durante as seis séries do exercício de agachamento estático com e sem adição de vibração (valores expressos em média desvio padrão).....	41
Tabela 9 -	Valores de pico da resistência periférica total durante as seis séries do exercício de agachamento estático com e sem adição de vibração (valores expressos em média desvio padrão).	42
Tabela 10 -	Valores de delta da pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD), frequência cardíaca (FC), volume sistólico (VS), débito cardíaco (DC), duplo produto (DP) e resistência periférica total (RPT). Resultados expressos em média e desvio padrão	43
Tabela 11 -	Comportamento das variáveis cardiovasculares, Pressão Arterial Sistólica (PAS), Pressão Arterial Diastólica (PAD), Frequência Cardíaca (FC), e Duplo-produto (DP), em repouso e após a realização do exercício para o grupo com e sem adição de vibração.....	49

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

PAS	Pressão Arterial Sistólica
PAD	Pressão Arterial Diastólica
FC	Frequência Cardíaca
DC	Debito Cardíaco
VS	Volume Sistólico
DP	Duplo-produto
RPT	Resistência Periférica Total
PA	Pressão Arterial
TR	Treinamento Resistido
TRV	Treinamento Resistido com vibrao

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVOS.....	14
1.1.1	Objetivo Geral	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	EXERCÍCIO COM VIBRAÇÃO	16
2.1.1	Adaptações fisiológicas ao exercício com vibração.....	19
2.1.2	Efeitos Colaterais	21
2.1.3	Exercício Com Vibração x Exercício resistido	21
2.2	HEMODINÂMICA E VIBRAÇÃO	25
2.2.1	Ajustes Hemodinâmicos ao Exercício Resistido.....	25
2.2.2	Ajustes Hemodinâmicos do Exercício Com Vibração	28
3	MÉTODOS	33
3.1	AMOSTRA	33
3.2	COMPOSIÇÃO CORPORAL	33
3.3	AVALIAÇÃO DA FORÇA DINÂMICA MÁXIMA - TESTE DE 1RM	34
3.4	SESSÃO DE EXERCÍCIO	34
3.5	MEDIDAS HEMODINÂMICAS	35
3.6	PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO	35
3.7	PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS.....	35
3.7	TRATAMENTO ESTATÍSTICO	36
4	RESULTADOS	38
5	DISCUSSÃO	50
6	CONCLUSÃO	54
	REFERÊNCIAS	57
	APÊNDICES	63
	APÊNDICE A – Anamnese.....	72
	APÊNDICE B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	74

ANEXOS	70
ANEXO A - PAR Q.....	70
ANEXO B – Carta de Aprovação do Comitê de ética	80

1 INTRODUÇÃO

O exercício com vibração é um método de treinamento neuromuscular que ganhou destaque nas últimas décadas e tornou-se popular em clínicas e academias de ginástica. O estímulo mecânico causado pela vibração, caracterizado pelo movimento oscilatório, promove a perturbação do campo gravitacional durante determinado período de tempo e induz a ativação muscular, através da transição cíclica entre as contrações concêntricas e excêntricas (CARDINALE; BOSCO, 2003; RITTWEGER, 2010).

A utilização de vibração teve seus primeiros relatos no final da década de 1940 com um estudo que analisou a sobreposição de vibração em camas de pacientes imobilizados e encontrou alterações fisiológicas nos pacientes que estavam nas camas com oscilação (TOSCANI et al., 1949). Nas décadas seguintes, passou-se a investigar não só a utilização da sobreposição de vibração para fins terapêuticos como também seus efeitos sobre o desempenho humano.

Atualmente, o exercício com vibração pode ser praticado sobre uma plataforma que emite vibração para todo o corpo, e ser realizado tanto de forma estática quanto dinâmica. Normalmente, o treino sobre plataforma vibratória está associado ao treino de força tradicional, com o principal objetivo de aumentar a força e massa muscular (BOSCO et al., 1999; DELECLUSE; ROELANTS; VERSCHUEREN, 2003; BOGAERTS et al., 2007; MARIN; RHEA, 2010). Todavia, outros benefícios também já foram reportados com relação à utilização do exercício com vibração, como, por exemplo, efeitos positivos sobre a composição corporal (FJELDSTAD et al., 2009; MILANESE et al., 2013); melhora na aptidão física (GOMEZ-CABELLO et al., 2013); melhora na estabilidade postural (FORT et al., 2012).

Em relação aos mecanismos envolvidos nas respostas musculoesqueléticas, estes ainda não estão totalmente elucidados pela literatura. Contudo, acredita-se que a ativação muscular, que induz o aumento de força e potência no treinamento com vibração, seja semelhante ao que ocorre com o treinamento resistido. E o aumento do desempenho muscular provavelmente ocorre por fatores neurais envolvendo reflexos da medula espinhal e ativação muscular (BOSCO et al., 1999).

Com base nos potenciais da vibração, esta modalidade de treinamento tem sido usualmente indicada para diversas populações, pois tem a capacidade de induzir diversos benefícios fisiológicos, possui facilidade de execução dos movimentos e está associado ao

baixo risco cardiovascular (RITTWEGER; BELLER; FELSEMBERG, 2000; RITTWEGER, 2010). E independentemente das respostas sobre a força muscular, outras variáveis fisiológicas merecem investigação, principalmente quando estão diretamente relacionadas à saúde como, por exemplo, o comportamento cardiovascular.

Sabe-se que a vibração pode causar implicações nos grandes e nos pequenos vasos sanguíneos, através da tensão de cisalhamento e a vasodilatação local (MESTER; KLEINODER; YUE, 2006). Como também pode induzir alterações em alguns parâmetros hemodinâmicos. Foi verificado que a exposição à vibração provocou efeito em relação ao volume sanguíneo (KERSCHAN-SCHINDL et al., 2001); ao fluxo sanguíneo (KERSCHAN-SCHINDL et al., 2001; HAZELL et al., 2008; MALONEY-HINDS et al., 2009; LOHMAN et al., 2012); a circulação sanguínea periférica (HAZELL et al., 2008; LOHMAN et al., 2012); circulação sanguínea cutânea (LOHMAN et al., 2007). O treino com vibração igualmente induz alterações na complacência arterial (OTSUKI et al., 2008; FIGUEROA et al., 2013).

E com relação ao comportamento da pressão arterial (PA), os principais estudos encontrados relataram modificações na pressão arterial diastólica (PAD) (COCHRANE et al., 2008), pressão arterial média (PAM) (HAZELL et al., 2008), e frequência cardíaca (FC) (LYTHGO et al., 2009) durante a realização do exercício. E após a realização do exercício nenhuma diferença foi detectada (RITTWEGER; BELLER; FELSEMBERG, 2000; HAZELL et al., 2008), e verificaram-se modificações da PAM (HAZELL et al., 2008; FIGUEROA; GIL; SANCHEZ-GONZALEZ, 2011).

A resposta cardiovascular ao exercício com vibração representa um importante segmento entre todos os aspectos envolvidos nas respostas fisiológicas durante a exposição à vibração. Vale ressaltar que investigar o comportamento das variáveis hemodinâmicas durante o exercício pode oferecer subsídios para uma melhor compreensão dos efeitos desse exercício sobre a saúde.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

A finalidade do presente estudo foi analisar o comportamento cardiovascular durante uma sessão de exercício resistido isométrico com e sem vibração.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Analisar o comportamento cardiovascular por meio das variáveis: pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD), frequência cardíaca (FC), débito cardíaco (DC), volume sistólico (VS) e resistência vascular total (RVT) duplo-produto (DP) em repouso, durante e após uma sessão de exercício resistido isométrico com e sem vibração;

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 EXERCÍCIO COM VIBRAÇÃO

O exercício físico regular, de forma geral, proporciona inúmeros benefícios fisiológicos e psicológicos em diferentes populações (CHODZKO-ZAJKO et al., 2009). Por esta razão, cada vez mais órgãos relacionados à saúde têm indicado a prática regular de exercícios como estratégia para prevenção e redução das principais doenças crônico-degenerativas, tendo em vista que a prática de atividade física está inversamente relacionada à ocorrência de morbidade e mortalidade causadas por doenças crônico-degenerativas (MEMBERS: et al., 2012; VANHEES et al., 2012).

Entre os exercícios indicados destacam-se os exercícios de característica aeróbica, os quais possuem seus benefícios satisfatoriamente estabelecidos pela literatura. Para este tipo de exercício, recomenda-se que adultos saudáveis realizem exercícios aeróbicos moderados por no mínimo 30 minutos, por cinco dias na semana (HASKELL et al., 2007; GARBER et al., 2011).

Os efeitos do exercício resistido passaram a ser extensivamente investigados e os seus benefícios reconhecidos (WILLIAMS et al., 2007). Considera-se como finalidade do treinamento com pesos o aumento da força e massa muscular. E o nível de força muscular elevado pode ser um dos fatores que auxiliam na proteção contra doenças cardiovasculares (METTER et al., 2002; ARTERO et al., 2011). Contudo, os aumentos dessas variáveis, força e massa muscular, também se relacionam a outros benefícios à saúde, como a prevenção de lesões e redução do esforço cardíaco (BRAITH; STEWART, 2006; SHERRINGTON et al., 2008).

Paralelamente às investigações acerca dos benefícios do aumento da força e massa muscular, outras investigações apontam para demais benefícios do treinamento com pesos. Como por exemplo, demonstrou ser eficaz no controle de peso corporal, prevenção da osteoporose (BOLAM; VAN UFFELEN; TAAFFE, 2013), redução da resistência à insulina (JORGE et al., 2011; IVEY; RYAN, 2013) e redução da pressão arterial (PA) (GERAGE et al., 2013). Sendo assim, esta modalidade de treinamento tem sido investigada não somente quanto às suas principais ações, mas também quanto ao seu impacto em diversos sistemas do corpo humano.

Com a intenção de aprimorar cada vez mais os efeitos do treinamento com

pesos tradicional, diversos métodos alternativos estão sendo testados para incrementar os resultados dos treinos. Um exemplo é o treinamento com vibração, que nas últimas décadas tem ganhado destaque e se tornado popularmente conhecido, gerando inúmeras investigações sobre seus benefícios (RITTWEGER, 2010). O treinamento com vibração é um método de treino neuromuscular, que utiliza a oscilação mecânica, e promove a ativação muscular por intermédio da transição cíclica entre as contrações concêntricas e excêntricas (DOLNY; REYES, 2008; RITTWEGER, 2010).

O estímulo mecânico da vibração é caracterizado pelo movimento oscilatório que promove a perturbação do campo gravitacional durante determinado período de tempo (CARDINALE; BOSCO, 2003). A exposição do corpo à vibração tem sido extensivamente estudada, tanto pelos seus benefícios potenciais quanto pelos possíveis danos à saúde. Por muito tempo, acreditou-se que a vibração poderia ser prejudicial à saúde, pois quando produzida por máquinas, veículos e aparelhos de trabalho mostrou ser prejudicial, principalmente se o indivíduo fosse exposto por longos períodos a este estado (CARLSOO, 1982; SEIDEL, 1993; WIKSTRÖM; KJELLBERG; LANDSTRÖM, 1994).

Houve, ao mesmo tempo, a preocupação de que a exposição à vibração poderia afetar o sistema cardiovascular. No artigo de revisão de Seidel e Heide (1986), apontou-se que a exposição à vibração no ambiente de trabalho por um período prolongado poderia aumentar o risco de desenvolver doença cardíaca isquêmica e hipertensão (SEIDEL; HEIDE, 1986). Em um estudo mais recente, que investigou variáveis cardiovasculares durante um protocolo de exposição à vibração, de forma aguda, simulando o ambiente de trabalho, foi relatado que a vibração, neste caso, não aumentou o risco cardíaco, e as respostas cardiovasculares são similares com o que pode ocorrer durante a realização de exercícios leves (MAIKALA; BHAMBHANI, 2008). Sendo assim, quando se observou a exposição à vibração por longos períodos, mais especificamente no ambiente de trabalho, verificou-se que poderia suscitar prejuízos a saúde, contudo a exposição por período restrito parecia não subsidiar tais agravos.

Um dos primeiros relatos da utilização da vibração como forma de reabilitação foi no ano de 1949 em um estudo com pacientes imobilizados, que investigou o efeito da oscilação das camas sobre as variáveis metabólicas e fisiológicas associadas à falta de movimentação, o estudo foi realizado com jovens saudáveis que permaneceram imobilizados em camas hospitalares e verificou-se que quando os pacientes recebiam oscilação nas camas, os efeitos deletérios causados pela falta de movimentação eram reduzidos (TOSCANI et al., 1949). Do mesmo modo, em estudo mais recente, o exercício de

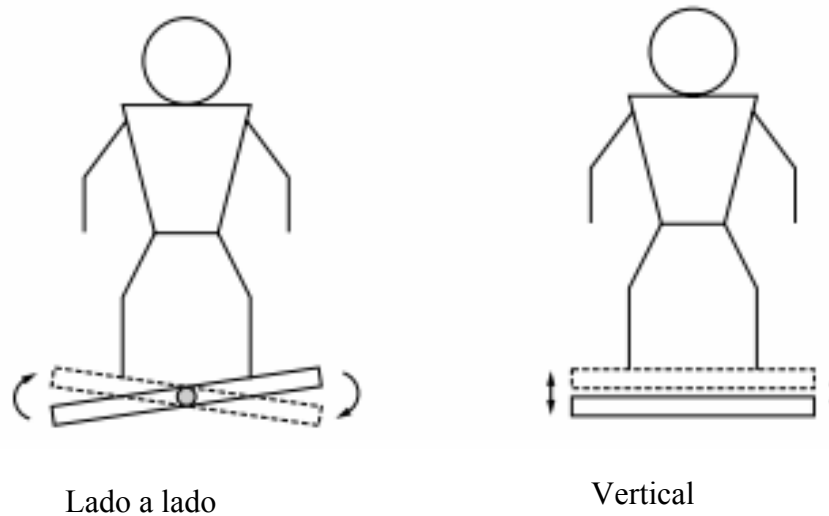
vibração combinado com exercícios com pesos demonstrou ter maior eficiência na prevenção da perda de massa óssea do que o exercício resistido isolado, após a permanência em um período de repouso prolongado (BELAVY et al., 2011).

Após essa referência de ação fisiológica da vibração, diversos outros estudos foram conduzidos no sentido de investigar o efeito da vibração em diversos sistemas do corpo humano. Atualmente, a vibração é também utilizada no sentido de aprimoramento do desempenho humano, através da realização de exercícios com a adição de vibração. Estes, por sua vez, são executados com o auxílio de aparatos vibratórios, os quais podem fornecer vibração direta (HUMPHRIES et al., 2004; BUTTON et al., 2007) ou indireta (COCHRANE; HAWKE, 2007; MAIKALA; BHAMBHANI, 2008). A vibração direta se dá através de aparelhos que emitem vibração e são colocados diretamente sobre o músculo ou articulação do indivíduo; já a indireta ocorre através do posicionamento de alguma parte do corpo sobre um aparelho que emite vibração.

Atualmente, as investigações científicas com vibração e exercício se concentram, em sua maioria, na utilização de plataformas vibratórias que permite a vibração do corpo todo, possibilitando o posicionamento de várias partes do corpo sobre este aparato de acordo com o exercício a ser executado. A oscilação da plataforma pode ocorrer de forma vertical, vibrando para cima e para baixo uniformemente e na forma de “gangorra” com deslocamentos alternativos entre o lado esquerdo e direito (CARDINALE; WAKELING, 2005) (Figura 1).

As variáveis biomecânicas que determinam a intensidade do treinamento com vibração são amplitude e frequência (CARDINALE; BOSCO, 2003). A amplitude, medida por milímetros (mm), é determinada pela extensão dos movimentos oscilatórios, enquanto a frequência é determinada pela repetição de cada ciclo de oscilação e mensurada em Hertz (Hz). Na maioria das plataformas disponíveis no mercado, a amplitude varia de 2-10 mm e a frequência de 5-60Hz. Outro parâmetro que pode ser utilizado para descrever o protocolo do treino é a aceleração que pode ser calculada a partir dos valores de amplitude e frequência (LORENZEN et al., 2009).

Figura 1 - Diferenças entre os padrões de oscilação



A transmissão de vibração para diferentes segmentos corporais depende da amplitude e frequência que são impostas (KIISKI et al., 2008). E a atividade muscular depende da posição adotada, como por exemplo: no grau de flexão do joelho, o agachamento 90° consegue ativar mais o vasto lateral do que a 60° (AVELAR et al., 2013), também depende de outros fatores, como o tipo de vibração, direta ou indireta, a distância da parte corporal em relação a fonte de vibração, e se há ou não obstáculos entre estes.

2.1.1 Adaptações fisiológicas ao Exercício com Vibração

Nas últimas décadas, o efeito da vibração no desempenho humano, e seus possíveis benefícios para diversas populações ganharam espaço significativo nas pesquisas científicas. Os estudos se pautam, sobretudo, na utilização de vibração com baixa frequência e amplitude e exposição por curtos episódios. Sabe-se que a vibração tem capacidade de estimular o sistema neuromuscular (BOSCO; CARDINALE; TSARPELA, 1999) e de induzir o reflexo de estiramento (RITZMANN et al., 2010) nomeado de o reflexo tônico vibratório. Quando a vibração é aplicada sobre o músculo, ela primeiramente estimula as terminações do fuso muscular, fibras *Ia* aferentes, que excitam o neurônio alfa, que por sua vez estimula as unidades motoras resultando na contração muscular relacionada ao reflexo tônico vibratório (BURKE et al., 1976; ROLL; VEDEL; RIBOT, 1989; MARTIN; PARK, 1997; CARDINALE; BOSCO, 2003), sendo mediado pelas vias monossinápticas e polissinápticas (MATTHEWS, 1966; ROMAIGUERE et al., 1991; CARDINALE; BOSCO, 2003).

O nível de atividade muscular, mensurado através da eletromiografia,

aumenta durante a exposição à vibração, com realização de contração isométrica ou dinâmica (BOSCO; CARDINALE; TSARPELA, 1999; ABERCROMBY et al., 2007; HAZELL; JAKOBI; KENNO, 2007), tanto em exercícios realizados com os membros inferiores quanto para membros superiores (BOSCO; CARDINALE; TSARPELA, 1999; MARIN et al., 2012). Este aumento da atividade muscular está sujeito à frequência imposta e a posição do corpo sobre a plataforma vibratória (CARDINALE; LIM, 2003; AVELAR et al., 2013; DI GIMINIANI et al., 2013). Todavia, os mecanismos que envolvem os benefícios fisiológicos e as adaptações funcionais e neuromusculares ocasionadas pela vibração ainda não estão totalmente elucidados pela literatura.

A adição de vibração ao corpo inteiro também demonstrou ser capaz de aumentar o consumo de oxigênio durante a realização do exercício. Durante a aplicação de um protocolo de exercício com vibração para mulheres com sobrepeso e obesas, houve um aumento significativo no consumo de oxigênio, quando comparado à realização do exercício sem vibração. Ao realizar o exercício de agachamento dinâmico com vibração, o consumo médio de oxigênio foi de 0,93 (2,55) L/min enquanto que, para o mesmo exercício sem vibração, o consumo foi de 0,77 (0,15) L/min (VISSERS et al., 2009). A magnitude do aumento do consumo de oxigênio durante a vibração relaciona-se à amplitude, frequência e carga adicional utilizada (RITTWEGER; SCHIESSL; FELSENBURG, 2001; RITTWEGER et al., 2002).

Os efeitos positivos da vibração sobre o desempenho neuromuscular podem se expressar de forma aguda e crônica (LUO; MCNAMARA; MORAN, 2005). E além dos efeitos do exercício com vibração sobre a força e potência muscular, pesquisas relatam seus efeitos sobre diversas outras variáveis utilizando-se de diferentes protocolos de exercícios. Entre estes, incluem aumento da altura do salto, potência, flexibilidade (FAGNANI et al., 2006) e equilíbrio (ISSURIN, 2005; RITTWEGER, 2010). Uma única sessão de exercício com vibração pode melhorar o equilíbrio; aumentar a concentração plasmática de testosterona e GH (BOSCO et al., 2000); melhorar o desempenho da altura do salto vertical (CORMIE et al., 2006).

Em relação às respostas crônicas já foi relatado que o treinamento com vibração, além de aumentar a força e massa muscular (DELECLUSE; ROELANTS; VERSCHUEREN, 2003; BOGAERTS et al., 2007), demonstrou ter efeitos positivos sobre a composição corporal (FJELDSTAD et al., 2009; MILANESE et al., 2013); melhora na aptidão física (GOMEZ-CABELLO et al., 2013); melhora na estabilidade postural (FORT et al., 2012); melhora no desempenho do salto com movimento (RONNESTAD, 2004).

2.1.2 Efeitos Colaterais

A vibração no ambiente de trabalho, que pode ser produzida por diferentes tipos de máquinas e veículos e que proporciona exposição prolongada, constante e contínua a vibração, pode ter efeitos prejudiciais à saúde (SEIDEL, 1993). Em relação à segurança da vibração atrelada ao exercício físico, os estudos, conduzidos por curtos ou longos períodos, não relataram qualquer incidente que comprometesse a integridade física dos praticantes ou quaisquer danos a saúde relacionado com a exposição à vibração.

Quanto aos efeitos colaterais durante e após a exposição à vibração, há relatos em alguns estudos de sensação de pés quentes e coceiras nos membros inferiores, como do mesmo modo a ocorrência de náuseas, dor na panturrilha e desconforto na região lombar e dor leve no calcanhar (KIISKI et al., 2008; SCHLEE; RECKMANN; MILANI, 2012). Houve também relato de dor nas costas durante um período de treinamento com a adição de sobrecarga (BEIJER et al., 2013). Outro sintoma frequentemente relatado é a ocorrência de eritema e edema local (RITTWEGER; BELLER; FELSEMBERG, 2000). Em geral, nenhum tipo de lesão grave foi relatado ao se realizar exercícios físicos com vibração.

2.1.3 Exercício Com Vibração e Exercício Resistido

Assim como para o treinamento resistido tradicional, o treinamento com vibração também tem se mostrado eficaz para o aumento da força e massa muscular (MARIN; RHEA, 2010), o aumento de força e potência muscular já foi detectado após um período de treinamento como também após uma única sessão de exercício (BOSCO et al., 1999). Acredita-se que a vibração possa ser uma boa alternativa para complementar o treinamento de resistência e diversos estudos apontam que a vibração pode gerar benefícios agudos e crônicos para a força e potência muscular. Desse modo, alguns trabalhos foram realizados com o objetivo de investigar o efeito do treinamento conjunto (treinamento de resistência + treinamento com vibração) ou até mesmo de comparar a eficiência dos diferentes exercícios isoladamente.

A eficiência dos exercícios depende dos fatores que são empregados, como o volume e a intensidade. No caso do exercício com vibração, a amplitude, frequência e o método de aplicação (direto ou indireto) estão diretamente relacionados aos seus possíveis benefícios. Para a frequência, sugere-se que valores entre 30 e 50Hz possam ter maior êxito para a ativação muscular (JACKSON; TURNER, 2003; LUO; MCNAMARA; MORAN,

2005) e a amplitude mais adequada seria em cerca de 4mm (PETIT et al., 2010).

Ao se comparar os diferentes estímulos - exercício resistido isolado e exercício resistido com vibração - normalmente tem-se a hipótese de que o exercício com vibração teria uma intensidade superior ao sem vibração. Por conta disso, as respostas musculares (força, potência e massa muscular) seriam ampliadas. Um estudo que analisou a atividade muscular mostrou que, quando se comparou o sinal EMG em diferentes posições (com modificação da angulação de quadril, joelho e tornozelo) do grupo com vibração e sem vibração, observou-se que o grupo que foi exposto à vibração manifestou valores de EMG significativamente maiores do que do momento repouso, ao passo que o mesmo não foi encontrado para o grupo sem vibração (DI GIMINIANI et al., 2013).

Com base nisso, acredita-se que a adição de vibração ao treinamento resistido possivelmente vem a potencializar os efeitos para algumas variáveis. Porém, uma revisão de literatura concluiu que os efeitos no aumento de força muscular com a adição de vibração ao treinamento resistido são pequenos ou não produzem efeito adicional (NORDLUND; THORSTENSSON, 2007).

Desse mesmo modo, estudos conduzidos com praticantes de modalidades esportivas também não encontraram benefícios complementares ao utilizar a sobreposição de vibração. Por exemplo, para atletas do sexo feminino praticantes de esportes coletivos, a adição da vibração ao treinamento resistido com baixas cargas não demonstrou maiores ganhos de força do que o treinamento resistido de forma isolada, (PREATONI et al., 2012).

Assim como para atletas de *softball*, em que o aumento de força após treinamento resistido não foi diferente do que após o treinamento com vibração, neste estudo as atletas foram divididas em dois grupos, um realizou três semanas de treinamento com vibração e depois três semanas de treinamento de força convencional e o outro grupo realizou o treinamento invertido, primeiro de força convencional e depois o com vibração. Na análise feita após três semanas, em que cada grupo só havia realizado um tipo de treinamento, não foram encontradas diferenças entre os grupos, como também não foram encontrados diferenças no fim do período total de treinamento, no teste de forma máxima (JONES; PARKER; CORTES, 2011).

Em outro estudo, conduzido com mulheres, atletas de basquetebol, durante 14 semanas, revelou que a adição de vibração ao treinamento resistido não produziu efeitos adicionais para o aumento de força muscular. As atletas que participaram desse estudo foram divididas em dois grupos, um que realizou treinamento de força tradicional, e outro que realizou o mesmo treinamento mais o treinamento com vibração. Ao fim do período, ambos

os grupos obtiveram aumento nos padrões de força de forma semelhante (FERNANDEZ-RIO et al., 2010).

Vale ressaltar que, em atletas, o aumento de força (e outras variáveis) pode estar mais relacionado ao treino da modalidade do que ao treino resistido com ou sem vibração. Em uma revisão sobre o uso da vibração para o aumento de força e potência, foi apontado que o no caso do treinamento com vibração utilizando atletas, os benefícios no aumento da força e potência muscular oriundos do treinamento com vibração podem ser maiores para atletas de elite do que para outros atletas (LUO; MCNAMARA; MORAN, 2005).

Com indivíduos não atletas, supõe-se que em alguns casos, o efeito da vibração pode ser mais efetivo, como é visto nos resultados de um estudo com indivíduos treinados de forma recreativa, em que o treino com vibração com carga semelhante ao treino sem vibração para o agachamento e salto vertical mostrou uma maior tendência para o aumento da força máxima e força explosiva no grupo que treinou com adição de vibração. Após cinco semanas de treino, ambos os grupos obtiveram aumento da força máxima, mas o grupo com adição de vibração teve um aumento superior com 32,4 (9,0)% enquanto o grupo sem vibração obteve aumento de 24,2 (3,9)% (RONNESTAD, 2004). E em adultos destreinados, a adição de vibração induziu maior aumento dos parâmetros analisados, de força, potência e hipertrofia, quando comparado ao grupo que grupo que realizou treinamento resistido sem vibração. Após 13 semanas de treino o grupo com vibração obteve aumento significativamente maior do que o grupo sem vibração para salto vertical, com aumento de 3,4 e de 2,4 cm respectivamente; contração concêntrica, com aumento de 0,8 e 0,2 Nm/Kg respectivamente; de força isométrica de extensão de joelho, com aumento de 3,1 e 1,3 N/Kg respectivamente; e do torque isométrico de extensão lombar, com aumento de 1,5 e 0,7 N/Kg respectivamente (OSAWA; OGUMA, 2013b).

Esses últimos estudos relatados demonstram que a adição de vibração pode potencializar os resultados do treino com pesos. Entretanto, em outros estudos conduzidos com diferentes populações e amostras, o treinamento com vibração foi capaz apenas de gerar respostas semelhantes àquelas que o treinamento resistido forneceu. Por exemplo, ao se comparar o treinamento com vibração com outro tipo de treinamento, em indivíduos idosos, ambos demonstraram aumento de força muscular dinâmica e isométrica de forma semelhante. Nesse estudo os indivíduos foram divididos em três grupos, treinamento com vibração, treinamento físico e controle, e ao fim do período de um ano de treino o aumento da massa muscular do grupo vibração foi de 3,4% e do grupo treinamento físico de 3,8%, sem diferença

estatística entre eles, do mesmo modo foi para força muscular explosiva, com aumento de 10,9 e 9,8% respectivamente; e para força isométrica de 9,8 e 13,1%. (BOGAERTS et al., 2007).

Em um estudo que realizou o treinamento resistido e treinamento com vibração por 12 semanas em mulheres destreinadas, observou-se que o aumento de força ocorreu de forma parecida entre os tipos de treinamento. Nesse estudo foram analisados quatro grupos de treino, vibração, treinamento resistido, placebo (realizado sobre a plataforma vibratória, mas sem adição de vibração) e controle e após doze semanas de treinamento observou-se que houve interação entre grupo e tempo ($p < 0,05$) e que somente os grupos vibração e treinamento resistido demonstraram aumentos significativos em relação ao pré-treino, sendo que esse aumento foi de 16,6% no grupo vibração e 14,4% no grupo treinamento resistido, para a força isométrica, e de 9% e 7% para força dinâmica. Vale ressaltar que neste estudo, os exercícios executados priorizavam o mesmo grupamento muscular, mas eram diferentes entre os grupos vibração e placebo (agachamento, agachamento profundo, agachamento “sumô”, agachamento unilateral, e avanço) e treinamento resistido (*leg press* e cadeira extensora), e apesar de os grupos vibração e placebo realizarem os mesmos exercícios, o grupo placebo, que realizava os exercícios sobre a plataforma com adição mínima de vibração, não obteve aumento de força após o período de treino (DELECLUSE; ROELANTS; VERSCHUEREN, 2003).

Em outro estudo, que comparou o treinamento resistido com e sem adição de vibração, no exercício agachamento dinâmico unilateral com angulação do joelho de 110° , observou-se que a força muscular aumentou da mesma forma ($p = 0,15$), sendo que para o grupo vibração o aumento da força dinâmica foi de 52% e para o grupo treinamento resistido de 35% (GOODWILL; KIDGELL, 2012). De forma análoga, o treinamento resistido com sobrecarga de 80% de 1RM, realizado com jovens universitários com e sem vibração de uma repetição máxima por um período de quatro semanas ocasionou aumento de força máxima significativa para ambos os grupos ($p < 0,05$), contudo, a magnitude de diferença entre os grupos não foi significativa ($p = 0,753$) (WEIER; KIDGELL, 2012).

Ao analisar o efeito de um período de pausa do treinamento com vibração constatou-se que, após um período prolongado de treinamento (13 semanas), ao se comparar o exercício resistido isolado e com adição da vibração, houve potencialização dos efeitos do exercício resistido para a força, potência e resistência muscular. Porém, após um período de cinco semanas sem qualquer exercício, o grupo que realizou sessões de exercício resistido com vibração demonstrou maior suscetibilidade para os efeitos do destreinamento. Sendo

assim, a vibração parece melhorar os efeitos decorrentes do treinamento resistido, porém esses efeitos se mostraram transitórios (OSAWA; OGUMA, 2013a).

Alguns estudos já observaram o efeito do treinamento com vibração sobre outras variáveis fisiológicas, como no caso do estudo conduzido com mulheres após a menopausa, em que o treinamento resistido com vibração durante oito meses foi eficaz para gerar modificações positivas na composição corporal, sendo que as alterações não foram igualmente significativas para o grupo que realizou apenas o treinamento resistido (FJELDSTAD et al., 2009). E em um estudo que analisou o treinamento resistido isolado e o treinamento resistido precedido do treino com vibração mostrou que a adição de vibração ao protocolo de treino foi efetiva para o aumento dos marcadores de reabsorção óssea (SHERK et al., 2013).

De forma geral, nota-se que a vibração auxilia e tem efeitos positivos sobre as variáveis musculares, mas seus efeitos aparentemente não são totalmente superiores ao que o treinamento resistido convencional proporciona. Sendo assim, a execução de exercícios com sobreposição de vibração pode ser considerado uma alternativa viável para fornecer estímulo diferenciado ao sistema muscular e para atuar sobre outras variáveis, contudo, diante de diversos estudos analisados, não se pode dizer de maneira evidente que a vibração tem capacidade de fornecer benefícios adicionais ao aumento de força, potência e massa muscular.

2.2 HEMODINÂMICA E VIBRAÇÃO

2.2.1 Ajustes Hemodinâmicos ao Treinamento e Exercício Resistido

No que tange às variáveis cardiovasculares, já está evidenciado na literatura que o treinamento aeróbico é eficaz na redução e manutenção de parâmetros de risco cardiovascular (GARBER et al., 2011). Para o treinamento resistido, as evidências do seu benefício sobre as variáveis cardiovasculares são mais escassas, mas este, por sua vez, parece afetar favoravelmente na redução dos fatores de risco cardiovasculares (CORNELISSEN et al., 2011). Por conta disso, recomendações nacionais e internacionais postulam que o exercício resistido pode ter impacto favorável para a prevenção e tratamento da hipertensão arterial sistêmica, contudo deve ser realizado como forma complementar ao exercício aeróbico (PESCATELLO et al., 2004; VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão, 2010).

Além disso, sabe-se que o aumento de força e massa muscular proporcionado pelo treinamento resistido pode favorecer na redução do estresse cardíaco

durante a realização das atividades da vida diária. Maiores índices de força muscular relativa (de preensão manual) estão associados a menores níveis da PA de repouso (TIBANA; BALSAMO; PRESTES, 2011). E níveis moderados e elevados de força muscular, mostram associação com a redução de risco de hipertensão arterial em indivíduos pré-hipertensos (MASLOW et al., 2010).

Apesar de certa restrição ao se prescrever o treinamento resistido como tratamento não farmacológico para a hipertensão arterial, em uma importante meta-análise publicada recentemente verificou-se que o treinamento resistido, tanto de forma dinâmica quanto isométrica, com adultos jovens normotensos ou pré-hipertensos, é eficaz para promover a redução da PA. Foi detectado, através dos estudos analisados, reduções médias de 3,87 mmHg para a pressão sistólica e de 3,6 mmHg para a pressão diastólica (CORNELISSEN et al., 2011). A ocorrência da redução da PAS igualmente se confirma com outras populações, como por exemplo, o treinamento resistido aplicado a idosas, que proporcionou redução da PAS (PAS) em cerca de 5mmHg (GERAGE et al., 2013).

Desse mesmo modo, o exercício resistido já demonstrou ter impacto sobre variáveis hemodinâmicas após uma única sessão de exercício. Foram relatadas reduções significativas da PAS (ARAZI; GHIASI; AFKHAMI, 2013), PAD (VELOSO et al., 2010) e FC durante determinado período de tempo após a realização da sessão de exercício quando comparado aos valores de repouso. Apesar da ocorrência da hipotensão pós-exercício já estar bem elucidada pela literatura, a magnitude e duração dessa resposta ainda é inconclusiva. São poucos os estudos que analisaram o comportamento da PA por um período de tempo prolongado após a realização de uma única sessão de exercício resistido, e estes mostraram que os resultados de PA ambulatorial ainda são inconclusivos, contudo os estudos realizados até o momento mostraram manutenção ou redução da PA (CARDOSO et al., 2010).

Outro ponto importante a respeito do exercício resistido é o modo como pode ser realizado (dinâmico ou estático). O exercício realizado de forma dinâmica é mais pesquisado e, por isso, seu efeito cardiovascular está mais bem elucidado (CHRYSANT, 2010). Já o exercício isométrico é recomendado com algumas ressalvas especialmente para pessoas que já possuem algum acometimento cardiovascular por conta do aumento excessivo da PA que pode acontecer durante a realização do esforço.

Em meta-análise sobre o impacto do treinamento resistido sobre a PA, foi detectado que o exercício isométrico proporcionou maior redução da PA do que o exercício dinâmico. Porém nesta revisão foram contemplados apenas três estudos de treinamento isométrico (CORNELISSEN et al., 2011). Um estudo publicado após a data de seleção desta

meta-análise citada mostra que o treinamento de quatro semanas de exercício isométrico para pernas, com homens jovens e normotensos, ocasionou queda da PAS (4,9 mmHg), PAD (2,8 mmHg) e PAM (2,7 mmHg) e da FC (7bpm) de repouso, sem contudo alterar os valores de DC, VS e RPT (DEVEREUX; WILES; SWAINE, 2010).

Com relação ao comportamento cardiovascular agudo, em um estudo em que os indivíduos realizaram o exercício isométrico de preensão manual, houve alteração da PA durante e logo após realizar o exercício, mas essa alteração, apesar de ser significativa quando comparada ao momento de repouso, não foi muito e os autores relatam que pouco tempo após os valores já estavam próximos aos de repouso (ARAÚJO et al., 2011). Em outro estudo com exercício isométrico, que envolvia protocolo de exercício de perna em diferentes intensidades (baixa, média e alta), evidenciou-se que durante as séries do exercício os valores aumentavam consideravelmente, especialmente para o grupo que realizou exercício com alta intensidade, porém após o exercício também retornaram próximo ao estado de repouso (DA SILVA et al., 2013).

Esses estudos, com diferentes grupamentos musculares, mostram que apesar da elevação das variáveis cardíacas durante a realização do exercício isométrico, assim como o que ocorre durante o exercício dinâmico (WIECEK; MCCARTNEY; MCKELVIE, 1990; SOUSA et al., 2013), essa prática não parece ser demasiadamente insegura no que tange à segurança cardiovascular, pois os valores de PA e FC tendem a retornar ao normal (basal) logo após o término da sessão de exercício.

Quanto aos mecanismos envolvidos na redução da PA, ocasionados pelo exercício resistido, estes ainda não estão totalmente esclarecidos. Sabe-se que são múltiplos os fatores que estão envolvidos na hipotensão após o exercício, entre esses, fatores neurais e humorais que fazem parte dos mecanismos responsáveis pelo controle da PA. Em um experimento animal o exercício resistido gerou resposta aguda de redução da PAS e PAD e aumentou a vasodilatação mediada pelo endotélio (FARIA TDE et al., 2010). A vasodilatação endotelial se relaciona ao estresse de cisalhamento (*shear stress*) promovido pelo exercício físico, que por sua vez estimula a liberação de fatores vasorrelaxantes que são produzidos pelo endotélio, como o óxido nítrico, aumentando sua expressão (ROBERTS et al., 1999), o que acarretaria na redução da PA (KINGWELL, 2000).

Assim como na PA, o exercício resistido pode proporcionar efeito sobre outras variáveis hemodinâmicas. Por exemplo, na rigidez arterial, que foi reduzida significativamente comparada ao período que antecedeu o treinamento em que a realização de um programa de 12 semanas de treinamento resistido com mulheres obesas. E essa redução

foi semelhante a que ocorreu com o protocolo de exercício aeróbico e combinado (HO et al., 2012). Do mesmo modo, a rigidez arterial também sofreu alterações significativas após a aplicação do treinamento resistido por um período de oito semanas em jovens pré-hipertensos (BECK et al., 2013).

2.2.2 Ajustes Hemodinâmicos do Exercício com Vibração

Com relação aos ajustes hemodinâmicos ocasionados pelo exercício com vibração, são escassos os estudos que investigaram este tipo de resposta. E os que reportaram o efeito da vibração sobre essas variáveis, em geral, reportam seu comportamento como ponto adicional dos projetos. Além disso, os estudos possuem delineamentos diferenciados quanto à intensidade da vibração, o que não permite que os resultados sobre o efeito da vibração sejam totalmente conclusivos. Cabe ressaltar ainda, que a maioria das investigações feitas até o momento foi realizada com jovens saudáveis e sem nenhum tipo de comprometimento cardiovascular. Alguns desses estudos estão reportados com alguns detalhes na tabela 1.

A resposta cardiovascular ao exercício com vibração representa um importante segmento entre todos os aspectos envolvidos nas respostas fisiológicas durante a exposição à vibração. A vibração pode causar implicações nos grandes e nos pequenos vasos sanguíneos. Sendo que, nos grandes vasos sanguíneos pode gerar modificações através da tensão de cisalhamento e nos pequenos vasos, por conta do aumento da demanda metabólica, ocorre vasodilatação local e também mudanças na estrutura sanguínea que podem gerar aumento da resistência periférica total (MESTER; KLEINODER; YUE, 2006).

Aparentemente, a vibração não parece ser um fator de estresse para o sistema cardiovascular (RITTWEGER; BELLER; FELSEBERG, 2000; HAZELL et al., 2008). No entanto, demonstrou ser eficaz para induzir alterações em alguns parâmetros hemodinâmicos. Foi demonstrado, em uma revisão publicada recentemente sobre o efeito da vibração na perfusão muscular, que a vibração é capaz de aumentar a perfusão muscular e esse aumento provavelmente relaciona-se com a carga vibratória utilizada (FULLER et al., 2013). Além disso, a utilização do exercício com vibração se mostrou mais eficaz para atenuar o acometimento da função endotelial do que o exercício resistido isolado quando utilizados como forma de reabilitação, com exercícios realizados três vezes por semana, em pessoas saudáveis que permaneceram em repouso por um período de 60 dias (VAN DUIJNHOFEN et al., 2010).

A exposição à vibração parece provocar efeito em relação ao volume

sanguíneo, o qual tende a aumentar nos músculos exercitados, como por exemplo, com a realização do agachamento estático, verificou-se aumento do volume sanguíneo nos músculos quadríceps e gastrocnêmico (KERSCHAN-SCHINDL et al., 2001). Com indivíduos idosos verificou-se o aumento do fluxo sanguíneo cutâneo em cerca de 450% com relação ao valor de repouso no 10º minuto após o tratamento com vibração passiva e calor úmido. Interessante notar que nesse estudo o aumento do fluxo sanguíneo foi maior para o grupo que recebeu vibração passiva do que ativa (LOHMAN et al., 2012). Desse mesmo modo, em um estudo em que os sujeitos receberam vibração passiva no braço por cinco minutos, foi verificado que imediatamente após a aplicação do protocolo o volume sanguíneo cutâneo aumentou significativamente (cerca de 460%) comparado ao repouso, e que durante a recuperação esta porcentagem de aumento foi reduzindo, mas ainda permanecia alterada no quinto minuto com aproximadamente 2,5 vezes maior que o grupo controle (MALONEY-HINDS et al., 2009).

A utilização de vibração interfere igualmente na circulação sanguínea periférica, o que se evidencia pelo aumento da temperatura da pele quando comparada ao exercício sem vibração (HAZELL et al., 2008; LOHMAN et al., 2012). Do mesmo modo, quando a exposição à vibração ocorreu de forma “passiva”, sem a realização de exercício com contração muscular, foi encontrado aumento significativo da circulação sanguínea cutânea (LOHMAN et al., 2007). Outro indicativo de que a vibração afeta a circulação periférica foi o resultado de alguns estudos que relataram o efeito da utilização de vibração sobre o fluxo sanguíneo, mostrando que a vibração parece exercer aumento do fluxo sanguíneo local (KERSCHAN-SCHINDL et al., 2001; HAZELL et al., 2008; LYTHGO et al., 2009). E este aumento do fluxo possivelmente é ocasionado pela demanda metabólica do músculo exercitado que acarretaria vasodilatação do tecido endotelial.

O aumento do fluxo sanguíneo com a exposição à vibração relaciona-se a ocorrência de modificações no endotélio. Essas modificações ocorrem devido à força mecânica pulsátil ocasionada pela vibração e esta força ocasionada pela oscilação tem capacidade de aumentar a liberação de síntese de óxido nítrico endotelial, que contribui para a vasodilatação e aumenta o fluxo sanguíneo (SACKNER; GUMMELS; ADAMS, 2005). Um protocolo de vibração de 50Hz durante cinco minutos no antebraço foi capaz de aumentar significativamente, após a realização do exercício, a produção de óxido nítrico em cerca de 258% com relação ao repouso (MALONEY-HINDS et al., 2009).

O treino com vibração igualmente induz alterações na complacência arterial, conseguindo reduzir de forma aguda a rigidez arterial (OTSUKI et al., 2008). E com o treinamento prolongado essas alterações também são observadas, como no estudo em que

houve melhora na rigidez arterial da perna e na rigidez arterial sistêmica de mulheres hipertensas e pré-hipertensas que se encontravam na menopausa (FIGUEROA et al., 2013).

São poucos os estudos que relataram o comportamento da PA com a realização de exercícios com vibração. Os principais estudos encontrados que relataram o efeito da vibração sobre a PA durante e após a realização de um protocolo de exercício com vibração estão mais detalhadamente expostas na Tabela 1. Foram descritos cinco estudos sobre o comportamento da PA durante o exercício e seis (sendo dois derivados de um único estudo com delineamento diferenciado (HAZELL et al., 2008) com análises após o exercício.

Durante a exposição à vibração, quando comparados com e sem vibração, foi encontrado aumento da PAD (COCHRANE et al., 2008) e da FC (LYTHGO et al., 2009) e PAM (HAZELL et al., 2008) para o grupo com vibração, como também foi verificado que a vibração não proporcionou qualquer alteração (KERSCHAN-SCHINDL et al., 2001). E após a realização do exercício nenhuma diferença foi detectada entre grupos (RITTWEGGER; BELLER; FELSEMBERG, 2000; HAZELL et al., 2008), e aumento da PAM nas condições com e sem vibração (HAZELL et al., 2008; FIGUEROA; GIL; SANCHEZ-GONZALEZ, 2011). Como são poucos os estudos analisados e com divergências entre eles, não se pode ter um resultado conclusivo sobre o efeito da vibração na PA. E isso se explica principalmente por conta da diferença dos protocolos utilizados.

Ainda não está bem esclarecido de que forma a vibração implica nas respostas cardiovasculares, mas uma possível explicação, sugerida por Weber e seus colaboradores, seria que a vibração poderia suscitar alterações na estrutura vascular. Em um estudo que investigou as adaptações vasculares após um período de intervenção de seis semanas com sujeitos saudáveis, mostrou-se que ocorreram significantes adaptações na artéria femoral superficial e nenhuma alteração na função arterial, e o mesmo foi proporcionado pelo exercício resistido sem vibração (WEBER et al., 2013).

Quanto aos mecanismos responsáveis pelas alterações hemodinâmicas, sugere-se que a vibração possa causar uma deformidade temporária dos vasos sanguíneos e com isso aumentar a resistência periférica total. Para manter o DC necessário o corpo aumenta a PA ou reduz a resistência periférica, ou os dois em conjunto. Assim, para conseguir reduzir a resistência periférica durante a exposição à vibração utilizam-se mais os pequenos vasos como os capilares ou há vasodilatação, isso geraria aumento da circulação nos micro vasos locais do músculo exercitado, melhorando o aporte sanguíneo local e o metabolismo das fibras musculares (MESTER; KLEINODER; YUE, 2006).

Tabela 1 – Estudos que demonstram o comportamento da Pressão Arterial Sistólica (PAS), diastólica (PAD), média (PAM) e frequência cardíaca (FC) durante e após a realização do exercício com vibração.

Estudo	Amostra	Protocolo	Frequência	Exercício	Grupos	Durante	Após	Resultado
Cochrane, 2008	12 jovens e 12 idosos (6 mulheres e 6 homens)	9 Séries – 4min com 30s de repouso entre as condições – carga de 0 a 40% do peso corporal	30 Hz	Sujeitos permaneceram sentados, apoiando os pés na plataforma	?	2 e 4 min	-	↑ PAD – no min 4 Com carga de 40% do peso corporal
Mester, 2006	1 homem (43 anos) e 1 mulher (24 anos)	6 séries – 30” com 30” repouso	30, 40, e 50 Hz	Permaneceram livremente sobre a plataforma	Com vibração	?	-	↑PAM – durante a vibração em ambos os indivíduos
Lythgo, 2009	9 homens adultos (21.8±4.4 anos)	14 séries –1’ com 2’ repouso	5-30Hz	Agachamento 50°	Com e Sem vibração	45 s	-	↑FC – (no grupo com vibração)
Hazell, 2008	8 homens (25±3.4 anos)	15 séries de 1min com 1min repouso	45 Hz	Sentado com os pés sobre a plataforma	Com e Sem vibração	-	2, 5 e 10min	NS
Hazell, 2008	8 homens (25±2.6 anos)	14 séries –1’ com 2’ repouso	45 Hz	Semi-agachamento estático - 120°	Com e Sem vibração	8, 16, 24 e 30min	-	↑ PAM – 24°min em ambas as condições e no 30° no grupo vibração
Kerschanch-Schindl, 2001	8 mulheres (28.5±2.2 anos) e 12 homens (23.5±2.7 anos)	3 séries de 3min para cada posição	26 Hz	Apoiados sobre as pontas dos pés, joelho com flexão de 60-70°, joelho com flexão de 60-70° + pernas com rotação	?	-	Pré e pós	NS
Hazell, 2008	8 homens (25±2.6 anos)	14 séries –1’ com 2’ repouso	45 Hz	Semi-agachamento estático - 120°	Com e Sem vibração	-	2, 5 e 10min	↑ PAM – 2°min no grupo vibração

Rittweger, 2000	16 mulheres e 21 homens (23.5±2.7 anos)	Agachamento dinâmico com ciclos de 3s + carga de 40% do peso corporal	26 Hz	Agachamento dinâmico até exaustão	Controle e vibração	-	Imediatamente após e a pós 15 min	NS
Figuerola, 2010	12 homens saudáveis (23±1 anos)	1 série de 4min	30 Hz	Agachamento 120°	Controle, com e Sem vibração	-	20min	↑ PAS pós exercício – diferente do repouso e do grupo controle
Figuerola, 2011	15 homens saudáveis (21±4 anos)	10 séries de 1' com 1' de repouso	40 Hz	Agachamento 120°	Com e sem vibração	-	Imediatamente após 5, 10, 15 e 30 min	↑ PAM (15 e 30in) comparado ao controle
Otsuki, 2008	10 homens jovens (26.6 ± 3.9 anos)	10 séries – 60'' vibração com 60'' repouso	26 Hz	Agachamento 120°	Controle e vibração	-	20, 40 e 60min	NS
Avelar, 2011	15 mulheres e 3 homens (72±6anos)	8 séries de 40s com 40s repouso entre as séries	40 Hz	Agachamento dinâmico - flexão de 60° por 3s seguido por flexão de 10° por 3s	Com e sem vibração	-	Pré e pós	↑ FC em relação ao repouso em ambas as condições e diferente entre as condições
Yamada, 2005	18 homens (20-39 anos)	3min de agachamento dinâmico	15 Hz	Agachamento dinâmico - flexão de 60° -1s	Com e sem vibração	-	Pré e pós	↑ FC para grupo com vibração no 4° de recuperação

3 MÉTODOS

3.1 AMOSTRA

Foram selecionados 19 sujeitos, sendo 9 homens e 10 mulheres, todos normotensos (PAS < 140mmHg e PAD < 90 mmHg), com idade superior a 18 anos, e sedentários (sem praticar atividade física sistematizada nos últimos seis meses). O cálculo do tamanho da amostra foi realizado considerando a potência estatística de 0,80, $p = 0,05$ e 0,4 como a média quadrática dos valores de PAS de um conjunto de sujeitos de um estudo piloto, realizado com 12 sujeitos, e assim chegou-se ao número de 16 indivíduos para a realização deste estudo.

Foi adotado como critério de exclusão do estudo o diagnóstico de doenças que acometem o sistema cardiopulmonar e vascular, a utilização de medicamento que pudesse interferir nas respostas cardiovasculares, acometimentos no sistema musculoesquelético que impeçam a realização de atividades físicas e a utilização de marca-passo.

Para verificar esses critérios de inclusão e exclusão, antes do início do estudo, todos os sujeitos responderam a um questionário, elaborado pelos autores, sobre características pessoais e o perfil de saúde e para tentar identificar prováveis restrições para prática de atividade física (APÊNDICE A); todos os participantes responderam ao questionário adaptado de prontidão para atividades físicas, PAR-Q (THOMAS; READING; SHEPHARD, 1992) (ANEXO A). Além disso, foi verificada a PA de repouso, por meio de um aparelho automático.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos, da Universidade Estadual de Londrina, de acordo com as normas da Resolução do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos, sob o número 176/2012, conforme carta de aprovação (ANEXO B). E todos os indivíduos foram previamente orientados e informados sobre o delineamento do estudo e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE B).

3.2 COMPOSIÇÃO CORPORAL

A massa corporal foi obtida por meio de uma balança digital, da marca Urano (modelo PS 180A), com unidade de medida de 0,1 kg, e a estatura foi determinada em um

estadiômetro de madeira, com unidade de medida de 0,1 cm. A partir dessas medidas o índice de massa corpórea (IMC) foi calculado para a caracterização da amostra.

3.3 AVALIAÇÃO DA FORÇA DINÂMICA MÁXIMA - TESTE DE 1RM

Para avaliar a força máxima dinâmica, foi aplicado o teste de 1RM para o exercício de agachamento na máquina *Smith*. Antes de realizar o teste o sujeito realizou um aquecimento com três séries de seis a dez repetições com 50% da carga. Logo após, foi concedido um intervalo de dois minutos antes de iniciar o teste. Cada indivíduo teve três tentativas para levantar a maior carga possível e para isso foi orientado que a cada tentativa tentasse realizar duas repetições. Caso realizasse mais de uma repetição ou não conseguisse realizar uma completa a carga era reajustada. Entre cada tentativa foi adotado o intervalo de 3-5 minutos, e foi adotado como o valor referente de repetição máxima a maior carga levantada em uma única repetição.

3.4 SESSÃO DE EXERCÍCIO

Todos os sujeitos participaram do treino resistido (TR) e do treino resistido com vibração (TRV). Para isso, os participantes foram ordenados aleatoriamente entre os dois momentos que compuseram o estudo. Em ambas as condições os indivíduos realizaram protocolos semelhantes.

O protocolo consistia na realização do exercício agachamento de forma estática com a articulação do joelho a 120°, com a angulação do agachamento aferida através de um goniômetro. A carga adotada foi de 20% do valor obtido no teste de 1RM e o exercício a sessão consistia em seis séries de 30 segundos, com intervalo de trinta segundos entre as séries.

O exercício sobre a plataforma vibratória foi realizado em um equipamento da marca *Power Plate*, a qual produz vibração de forma sinusoidal com deslocamentos simultâneos que ocorrem predominantemente sobre o plano vertical. A sessão de treinamento seguirá as recomendações do fabricante da plataforma vibratória *Power Plate* para indivíduos iniciantes com objetivo de treinar força e potência. O exercício sobre a plataforma foi na intensidade 35 Hz e amplitude de 6mm.

3.5 MEDIDAS HEMODINÂMICAS

As variáveis hemodinâmicas foram mensuradas em repouso, durante o exercício e após a sessão. Medidas de PAS, PAD e FC em repouso e após (momento 0, 5, 10 e 20 minutos) foram aferidas através de um aparelho automático (*OMRON – HEM-742*). Para isso, o sujeito permanecia sentado, em repouso, por no mínimo 10 minutos antes da primeira medida e em todos os momentos foram realizadas três medidas e foi adotado o valor médio dessas medidas.

A monitorização das variáveis hemodinâmicas de PAS, PAD, FC, VS, DC e RVP, antes, durante e após (5 minutos) foram feitas de forma não invasiva e contínua com monitor de pressão *Finometer*[®] por meio da técnica de fotopletismografia digital. Esta técnica oferece os valores da variabilidade da pressão e do fluxo batimento-a-batimento, como também de outros parâmetros derivados do sinal contínuo, como PAS, PAD, PAM, FC, VS, DC e RVT (FINAPRES MEDICAL SYSTEM, 2003). Essas medidas são aferidas por meio de um *cuff* (manguito de pressão) posicionado em volta da falange média do dedo médio da mão esquerda.

Para as medidas de repouso, orientava-se que os sujeitos permanecessem parados, na posição sentada por no mínimo 10 minutos.

3.6 PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO

Imediatamente após a realização de cada condição de exercício foi verificado a percepção subjetiva de esforço através da tabela de Borg com valores de 1 a 10. (BORG, 1998)

3.7 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Para a realização dos procedimentos experimentais foi solicitada o mínimo de três visitas de todos os sujeitos, que foram realizadas em dias não consecutivos. Na primeira visita foram esclarecidos os procedimentos do estudo e realizadas as medidas antropométricas. Neste mesmo dia, também foi realizado o teste de 1RM para determinar a carga utilizada na sessão de treinamento, e a sessão de familiarização com a plataforma vibratória, na qual o sujeito permanecia sobre a plataforma por cerca de 10 minutos com a vibração de 30Hz e após realizava o exercício de agachamento, sem acréscimo de carga, para adaptação à vibração.

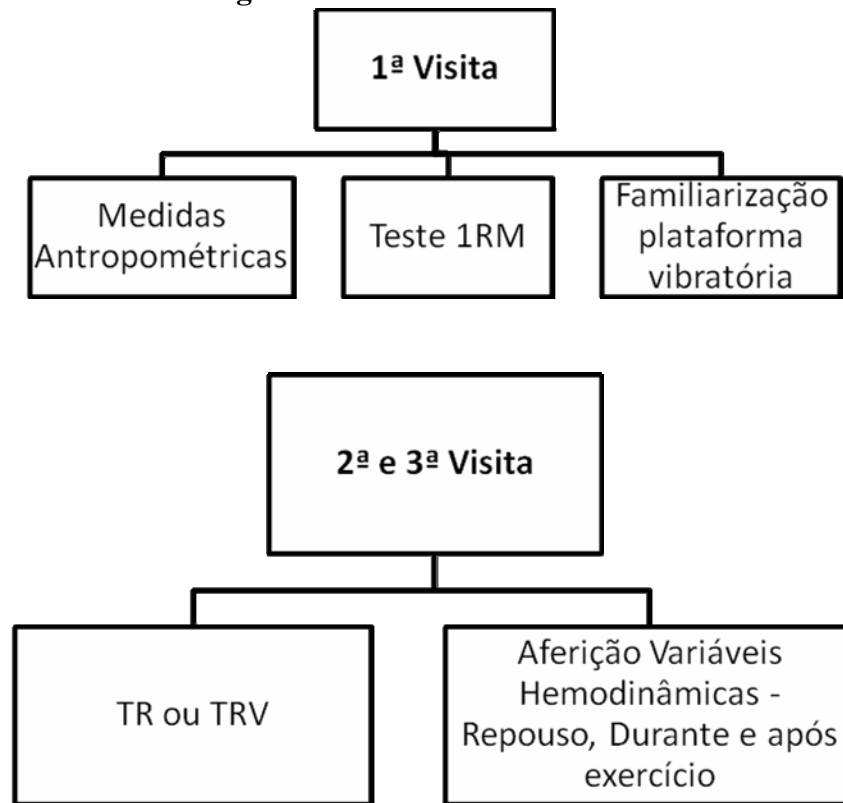
As visitas seguintes, 2^a e 3^a, foram para a realização das sessões de exercícios, TR e TRV em que todos os sujeitos realizaram ambas as condições de forma aleatória. Nessas visitas foram mensuradas as variáveis hemodinâmicas de repouso, durante o exercício (Figura 2). As medidas antes e após a sessão de exercício foram realizadas por meio de um aparelho automático, e após o exercício foram realizadas medidas nos momentos imediatamente após, 5 minutos, 10 minutos e 20 minutos.

3.7 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

A tabulação dos resultados foi feita por meio do programa Excel 2007. Previamente ao início da análise dos dados, fez-se uma análise detalhada com o propósito de determinar possíveis erros na digitação dos resultados.

O pressuposto de normalidade dos dados foi checado pelo teste de Shapiro-Wilk. Como os dados se mostraram normais, na análise descritiva, as variáveis estão expressas em média e desvio padrão. Foi utilizada a análise de variância (ANOVA) *two-way* para medidas repetidas para verificar as possíveis diferenças intra e inter grupos nos diferentes momentos. Foi adotado o teste *post-hoc* Fisher LSD para a identificação das diferenças específicas nas variáveis em que os valores de F encontrados foram superiores ao critério de significância estatística estabelecida que foi de $p < 0,05$.

Para análise dos dados obtidos pelo equipamento *Finometer*, primeiramente, foi adotado como ponto de comparação os maiores valores obtidos durante o exercício, o valor de pico (maior valor obtido nos últimos segundos de cada série). Para chegar ao valor de pico para cada série em cada sujeito foi realizado uma análise cega (o pesquisador analisava sem saber a qual grupo pertencia) dos últimos segundos de cada série e identificado, visualmente, qual o maior valor. Contudo, apenas o valor pico pode não representar de forma clara como as variáveis cardiovasculares se comportam, uma vez que não se leva em consideração o valor de repouso. Nesse sentido, também foi realizado o cálculo do delta de cada valor de pico obtido, ou seja, a magnitude do aumento em relação ao valor de repouso, subtraindo o valor de repouso do valor de pico para cada série. Adicionalmente, foi realizado também o cálculo do aumento percentual em cada série.

Figura 2 - Delineamento do estudo

4 RESULTADOS

A amostra foi composta por 19 sujeitos, oito homens e dez mulheres que realizaram as duas condições de exercício em momentos diferenciados. As principais características dos sujeitos que compuseram o estudo estão descritas na Tabela 2.

Tabela 2 - Características gerais da amostra. Os dados estão expressos em média e desvio padrão.

	IDADE (anos)	PESO (Kg)	ALTURA (m)	IMC (KG/m²)	RM - agachamento (Kg)
Geral (n=19)	26,84 (7,29)	72,26 (14,90)	1,70 (0,08)	24,65 (3,41)	104 (26,33)

Imediatamente após a realização de cada condição de exercício foi verificado a percepção subjetiva de esforço através da tabela de Borg com valores de 1 a 10. O valor mediano de ambos os grupos foi de 5 e o valor médio do grupo com vibração foi de 5,21 com desvio padrão de 1,65, e do grupo sem vibração foi de 4,89 com desvio padrão de 1,37. O teste t pareado verificou que não há diferença estatística entre os valores médios dos grupos com e sem vibração.

Os resultados para cada variável cardiovascular estão expostos nas tabelas e figuras a seguir. Na Tabela 3 se encontram os valores correspondentes a PAS. Não foi detectada nenhuma diferença significativa entre os grupos com e sem vibração. No grupo com vibração, foi encontrado um aumento de PAS em cerca de 50%, na quinta série do exercício, com relação ao valor de repouso; e para o grupo sem vibração o aumento máximo ficou em cerca de 40% a mais do que valor de repouso.

Os resultados de PAD estão expostos na Tabela 4. O resultado da comparação entre as médias dos diferentes grupos durante e entre as seis séries do exercício mostrou que houve diferença estatística significativa para o tempo, entre o repouso e as séries ($p < 0,01$), e entre os dois grupos ($p = 0,04$), com valores superiores para o grupo com vibração.

Tabela 3 - Valores de pico da pressão arterial sistólica durante as seis séries do exercício de agachamento estático no treino resistido com e sem vibração (valores expressos em média desvio padrão).

	TRV (mmHg)	TR (mmHg)	ANOVA	F	<i>p</i>
Repouso	139,36 (14,53)	139,15 (10,15)	Grupo	2,272	0,140
1ª série	191,31 (29,11)	178,57 (23,80)	Tempo	103,68	<0,01
2ª série	199,10 (22,48)	178,57 (23,80)	Grupo x tempo	1,208	0,302
3ª série	202,84 (25,22)	192,57 (24,55)			
4ª série	199,73 (32,15)	190,31 (25,99)			
5ª série	208,31 (28,10)	193,24 (22,99)			
6ª série	206,00 (25,01)	195,73 (24,67)			

Tabela 4 - Valores de pico da pressão arterial diastólica durante as seis séries do exercício de agachamento estático no treino resistido com e sem vibração (valores expressos em média desvio padrão).

	TRV (mmHg)	TR (mmHg)	ANOVA	F	<i>p</i>
Repouso	90,60 (12,09)	87,65 (7,42)	Grupo	4,37	0,04
1ª série	123,21 (17,30)	111,84 (13,64)	Tempo	84,28	<0,01
2ª série	127,84 (15,61)	119,68 (19,52)	Grupo x tempo	1,27	0,271
3ª série	134,73 (18,44)	126,21 (16,99)			
4ª série	134,05 (20,18)	126,36 (19,13)			
5ª série	141,15 (17,40)	124,15 (22,85)			
6ª série	137,42 (16,69)	127,42 (21,06)			

Os valores de pico da frequência cardíaca de cada série são mostrados na tabela 5. Para esta variável foi verificado um aumento linear de batimentos por minuto a cada série do exercício, tanto com como sem vibração. Interessante notar que em todas as séries o grupo que teve a adição de vibração, parece ter valores superiores àqueles do grupo sem, mas a análise estatística não detectou diferença entre os grupos.

Tabela 5 - Valores de pico da frequência cardíaca durante as seis séries do exercício de agachamento estático no treino resistido com e sem vibração (valores expressos em média desvio padrão).

	TRV (bpm)	TR (bpm)	ANOVA	F	<i>p</i>
Repouso	85,97 (10,17)	84,50 (11,42)	Grupo	0,62	0,43
1ª série	110,63 (15,33)	110,94 (16,95)	Tempo	83,91	<0,01
2ª série	119,26 (19,02)	116,36 (18,86)	Grupo x tempo	1,87	0,08
3ª série	121,52 (19,48)	118,94 (16,42)			
4ª série	123,89 (16,88)	119,31 (17,72)			
5ª série	127,36 (20,02)	118,73 (18,66)			
6ª série	130,89 (20,96)	121,26 (19,66)			

Para a variável do volume sistólico a análise de variância mostrou diferença significativa somente para o fator tempo em ambos os grupos. Nessa variável houve uma redução linear dos valores de pico no decorrer das séries. Os resultados estão expostos mais detalhadamente na Tabela 6.

Assim como nas demais variáveis, o débito cardíaco também apresentou modificações significativas com relação ao tempo, sem apresentar diferenças entre os grupos. Essas alterações, para cada série do exercício, estão presentes na sétima tabela.

Tabela 6 - Valores de pico do volume sistólico durante as seis séries do exercício de agachamento estático no treino resistido com e sem vibração (valores expressos em média desvio padrão).

	TRV (mmHg)	TR (mmHg)	ANOVA	F	<i>p</i>
Repouso	52,80 (15,81)	54,25 (15,02)	Grupo	0,08	0,76
1ª série	49,33 (21,24)	51,66 (18,47)	Tempo	11,92	<0,01
2ª série	47,01 (18,52)	47,76 (16,80)	Grupo x tempo	0,54	0,77
3ª série	46,20 (20,10)	47,69 (14,67)			
4ª série	45,23 (19,61)	44,02 (16,59)			
5ª série	43,07 (19,58)	45,63 (18,39)			
6ª série	41,85 (17,41)	45,44 (15,42)			

Tabela 7 - Valores de pico do débito cardíaco durante as seis séries do exercício de agachamento estático no treino resistido com e sem vibração (valores expressos em média desvio padrão).

	TRV (l/min)	TR (l/min)	ANOVA	F	<i>p</i>
Repouso	4,47 (1,34)	4,64 (1,31)	Grupo	0,03	0,85
1ª série	5,27 (2,13)	5,45 (2,04)	Tempo	5,62	<0,01
2ª série	5,25 (1,84)	5,25 (1,67)	Grupo x tempo	0,20	0,97
3ª série	5,23 (2,06)	5,49 (1,62)			
4ª série	5,18 (1,96)	5,28 (1,76)			
5ª série	5,26 (2,03)	5,26 (1,86)			
6ª série	5,25 (2,01)	5,24 (1,85)			

Tabela 8 - Valores de pico do duplo-produto durante as seis séries do exercício de agachamento estático no treino resistido com e sem vibração (valores expressos em média desvio padrão).

	TRV (mmHg x bpm x 10 ³)	TR (mmHg x bpm x 10 ³)	ANOVA	F	<i>p</i>
Repouso	11,92 (1,7)	11,73 (1,8)	Grupo	2,72	0,107
1ª série	20,78 (4,7)	18,89 (3,6)	Tempo	121,08	<0,01
2ª série	22,77 (3,8)	20,80(4,1)	Grupo x tempo	1,96	0,07
3ª série	23,91 (5,7)	22,55 (4,6)			
4ª série	24,85 (4,9)	21,76 (4,4)			
5ª série	25,69 (5,7)	22,92 (4,7)			
6ª série	26,76 (7,1)	22,89 (4,6)			

Tabela 9 - Valores de pico da resistência periférica total durante as seis séries do exercício de agachamento estático no treino resistido com e sem vibração (valores expressos em média desvio padrão).

	TRV	TR	ANOVA	F	<i>p</i>
Repouso	28,84 (12,78)	26,36 (8,21)	Grupo	0,71	0,40
1ª série	34,76 (15,35)	30,95 (10,49)	Tempo	9,29	<0,01
2ª série	37,79 (13,31)	34,48 (12,11)	Grupo x tempo	0,50	0,80
3ª série	38,05 (12,16)	34,14 (11,77)			
4ª série	36,46 (10,72)	36,72 (15,50)			
5ª série	39,72 (13,30)	37,59 (13,39)			
6ª série	40,94 (14,93)	35,49 (15,76)			

Na tabela 8 encontram-se os resultados do duplo-produto. Esta variável apresentou diferença estatística em relação ao tempo, todas as séries mostraram valores diferentes do repouso e as últimas séries, para ambas as condições, com e sem vibração, foi verificado valores de pico duas vezes maior do que o que foi encontrado durante o período de repouso.

Por fim, os resultados obtidos para a Resistência Periférica total estão expostos na Tabela 9. Esta variável também demonstrou diferença estatística em relação ao tempo. Contudo, não foram verificadas diferenças entre grupos nos diferentes momentos analisados. Foi verificado em ambos os grupos um aumento médio de 40% entre o repouso e a última série do exercício.

Para verificar a magnitude da modificação do comportamento de cada variável cardiovascular, também foi contabilizado o valor delta para cada série, com seu respectivo desvio padrão (tabela 10). O delta foi calculado a partir da subtração do valor de repouso do valor de pico encontrado em cada uma das seis séries do exercício, nas diferentes condições. Com o resultado dessa subtração, que representa o quanto cada variável se modificou no decorrer da execução do exercício, foram realizadas as análises entre grupos.

Tabela 10 - Valores de delta da pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD), frequência cardíaca (FC), volume sistólico (VS), débito cardíaco (DC), duplo produto (DP) e resistência periférica total (RPT). Resultados expressos em média e desvio padrão.

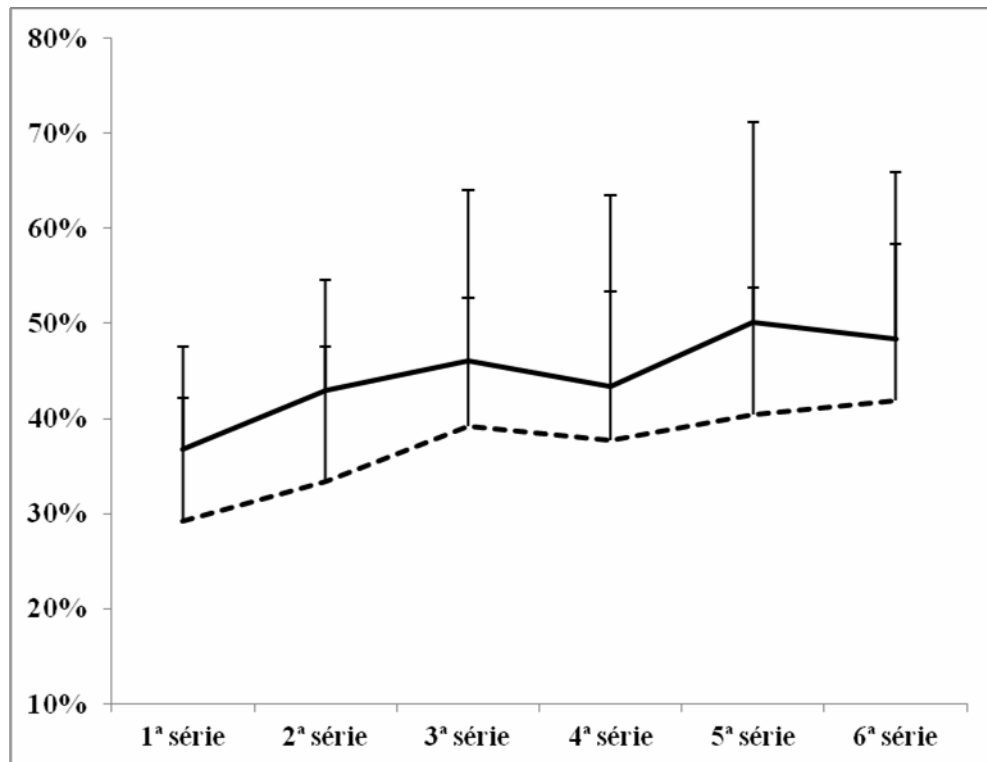
	PAS		PAD**		FC		VS		DC		DP		RPT	
	TRV	TR	TRV	TR	TRV	TR	TRV	TR	TRV	TR	TRV	TR	TRV	TR
1ª série	52,01 (18,47)	40,24 (20,41)	32,61 (10,34)	25,44 (8,55)	24,74 (12,80)	24,18 (10,87)	-3,18 (13,51)	-2,59 (9,68)	0,79 (1,35)	0,81 (1,21)	8,86 (3,86)	7,16 (3,02)	5,91 (12,38)	4,58 (7,49)
2ª série	59,80 (21,83)	45,40 (15,78)	37,24 (9,08)	33,28 (13,96)	33,37 (21,11)	29,60 (9,03)	-5,12 (11,35)	-6,48 (6,41)	0,78 (0,99)	0,61 (0,88)	10,84 (3,43)	9,07 (3,64)	8,94 (9,48)	8,11 (7,93)
3ª série	63,54 (18,65)	54,13 (22,45)	44,13 (15,85)	38,12 (13,57)	35,64 (21,73)	32,18 (11,14)	-6,31 (13,20)	-6,55 (7,16)	0,75 (1,11)	0,85 (0,81)	11,98 (5,31)	10,82 (3,99)	9,21 (8,47)	7,77 (8,65)
4ª série	60,43 (21,36)	51,97 (27,54)	43,45 (18,35)	37,96 (14,03)	38,01 (16,54)	32,55 (11,59)	-7,29 (13,66)	-10,23 (8,30)	0,70 (1,22)	0,64 (0,95)	12,92 (4,77)	10,03 (4,00)	7,62 (12,71)	10,35 (12,46)
5ª série	69,01 (18,28)	55,61 (26,42)	50,56 (15,98)	37,75 (20,69)	41,48 (18,85)	31,97 (12,59)	-9,44 (11,79)	-8,61 (7,73)	0,78 (1,38)	0,62 (1,05)	13,75 (5,57)	11,20 (3,86)	10,88 (10,82)	11,22 (11,23)
6ª série	66,70 (21,89)	57,40 (22,19)	46,82 (14,51)	41,02 (16,42)	45,01 (20,55)	34,50 (13,46)	-10,66 (9,50)	-8,80 (7,47)	0,78 (1,22)	0,60 (1,09)	14,54 (6,98)	11,16 (3,99)	12,09 (9,50)	9,12 (12,18)

** diferença entre grupos $p < 0,05$

Além do valor do delta, foi calculado o percentual de modificação para cada série do exercício, o qual foi expresso pelos gráficos a seguir.

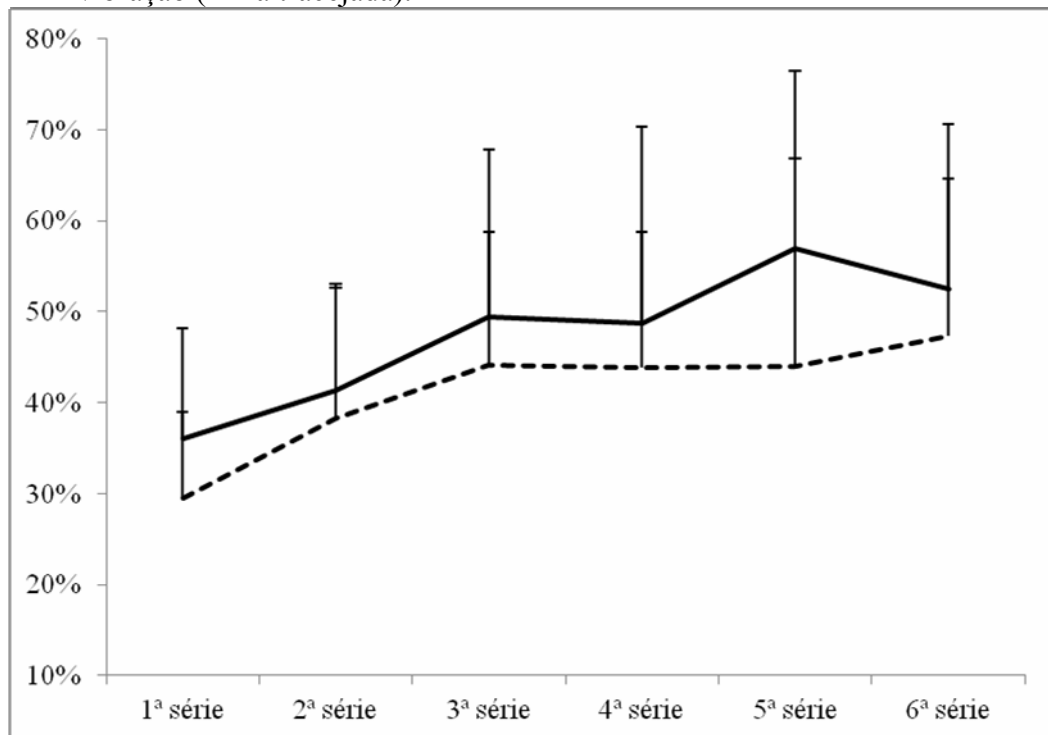
O comportamento da PAS em percentual está representado na Figura 3. Na análise dos valores percentuais de modificação da PAS não foi verificada diferença significativa entre os grupos, porém em algumas séries do exercício (segunda e quinta), o valor de p foi bem próximo ao critério estabelecido como significativo, sendo na segunda série de $p=0,054$ e na quinta de $p=0,053$, com o delta para a PAS superior no grupo com vibração. O aumento da PAS no grupo com vibração chegou a quase 50% a mais do que o valor de repouso, nas últimas séries do exercício; e no grupo sem vibração a mais de 40%.

Figura 3 - Delta da pressão arterial sistólica no grupo com (linha contínua) e sem vibração (linha tracejada).



Na Figura 4 notamos que, para a PAD foram detectados valores superiores para o grupo com vibração. O teste de *post hoc* identificou também diferenças estatísticas entre as séries do exercício, como por exemplo, a primeira série, de cada grupo, mostrou resultados diferentes de todas as demais séries.

Figura 4 - Delta da pressão arterial diastólica no grupo com (linha contínua) e sem vibração (linha tracejada).



Com relação à frequência cardíaca, os valores de ambos os grupos são semelhantes no decorrer total do exercício, como demonstrado na figura 5. E analisando visualmente as linhas de comportamento da FC, percebe-se que ambos os grupos se comportaram de forma muito parecida. Ambos os grupos mostraram diferenças estatísticas entre as séries do exercício, e a partir da segunda série nota-se um aumento expressivo dos valores de FC.

O volume sistólico, expresso na figura 6, demonstrou comportamento semelhante para ambos os grupos, com uma pequena queda durante o decorrer do exercício. A primeira série do exercício no grupo com vibração foi estatisticamente diferente da quarta, quinta e sexta série, e no grupo sem a primeira série foi diferente de todas as outras.

Figura 5 - Delta da frequência cardíaca no grupo com (linha contínua) e sem vibração (linha tracejada).

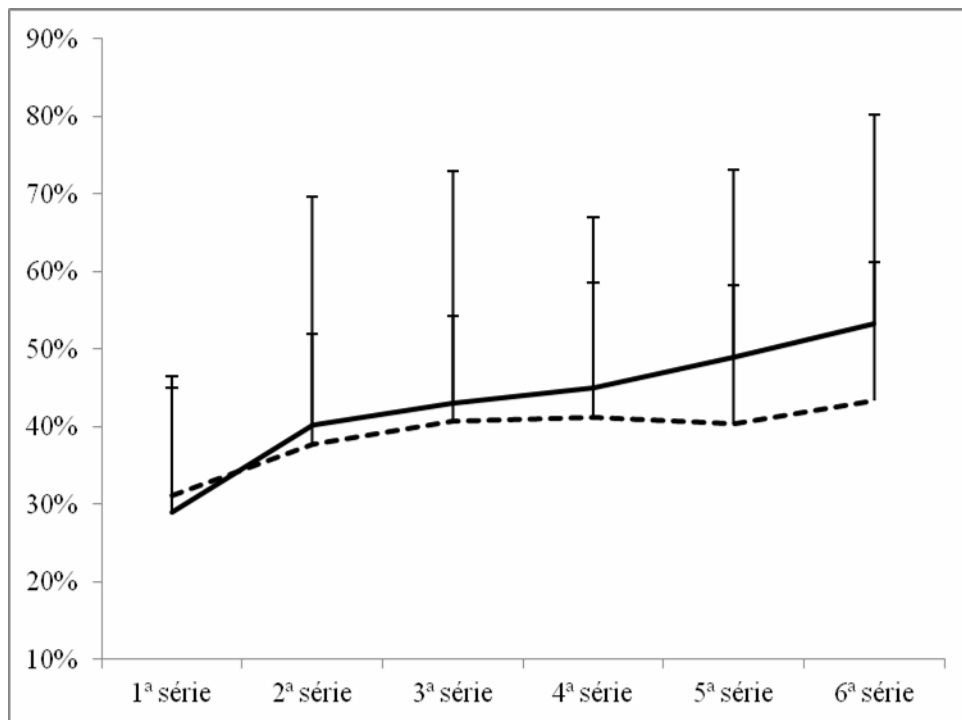
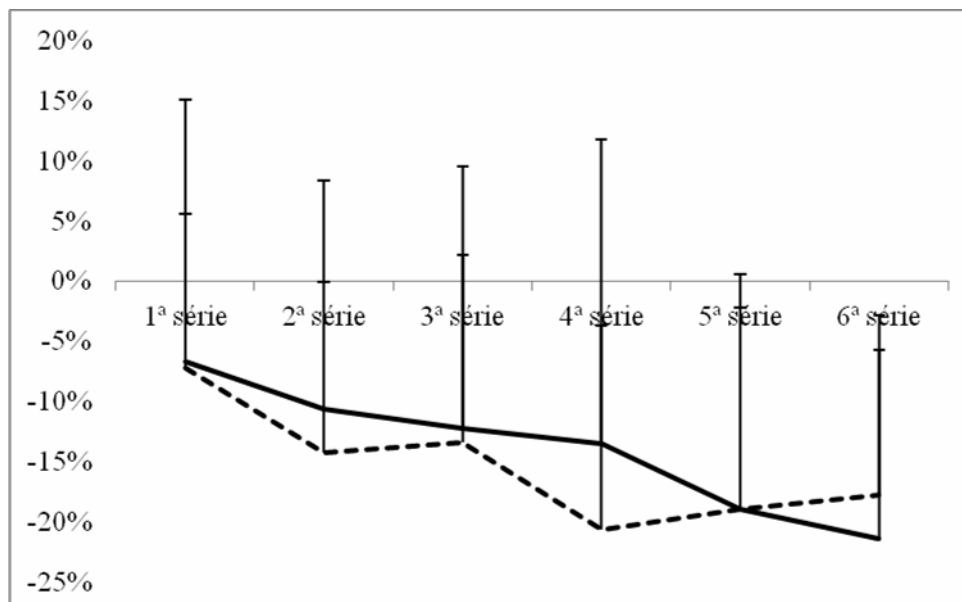


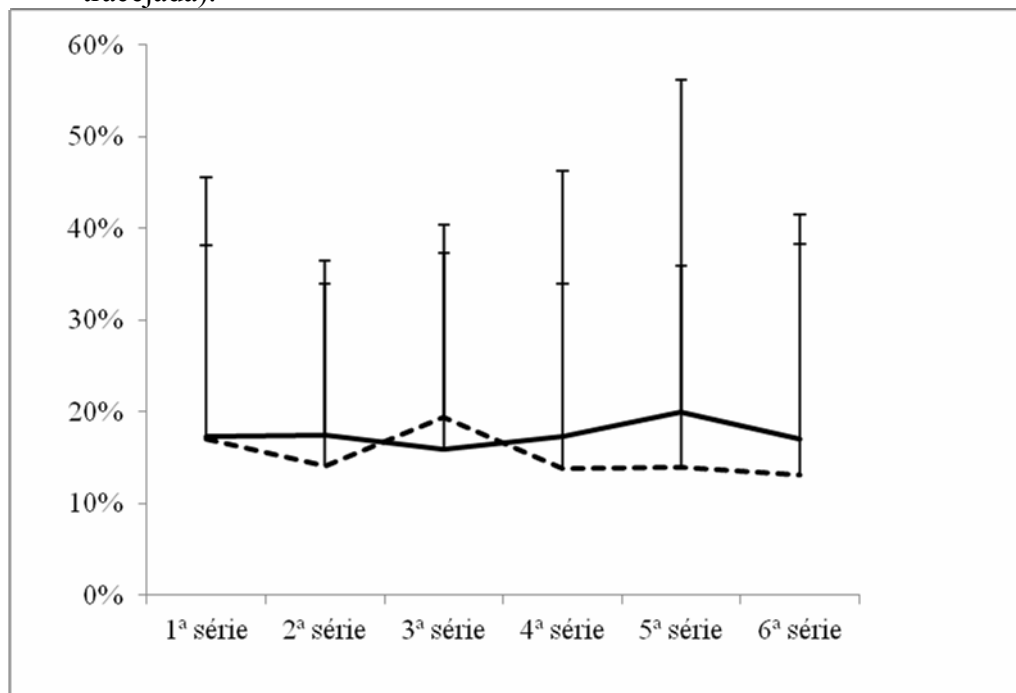
Figura 6 - Delta do volume sistólico no grupo com (linha contínua) e sem vibração (linha tracejada).



O delta relativo ao Débito Cardíaco se encontra expresso por meio da figura 7. Houve uma pequena variação no decorrer das séries nos valores de delta do Débito Cardíaco, mas não foram encontradas modificações significativas. Assim como no volume

sistólico, não foram encontradas diferenças entre os grupos. Ademais, quando aplicado o *post-hoc* para os resultados da ANOVA para medidas repetidas, nenhuma diferença foi encontrada entre as séries do exercício.

Figura 7 - Delta do débito cardíaco no grupo com (linha contínua) e sem vibração (linha tracejada).



Os valores de delta relativos ao duplo-produto estão presentes na figura 8. Observa-se um aumento linear no grupo que recebeu vibração, contudo as modificações ocasionadas pelo exercício foram semelhantes para ambos os grupos. Não foi identificado diferenças entre as séries do exercício.

O comportamento da RPT foi parecido com o que ocorreu com o DC e está demonstrado pela figura 9. Não foi detectada diferença estatística para os valores de delta nenhuma entre os grupos, e quanto aos valores absolutos, somente a primeira série do grupo com que demonstrou diferença da sexta série, e no grupo sem a primeira série foi diferente da quarta e quinta séries do exercício.

Figura 8 - Delta do duplo-produto no grupo com (linha contínua) e sem vibração (linha tracejada).

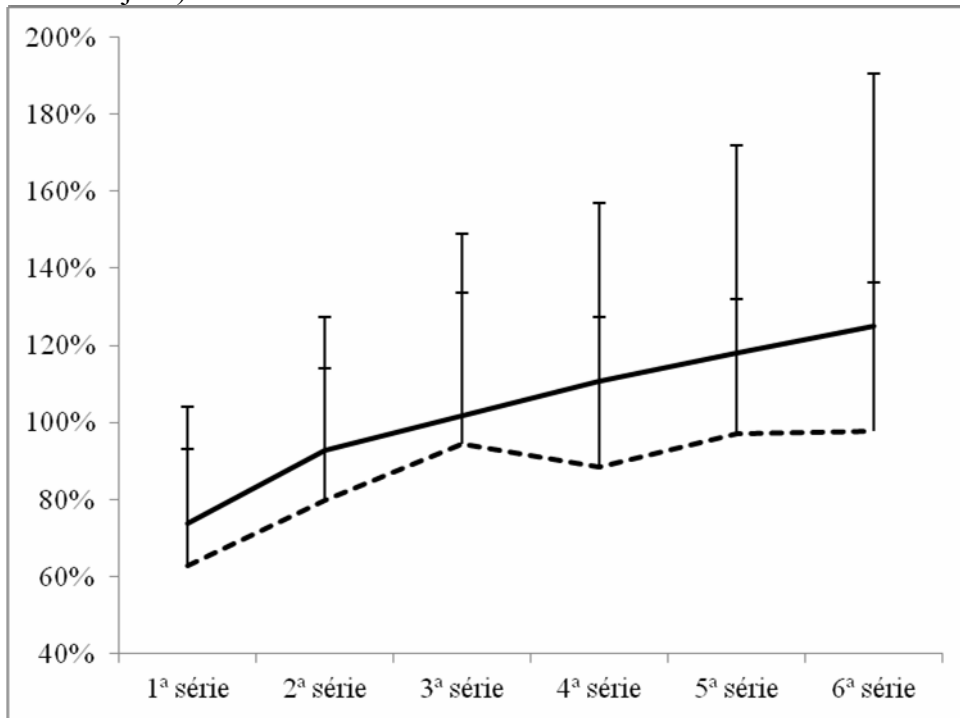


Figura 9 - Delta da resistência periférica total no grupo com (linha contínua) e sem vibração (linha tracejada).

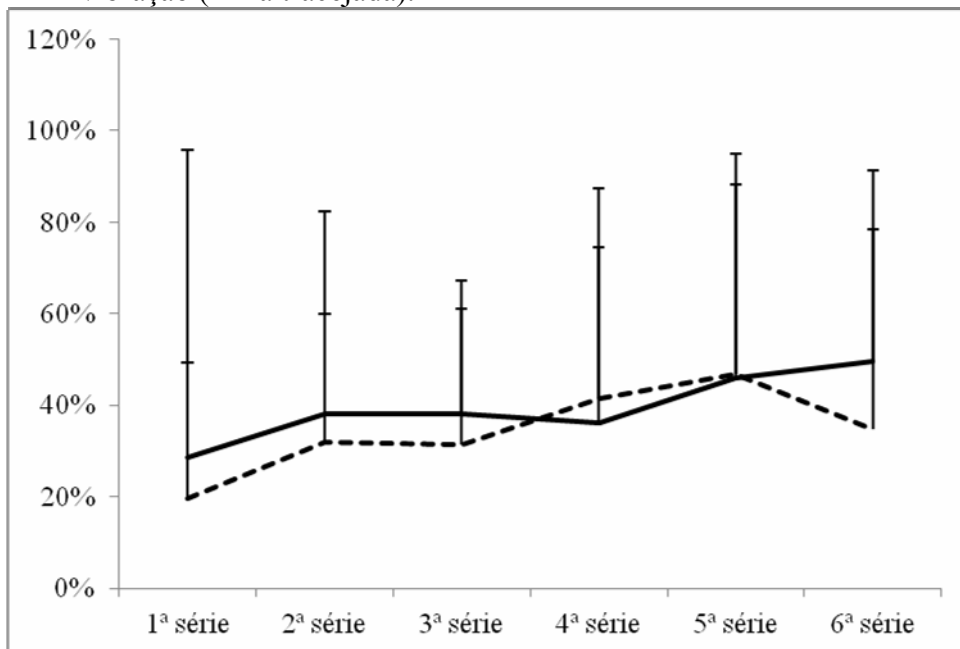


Tabela 11 - Comportamento das variáveis cardiovasculares, Pressão Arterial Sistólica (PAS), Pressão Arterial Diastólica (PAD), Frequência Cardíaca (FC), e Duplo-produto (DP), em repouso e após a realização do exercício para o grupo com e sem adição de vibração.

		REPOUSO	APÓS	5 MIN	10 MIN	20 MIN
PAS	COM	115,53 (12,52)	126,90 (9,67)*	117,80 (12,17)	118,07 (11,07)	115,29 (12,96)
	SEM	118,49 (11,56)	128,33 (10,42)*	119,18 (11,14)	117,53 (8,89)	117,00 (10,77)
PAD	COM	71,78 (9,54)	72,47 (9,43)	71,62 (8,72)	72,59 (8,69)	71,54 (9,14)
	SEM	72,47 (8,93)	72,51 (7,65)	72,50 (8,87)	71,87 (7,97)	73,74 (10,19)
FC	COM	79,49 (11,54)	95,35 (18,50)*	86,34 (11,80)*	83,31 (12,26)*	82,07 (11,05)
	SEM	77,89 (11,73)	89,93 (18,73)*	84,65 (15,05)	80,71 (12,64)	80,06 (11,98)
DP	COM	9151,93 (1466,59)	12126,09 (2575,75)*	10175,27 (1749,65)*	9838,01 (1667,14)*	9480,35 (1732,01)
	SEM	9253,63 (1763,26)	11590,30 (2796,54)*	10126,79 (2232,09)	9493,32 (1693,53)	9408,56 (1889,16)

* Diferença estatística em relação ao repouso.

A tabela 9 mostra o comportamento de algumas variáveis cardiovasculares no repouso e após a realização do exercício. Esses resultados foram obtidos enquanto os sujeitos permaneciam sentados e as variáveis mensuradas através de um aparelho automático. Nota-se que imediatamente após a realização do exercício, a única variável que não sofreu alteração foi a PAD e que a FC foi a única variável que permaneceu alterada no decorrer no tempo de recuperação, até o décimo minuto, e somente no grupo com vibração. Além disso, após transcorrer 20 minutos de recuperação, em ambos os grupos, todas as variáveis já demonstravam valores semelhantes ao que foi reportado no repouso antes da realização do exercício.

5 DISCUSSÃO

O objetivo principal do estudo foi verificar a resposta cardiovascular aguda durante o exercício resistido com e sem adição de vibração. Os resultados mostraram um aumento das variáveis cardiovasculares durante uma sessão de exercício isométrico para os membros inferiores com sobrecarga de 20% de 1RM. Quando foi comparado o comportamento das variáveis cardiovasculares nas diferentes condições de exercício, TR e TRV, foi verificado diferença somente para a variável PAD.

Uma das hipóteses do estudo era de que o exercício com adição de vibração pudesse gerar respostas cardiovasculares diferentes do exercício realizado sem vibração. Isso se justifica porque a adição de vibração ao exercício resistido pode gerar aumento do estímulo muscular (CARDINALE; BOSCO, 2003; CARDINALE; LIM, 2003) e, assim, tornaria o esforço mais intenso, influenciando as respostas cardiovasculares. Inclusive, a vibração, de forma isolada pode ocasionar aumento na PAM (MESTER; KLEINODER; YUE, 2006). Nesse contexto, a adição de vibração ao exercício poderia estimular a circulação periférica dos membros envolvidos no esforço e, por isso, resultar em modificações de variáveis como a PA e FC. Por exemplo, alguns estudos reportaram modificações no comportamento cardiovascular induzidas pela vibração, tais como: o aumento do fluxo sanguíneo (LYTHGO et al., 2009), aumento do volume sanguíneo (KERSCHAN-SCHINDL et al., 2001; MALONEY-HINDS et al., 2009), modificações na circulação cutânea através do aumento da temperatura da pele (LOHMAN et al., 2007; HAZELL et al., 2008; LOHMAN et al., 2012) e aumento do consumo de oxigênio (HAZELL; LEMON, 2012; SERRAVITE et al., 2013).

Nesse contexto, as análises feitas em nosso estudo com relação ao comportamento da PA mostraram que a PAS foi semelhante para ambos os grupos. Para a esta variável, os valores de pico e delta e percentual de delta não se diferem entre realizar o exercício com ou sem vibração. Enquanto que a PAD foi a única variável que demonstrou diferença entre os grupos, na análise dos valores de pico e de delta. Uma das hipóteses é que a adição de vibração causa o reflexo de contração-relaxamento, fazendo com que uma maior massa muscular seja recrutada para que o sujeito possa se manter no exercício, e isso geraria mais vasoconstrição, pois há maior quantidade relativa de massa muscular envolvida no esforço. Outra possibilidade é o fato de o aumento circulatório induzido pela vibração não seja suficiente para desencadear grandes alterações cardiovasculares em pessoas não hipertensas, ou com qualquer outra patologia vascular, como a amostra do presente estudo.

Não sabemos se indivíduos com disfunção endotelial ou doença vascular periférica, por exemplo, respondem da mesma forma e, por isso, outras investigações se fazem necessárias.

A literatura não reporta muitos estudos que analisaram o comportamento da PA durante o exercício com vibração. No estudo (HAZELL et al., 2008) em que o protocolo de exercício e a mensuração da PA foram semelhantes ao do presente estudo, não foram encontradas diferenças de PA média entre os grupos com e sem vibração. Foram detectadas diferenças em relação ao repouso em ambos os grupos a partir do 24º minuto da sessão de exercício. Provavelmente, as análises foram feitas a partir dos valores médios obtidos durante o exercício, o que difere das nossas análises, que utilizaram os valores de pico de cada série.

Quanto às investigações feitas após o exercício com vibração, foram identificadas poucas modificações da PA. Por exemplo, o estudo de Kersch-Schindl e seus colaboradores (KERSCHAN-SCHINDL et al., 2001), no qual a população investigada foi semelhante a do nosso estudo, homens e mulheres jovens, não foram identificados modificações na PA com relação ao exercício com ou sem vibração entre os momentos pré e pós.

Não foi identificado hipotensão pós-exercício, contudo a elevação das variáveis cardiovasculares que ocorreram durante o exercício não permaneceram após o seu término. Os valores pressóricos e de FC de ambos os grupos reduziram, com relação ao aumento que ocorreu durante o exercício. Durante a monitorização realizada nos 20 minutos de recuperação, essas variáveis voltaram a valores semelhantes ao que foi reportado em repouso.

As análises da FC não demonstraram nenhuma diferença entre os grupos, tanto em valores de pico, como de delta e percentual de delta. Após o exercício, também não foram encontradas diferenças entre os grupos. Porém, o grupo com vibração permaneceu com valores superiores ao repouso até o décimo minuto, enquanto que no grupo sem vibração, observou-se diferença com relação ao repouso apenas no momento imediatamente após o exercício. Apesar de não ser verificada diferença significativa entre os grupos, na última série do exercício, houve aumento de 32% dos batimentos por minuto no grupo com vibração, com relação ao repouso, enquanto que no grupo sem vibração esse aumento foi de 24%. Um estudo com objetivo de comparar diferentes intensidades e frequências de vibração identificou diferença para a FC com valores superiores no grupo com vibração (LYTHGO et al., 2009). Os autores concluíram que a FC se altera quando a frequência de vibração é relativamente baixa (5, 10 e 15Hz). A FC provavelmente se altera durante a sobreposição de vibração, por conta das adaptações neurais ocasionadas pelo exercício.

Sañudo e seus colaboradores (SANUDO et al., 2013) investigaram o comportamento da FC de indivíduos submetidos à vibração passiva após realizarem um exercício intenso, e constataram que aqueles que receberam a vibração tiveram uma queda mais acentuada da FC. Esses autores afirmam que isso provavelmente se deve ao aumento do retorno venoso, resultante da atividade muscular (SANUDO et al., 2013). Com base nesses resultados, quando comparado grupos submetidos ao exercício com e sem vibração, esperava-se que ocorresse diferença nos resultados entre os grupos para a FC após a cessação do exercício, mas o que verificamos foi que não houve diferenças entre os grupos, e que somente o grupo que recebeu vibração permaneceu com valores significativamente superiores ao momento de repouso, até o 10º minuto após o término do exercício. Além disso, poderiam ocorrer diferenças na FC entre os grupos, durante e após, principalmente devido a algumas alterações na circulação sanguínea causadas pela vibração, como por exemplo, aumento da velocidade das células sanguíneas (LYTHGO et al., 2009).

Provavelmente, as adaptações cardiovasculares durante a realização do exercício resistido, com ou sem a adição de vibração, não se relaciona somente a intensidade do exercício, mas também a outros fatores independentes do estímulo vibratório. Contudo, ao analisar os resultados de um estudo que verificou a exposição à vibração de forma passiva e ativa, constatou-se que ambas as condições promoveram o aumento da temperatura cutânea de forma semelhante, e que a exposição passiva foi capaz de aumentar o fluxo sanguíneo mais do que a intervenção ativa (LOHMAN et al., 2012). Isso mostra que, mesmo sem a realização de quaisquer tipos de exercício, em que seja necessária a contração muscular, a simples exposição à vibração pode interferir em determinadas variáveis hemodinâmicas.

Ao iniciar o exercício estático, mecanorreceptores são ativados, a atividade voluntária estimula o sistema nervoso central, que resulta em aumento da atividade simpática e redução do parassimpático, que induzem ao rápido aumento da FC e da PA (HIETANEN, 1984). Durante a contração muscular, no exercício estático, há um aumento da pressão intra-arterial e esse aumento é transferido para os vasos sanguíneos intramusculares. E com o aumento da atividade muscular, ocorre aumento do fluxo sanguíneo para suprir e demanda metabólica (LYTHGO et al., 2009).

A magnitude da resposta cardiovascular mediada pelo comando central pode ser independente da força produzida e mais relacionada à percepção individual de esforço. Alterações na percepção de esforço, sem alteração do sinal aferente muscular durante exercício constante, pode ocasionar modificações nas respostas cardiovasculares (WILLIAMSON et al., 2002). No nosso estudo, os valores de percepção subjetiva de esforço

foram comparados entre as duas condições de exercício, com e sem vibração, e o teste t pareado mostrou que não houve diferença entre a percepção relatada pelos sujeitos nas diferentes condições de exercício. Sendo assim, no nosso estudo, a percepção subjetiva de esforço, que foi semelhante para ambos os grupos, pode ter sido um fator que resultou na resposta cardiovascular semelhante para a maioria das variáveis que foram analisadas.

Entre as modificações mediadas pelo comando central, que ocorrem com o exercício, a liberação de óxido nítrico e prostaglandinas destacam-se no sentido de agirem no aumento da dilatação dos vasos. A vasodilatação endotelial se relaciona ao estresse de cisalhamento promovido pelo exercício físico, que por sua vez estimula a liberação de fatores vasorrelaxantes que são produzidos pelo endotélio que tem a sua expressão aumentada com o exercício (ROBERTS et al., 1999).

A vasodilatação é um dos fatores apontados como responsável pelas modificações na PA com a realização de exercício, e considera-se o estímulo vibratório como um meio de induzir a ocorrência da vasodilatação (OTSUKI et al., 2008). É difícil especificar se a vasodilatação ocorre somente durante, ou imediatamente após, ou por um período após a cessação do exercício com vibração (OTSUKI et al., 2008). Contudo, se a vasodilatação ocorresse durante o exercício, provavelmente, em nosso estudo, não seriam encontrados valores de PA superiores no grupo com vibração.

O efeito da vasodilatação local após o exercício contribui para a queda da PA após o exercício. Receptores histamínicos (H_1 e H_2) contribuem significativamente nos mecanismos de vasodilatação local (HALLIWILL et al., 2013), que envolvem as fibras musculares.

Independentemente dos resultados aqui apresentados, identificamos algumas limitações no presente estudo. Por exemplo, a atividade elétrica muscular, marcadores de vasodilatação e consumo de oxigênio poderiam ser úteis para auxiliar na interpretação das respostas cardiovasculares. Contudo, por questões operacionais tais medidas não foram realizadas. Além disso, as medidas cardiovasculares obtidas pela fotopletismografia podem não corresponder à real medida obtida por métodos validados para o tipo de exercício adotado. Contudo, o objetivo do estudo não foi estabelecer valores cardiovasculares de esforço, mas comparar as diferenças entre duas situações de exercícios.

CONCLUSÃO

O objetivo do nosso estudo foi de comparar as respostas cardiovasculares durante o exercício de agachamento isométrico, com e sem a adição de vibração. Foram realizadas análises dos valores de pico, valores de variação com relação ao repouso (delta) e com o percentual dessa variação de cada série do exercício, e somente a variável PAD mostrou diferença entre as condições de exercício, com e sem vibração, com valores superiores para a condição com vibração.

Conclui-se que o exercício com vibração proporcionou modificações na maioria das variáveis cardiovasculares de forma semelhante ao exercício sem vibração. Contudo, outros estudos deveriam ser conduzidos no sentido de investigar as respostas cardiovasculares em pessoas que tenham algum tipo de comprometimento cardiovascular.

REFERÊNCIAS

- ABERCROMBY, A. F., *et al.* Variation in neuromuscular responses during acute whole-body vibration exercise. **Med Sci Sports Exerc**, v. 39, n. 9, p. 1642-1650, 2007.
- ARAÚJO, C. G. S. D., *et al.* Respostas hemodinâmicas a um protocolo de treinamento isométrico de preensão manual. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 97, n., p. 413-419, 2011.
- ARAZI, H.; GHIASI, A.; AFKHAMI, M. Effects of Different Rest Intervals between Circuit Resistance Exercises on Post-exercise Blood Pressure Responses in Normotensive Young Males. **Asian J Sports Med**, v. 4, n. 1, p. 63-69, 2013.
- ARTERO, E. G., *et al.* A prospective study of muscular strength and all-cause mortality in men with hypertension. **J Am Coll Cardiol**, v. 57, n. 18, p. 1831-1837, 2011.
- AVELAR, N. C., *et al.* Influence of the knee flexion on muscle activation and transmissibility during whole body vibration. **J Electromyogr Kinesiol**, v. 23, n. 4, p. 844-850, 2013.
- BECK, D. T., *et al.* Exercise training reduces peripheral arterial stiffness and myocardial oxygen demand in young prehypertensive subjects. **Am J Hypertens**, v. 26, n. 9, p. 1093-1102, 2013.
- BEIJER, A., *et al.* Randomized controlled study on resistive vibration exercise (EVE study): protocol, implementation and feasibility. **J Musculoskelet Neuronal Interact**, v. 13, n. 2, p. 147-156, 2013.
- BELAVY, D. L., *et al.* Evidence for an additional effect of whole-body vibration above resistive exercise alone in preventing bone loss during prolonged bed rest. **Osteoporos Int**, v. 22, n. 5, p. 1581-1591, 2011.
- BOGAERTS, A., *et al.* Impact of whole-body vibration training versus fitness training on muscle strength and muscle mass in older men: a 1-year randomized controlled trial. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v. 62, n. 6, p. 630-635, 2007.
- BOLAM, K. A.; VAN UFFELEN, J. G.; TAAFFE, D. R. The effect of physical exercise on bone density in middle-aged and older men: A systematic review. **Osteoporos Int**, v., n., p., 2013.
- BORG, G. **Borg's perceived exertion and pain scales**. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 1998. 120 p.
- BOSCO, C., *et al.* Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. **Clin Physiol**, 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. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v. 79, n. 4, p. 306-311, 1999.
- BOSCO, C., *et al.* Hormonal responses to whole-body vibration in men. **Eur J Appl Physiol**, v. 81, n. 6, p. 449-454, 2000.
- BRAITH, R. W.; STEWART, K. J. Resistance exercise training: its role in the prevention of cardiovascular disease. **Circulation**, v. 113, n. 22, p. 2642-2650, 2006.
- BURKE, D., *et al.* The responses of human muscle spindle endings to vibration during isometric contraction. **J Physiol**, v. 261, n. 3, p. 695-711, 1976.

- BUTTON, C., *et al.* The effect of multidirectional mechanical vibration on peripheral circulation of humans. **Clin Physiol Funct Imaging**, v. 27, n. 4, p. 211-216, 2007.
- CARDINALE, M.; BOSCO, C. The use of vibration as an exercise intervention. **Exerc Sport Sci Rev**, v. 31, n. 1, p. 3-7, 2003.
- CARDINALE, M.; LIM, J. Electromyography activity of vastus lateralis muscle during whole-body vibrations of different frequencies. **J Strength Cond Res**, v. 17, n. 3, p. 621-624, 2003.
- CARDINALE, M.; WAKELING, J. Whole body vibration exercise: are vibrations good for you? **Br J Sports Med**, v. 39, n. 9, p. 585-589; discussion 589, 2005.
- CARDOSO, C. G., JR., *et al.* Acute and chronic effects of aerobic and resistance exercise on ambulatory blood pressure. **Clinics (Sao Paulo)**, v. 65, n. 3, p. 317-325, 2010.
- CARLSOO, S. The effect of vibration on the skeleton, joints and muscles. A review of the literature. **Appl Ergon**, v. 13, n. 4, p. 251-258, 1982.
- CHODZKO-ZAJKO, W. J., *et al.* American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. **Med Sci Sports Exerc**, v. 41, n. 7, p. 1510-1530, 2009.
- CHRYSANT, S. G. Current evidence on the hemodynamic and blood pressure effects of isometric exercise in normotensive and hypertensive persons. **J Clin Hypertens (Greenwich)**, v. 12, n. 9, p. 721-726, 2010.
- COCHRANE, D. J.; HAWKE, E. J. Effects of acute upper-body vibration on strength and power variables in climbers. **J Strength Cond Res**, v. 21, n. 2, p. 527-531, 2007.
- COCHRANE, D. J., *et al.* A comparison of the physiologic effects of acute whole-body vibration exercise in young and older people. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 89, n. 5, p. 815-821, 2008.
- CORMIE, P., *et al.* Acute effects of whole-body vibration on muscle activity, strength, and power. **J Strength Cond Res**, v. 20, n. 2, p. 257-261, 2006.
- CORNELISSEN, V. A., *et al.* Impact of resistance training on blood pressure and other cardiovascular risk factors: a meta-analysis of randomized, controlled trials. **Hypertension**, v. 58, n. 5, p. 950-958, 2011.
- DA SILVA, C. A., *et al.* **Acute effect of isometric resistance exercise on blood pressure of normotensive healthy subjects**: secondary title, 2013.
- DELECLUSE, C.; ROELANTS, M.; VERSCHUEREN, S. Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. **Med Sci Sports Exerc**, v. 35, n. 6, p. 1033-1041, 2003.
- DEVEREUX, G. R.; WILES, J. D.; SWAINE, I. L. Reductions in resting blood pressure after 4 weeks of isometric exercise training. **Eur J Appl Physiol**, v. 109, n. 4, p. 601-606, 2010.
- DI GIMINIANI, R., *et al.* The interaction between body position and vibration frequency on acute response to whole body vibration. **J Electromyogr Kinesiol**, v. 23, n. 1, p. 245-251, 2013.
- DOLNY, D. G.; REYES, G. F. Whole body vibration exercise: training and benefits. **Curr Sports Med Rep**, v. 7, n. 3, p. 152-157, 2008.
- FAGNANI, F., *et al.* The effects of a whole-body vibration program on muscle performance and flexibility in female athletes. **Am J Phys Med Rehabil**, v. 85, n. 12, p. 956-962, 2006.

- FARIA TDE, O., *et al.* Acute resistance exercise reduces blood pressure and vascular reactivity, and increases endothelium-dependent relaxation in spontaneously hypertensive rats. **Eur J Appl Physiol**, v. 110, n. 2, p. 359-366, 2010.
- FERNANDEZ-RIO, J., *et al.* Effects of vibration training on force production in female basketball players. **J Strength Cond Res**, v. 24, n. 5, p. 1373-1380, 2010.
- FIGUEROA, A.; GIL, R.; SANCHEZ-GONZALEZ, M. A. Whole-body vibration attenuates the increase in leg arterial stiffness and aortic systolic blood pressure during post-exercise muscle ischemia. **Eur J Appl Physiol**, v. 111, n. 7, p. 1261-1268, 2011.
- FIGUEROA, A., *et al.* Whole-body vibration exercise training reduces arterial stiffness in postmenopausal women with prehypertension and hypertension. **Menopause**, v., n., p., 2013.
- FJELDSTAD, C., *et al.* Whole-body vibration augments resistance training effects on body composition in postmenopausal women. **Maturitas**, v. 63, n. 1, p. 79-83, 2009.
- FORT, A., *et al.* Effects of whole-body vibration training on explosive strength and postural control in young female athletes. **J Strength Cond Res**, v. 26, n. 4, p. 926-936, 2012.
- FULLER, J. T., *et al.* Effect of vibration on muscle perfusion: a systematic review. **Clin Physiol Funct Imaging**, v. 33, n. 1, p. 1-10, 2013.
- GARBER, C. E., *et al.* American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Med Sci Sports Exerc**, v. 43, n. 7, p. 1334-1359, 2011.
- GERAGE, A. M., *et al.* Cardiovascular Adaptations to Resistance Training in Elderly Postmenopausal Women. **Int J Sports Med**, v., n., p., 2013.
- GOMEZ-CABELLO, A., *et al.* Effects of a short-term whole body vibration intervention on physical fitness in elderly people. **Maturitas**, v., n., p., 2013.
- GOODWILL, A. M.; KIDGELL, D. J. The effects of whole-body vibration on the cross-transfer of strength. **ScientificWorldJournal**, v. 2012, n., p. 504837, 2012.
- HALLIWILL, J. R., *et al.* Postexercise hypotension and sustained postexercise vasodilatation: what happens after we exercise? **Exp Physiol**, v. 98, n. 1, p. 7-18, 2013.
- HASKELL, W. L., *et al.* Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Med Sci Sports Exerc**, v. 39, n. 8, p. 1423-1434, 2007.
- HAZELL, T. J.; JAKOBI, J. M.; KENNO, K. A. The effects of whole-body vibration on upper- and lower-body EMG during static and dynamic contractions. **Appl Physiol Nutr Metab**, v. 32, n. 6, p. 1156-1163, 2007.
- HAZELL, T. J., *et al.* Vertical whole-body vibration does not increase cardiovascular stress to static semi-squat exercise. **Eur J Appl Physiol**, v. 104, n. 5, p. 903-908, 2008.
- HAZELL, T. J.; LEMON, P. W. Synchronous whole-body vibration increases VO₂ during and following acute exercise. **Eur J Appl Physiol**, v. 112, n. 2, p. 413-420, 2012.
- HIETANEN, E. Cardiovascular responses to static exercise. **Scand J Work Environ Health**, v. 10, n. 6 Spec No, p. 397-402, 1984.

- HO, S. S., *et al.* Resistance, aerobic, and combination training on vascular function in overweight and obese adults. **J Clin Hypertens (Greenwich)**, v. 14, n. 12, p. 848-854, 2012.
- HUMPHRIES, B., *et al.* The influence of vibration on muscle activation and rate of force development during maximal isometric contractions. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 3, n., p. 16-22, 2004.
- ISSURIN, V. B. Vibrations and their applications in sport. A review. **J Sports Med Phys Fitness**, v. 45, n. 3, p. 324-336, 2005.
- IVEY, F. M.; RYAN, A. S. Resistive Training Improves Insulin Sensitivity after Stroke. **J Stroke Cerebrovasc Dis**, v., n., p., 2013.
- JACKSON, S. W.; TURNER, D. L. Prolonged muscle vibration reduces maximal voluntary knee extension performance in both the ipsilateral and the contralateral limb in man. **Eur J Appl Physiol**, v. 88, n. 4-5, p. 380-386, 2003.
- JONES, M. T.; PARKER, B. M.; CORTES, N. The effect of whole-body vibration training and conventional strength training on performance measures in female athletes. **J Strength Cond Res**, v. 25, n. 9, p. 2434-2441, 2011.
- JORGE, M. L., *et al.* The effects of aerobic, resistance, and combined exercise on metabolic control, inflammatory markers, adipocytokines, and muscle insulin signaling in patients with type 2 diabetes mellitus. **Metabolism**, v. 60, n. 9, p. 1244-1252, 2011.
- KERSCHAN-SCHINDL, K., *et al.* Whole-body vibration exercise leads to alterations in muscle blood volume. **Clin Physiol**, v. 21, n. 3, p. 377-382, 2001.
- KIISKI, J., *et al.* Transmission of vertical whole body vibration to the human body. **J Bone Miner Res**, v. 23, n. 8, p. 1318-1325, 2008.
- KINGWELL, B. A. Nitric oxide-mediated metabolic regulation during exercise: effects of training in health and cardiovascular disease. **FASEB J**, v. 14, n. 12, p. 1685-1696, 2000.
- LOHMAN, E. B., 3RD, *et al.* The effect of whole body vibration on lower extremity skin blood flow in normal subjects. **Med Sci Monit**, v. 13, n. 2, p. CR71-76, 2007.
- LOHMAN, E. B., 3RD, *et al.* A comparison of whole body vibration and moist heat on lower extremity skin temperature and skin blood flow in healthy older individuals. **Med Sci Monit**, v. 18, n. 7, p. CR415-424, 2012.
- LORENZEN, C., *et al.* Inconsistent use of terminology in whole body vibration exercise research. **J Sci Med Sport**, v. 12, n. 6, p. 676-678, 2009.
- LUO, J.; MCNAMARA, B.; MORAN, K. The use of vibration training to enhance muscle strength and power. **Sports Med**, v. 35, n. 1, p. 23-41, 2005.
- LYTHGO, N., *et al.* Whole-body vibration dosage alters leg blood flow. **Clin Physiol Funct Imaging**, v. 29, n. 1, p. 53-59, 2009.
- MAIKALA, R. V.; BHAMBHANI, Y. N. Cardiovascular responses in healthy young women during exposure to whole-body vibration. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 38, n. 9-10, p. 775-782, 2008.
- MALONEY-HINDS, C., *et al.* The role of nitric oxide in skin blood flow increases due to vibration in healthy adults and adults with type 2 diabetes. **Diabetes Technol Ther**, v. 11, n. 1, p. 39-43, 2009.

- MARIN, P. J.; RHEA, M. R. Effects of vibration training on muscle strength: a meta-analysis. **J Strength Cond Res**, v. 24, n. 2, p. 548-556, 2010.
- MARIN, P. J., *et al.* Whole-body vibration increases upper and lower body muscle activity in older adults: potential use of vibration accessories. **J Electromyogr Kinesiol**, v. 22, n. 3, p. 456-462, 2012.
- MARTIN, B. J.; PARK, H. S. Analysis of the tonic vibration reflex: influence of vibration variables on motor unit synchronization and fatigue. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v. 75, n. 6, p. 504-511, 1997.
- MASLOW, A. L., *et al.* Muscular strength and incident hypertension in normotensive and prehypertensive men. **Med Sci Sports Exerc**, v. 42, n. 2, p. 288-295, 2010.
- MATTHEWS, P. B. The reflex excitation of the soleus muscle of the decerebrate cat caused by vibration applied to its tendon. **J Physiol**, v. 184, n. 2, p. 450-472, 1966.
- MEMBERS; A. T. F., *et al.* European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice (version 2012): The Fifth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (constituted by representatives of nine societies and by invited experts) Developed with the special contribution of the European Association for Cardiovascular Prevention & Rehabilitation (EACPR). **European Heart Journal**, v., n., p., 2012.
- MESTER, J.; KLEINODER, H.; YUE, Z. Vibration training: benefits and risks. **J Biomech**, v. 39, n. 6, p. 1056-1065, 2006.
- METTER, E. J., *et al.* Skeletal muscle strength as a predictor of all-cause mortality in healthy men. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v. 57, n. 10, p. B359-365, 2002.
- MILANESE, C., *et al.* Ten-week whole-body vibration training improves body composition and muscle strength in obese women. **Int J Med Sci**, v. 10, n. 3, p. 307-311, 2013.
- NORDLUND, M. M.; THORSTENSSON, A. Strength training effects of whole-body vibration? **Scand J Med Sci Sports**, v. 17, n. 1, p. 12-17, 2007.
- OSAWA, Y.; OGUMA, Y. Effects of combining whole-body vibration with exercise on the consequences of detraining on muscle performance in untrained adults. **J Strength Cond Res**, v. 27, n. 4, p. 1074-1082, 2013a.
- OSAWA, Y.; OGUMA, Y. Effects of resistance training with whole-body vibration on muscle fitness in untrained adults. **Scand J Med Sci Sports**, v. 23, n. 1, p. 84-95, 2013b.
- OTSUKI, T., *et al.* Arterial stiffness acutely decreases after whole-body vibration in humans. **Acta Physiol (Oxf)**, v. 194, n. 3, p. 189-194, 2008.
- PESCATELLO, L. S., *et al.* American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. **Med Sci Sports Exerc**, v. 36, n. 3, p. 533-553, 2004.
- PETIT, P. D., *et al.* Optimal whole-body vibration settings for muscle strength and power enhancement in human knee extensors. **J Electromyogr Kinesiol**, v. 20, n. 6, p. 1186-1195, 2010.
- PREATONI, E., *et al.* The effects of whole-body vibration in isolation or combined with strength training in female athletes. **J Strength Cond Res**, v. 26, n. 9, p. 2495-2506, 2012.
- RITTWEGER, J.; BELLER, G.; FELSEMBERG, D. Acute physiological effects of exhaustive whole-body vibration exercise in man. **Clin Physiol**, v. 20, n. 2, p. 134-142, 2000.

- RITTWEGER, J.; SCHIESSL, H.; FELSEMBERG, D. Oxygen uptake during whole-body vibration exercise: comparison with squatting as a slow voluntary movement. **Eur J Appl Physiol**, v. 86, n. 2, p. 169-173, 2001.
- RITTWEGER, J., *et al.* Oxygen uptake in whole-body vibration exercise: influence of vibration frequency, amplitude, and external load. **Int J Sports Med**, v. 23, n. 6, p. 428-432, 2002.
- RITTWEGER, J. Vibration as an exercise modality: how it may work, and what its potential might be. **Eur J Appl Physiol**, v. 108, n. 5, p. 877-904, 2010.
- RITZMANN, R., *et al.* EMG activity during whole body vibration: motion artifacts or stretch reflexes? **Eur J Appl Physiol**, v. 110, n. 1, p. 143-151, 2010.
- ROBERTS, C. K., *et al.* Acute exercise increases nitric oxide synthase activity in skeletal muscle. **Am J Physiol**, v. 277, n. 2 Pt 1, p. E390-394, 1999.
- ROLL, J. P.; VEDEL, J. P.; RIBOT, E. Alteration of proprioceptive messages induced by tendon vibration in man: a microneurographic study. **Exp Brain Res**, v. 76, n. 1, p. 213-222, 1989.
- ROMAIGUERE, P., *et al.* Differential activation of motor units in the wrist extensor muscles during the tonic vibration reflex in man. **J Physiol**, v. 444, n., p. 645-667, 1991.
- RONNESTAD, B. R. Comparing the performance-enhancing effects of squats on a vibration platform with conventional squats in recreationally resistance-trained men. **J Strength Cond Res**, v. 18, n. 4, p. 839-845, 2004.
- SACKNER, M. A.; GUMMELS, E.; ADAMS, J. A. Nitric oxide is released into circulation with whole-body, periodic acceleration. **Chest**, v. 127, n. 1, p. 30-39, 2005.
- SANUDO, B., *et al.* Cardiac autonomic response during recovery from a maximal exercise using whole body vibration. **Complement Ther Med**, v. 21, n. 4, p. 294-299, 2013.
- SCHLEE, G.; RECKMANN, D.; MILANI, T. L. Whole body vibration training reduces plantar foot sensitivity but improves balance control of healthy subjects. **Neurosci Lett**, v. 506, n. 1, p. 70-73, 2012.
- SEIDEL, H.; HEIDE, R. Long-term effects of whole-body vibration: a critical survey of the literature. **Int Arch Occup Environ Health**, v. 58, n. 1, p. 1-26, 1986.
- SEIDEL, H. Selected health risks caused by long-term, whole-body vibration. **Am J Ind Med**, v. 23, n. 4, p. 589-604, 1993.
- SERRAVITE, D. H., *et al.* Loading and concurrent synchronous whole-body vibration interaction increases oxygen consumption during resistance exercise. **J Sports Sci Med**, v. 12, n. 3, p. 475-480, 2013.
- SHERK, V. D., *et al.* Acute bone marker responses to whole-body vibration and resistance exercise in young women. **J Clin Densitom**, v. 16, n. 1, p. 104-109, 2013.
- SHERRINGTON, C., *et al.* Effective exercise for the prevention of falls: a systematic review and meta-analysis. **J Am Geriatr Soc**, v. 56, n. 12, p. 2234-2243, 2008.
- SOUSA, N. M., *et al.* Continuous blood pressure response at different intensities in leg press exercise. **Eur J Prev Cardiol**, v., n., p., 2013.

- THOMAS, S.; READING, J.; SHEPHARD, R. J. Revision of the Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q). **Can J Sport Sci**, v. 17, n. 4, p. 338-345, 1992.
- TIBANA, R. A.; BALSAMO, S.; PRESTES, J. Associação entre Força Muscular Relativa e Pressão Arterial de Repouso em Mulheres Sedentárias. **Rev Bras Cardio**, v. 23, n. 4, p. 163-168, 2011.
- TOSCANI, V., *et al.* Modification of the effects of immobilization upon metabolic and physiologic functions of normal men by the use of an oscillating bed. **The American Journal of Medicine**, v. 6, n. 6, p. 684-711, 1949.
- VAN DUJINHOVEN, N. T., *et al.* Resistive exercise versus resistive vibration exercise to counteract vascular adaptations to bed rest. **J Appl Physiol**, v. 108, n. 1, p. 28-33, 2010.
- VANHEES, L., *et al.* Importance of characteristics and modalities of physical activity and exercise in defining the benefits to cardiovascular health within the general population: recommendations from the EACPR (Part I). **Eur J Prev Cardiol**, v. 19, n. 4, p. 670-686, 2012.
- VELOSO, J., *et al.* Efeitos do intervalo de recuperação entre as séries sobre a pressão arterial após exercícios resistidos. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 94, n., p. 512-518, 2010.
- VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 95, n., p. I-III, 2010.
- VISSERS, D., *et al.* The effect of whole body vibration short-term exercises on respiratory gas exchange in overweight and obese women. **Phys Sportsmed**, v. 37, n. 3, p. 88-94, 2009.
- WEBER, T., *et al.* Vascular adaptations induced by 6 weeks WBV resistance exercise training. **Clin Physiol Funct Imaging**, v. 33, n. 2, p. 92-100, 2013.
- WEIER, A. T.; KIDGELL, D. J. Strength training with superimposed whole body vibration does not preferentially modulate cortical plasticity. **ScientificWorldJournal**, v. 2012, n., p. 876328, 2012.
- WIECEK, E. M.; MCCARTNEY, N.; MCKELVIE, R. S. Comparison of direct and indirect measures of systemic arterial pressure during weightlifting in coronary artery disease. **Am J Cardiol**, v. 66, n. 15, p. 1065-1069, 1990.
- WIKSTRÖM, B.-O.; KJELLBERG, A.; LANDSTRÖM, U. Health effects of long-term occupational exposure to whole-body vibration: A review. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 14, n. 4, p. 273-292, 1994.
- WILLIAMS, M. A., *et al.* Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. **Circulation**, v. 116, n. 5, p. 572-584, 2007.
- WILLIAMSON, J. W., *et al.* Brain activation by central command during actual and imagined handgrip under hypnosis. **J Appl Physiol (1985)**, v. 92, n. 3, p. 1317-1324, 2002.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Anamnese

Nome: _____

Data de Nascimento: ____/____/____ Sexo: () M () F

1. Pratica alguma atividade física?

() Sim () Não Qual: _____ Há quanto tempo: _____ Quantas vezes por semana: _____ Quantos minutos por dia: _____

2. Você tem algum problema cardíaco? (ataque, cirurgia, doença)

() Sim () Não Qual: _____

3. Tem algum parente (pais, irmãos, tios e avós) que teve ou tem algum problema cardíaco? (ataque, cirurgia, doença)

() Sim () Não Qual: _____

4. Você tem hipertensão? () Sim () Não

5. Tem algum parente (pais, irmãos, tios e avós) que teve ou tem hipertensão?

() Sim () Não

6. Tem diabetes mellitus? () Sim () Não

7. Tem algum parente (pais, irmãos, tios e avós) que teve ou tem diabetes mellitus?

() Sim () Não

8. Tem colesterol alto? () Sim () Não

9. Tem algum parente (pais, irmãos, tios e avós) que teve ou tem colesterol alto?

() Sim () Não

10. É fumante?

() Sim () Não () Ex Fumante. Parou há quanto tempo? _____

11. Possui algum problema mioarticular (lesão articular ou muscular como artrite, artrose, dores musculares constantes)?

() Sim () Não Qual: _____

12. Possui algum problema ósseo (osteoporose e osteopenia)?

() Sim () Não Qual: _____

13. Já sofreu alguma fratura?

() Sim () Não Qual: _____ Há quanto tempo? _____

14. Possui outros problemas de saúde?

() Sim () Não Qual: _____

15. Utiliza algum tipo de medicamento de forma contínua?

() Sim () Não Qual: _____

16. Já passou por algum procedimento cirúrgico?

() Sim () Não Qual: _____

APÊNDICE B

Termo de consentimento livre e esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

I – DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU LEGAL RESPONSÁVEL

1. Nome do participante.....
 Documento de Identidade Nº :.....Sexo: () M () F
 Data de Nascimento:...../...../.....
 Endereço:.....Nº:.....Apto:.....
 Bairro:.....CEP:.....
 Município.....Telefone: (.....).....
 e-mail:.....

II – DADOS SOBRE A PESQUISA

1. Título do Protocolo de Pesquisa: Efeito do treinamento físico com vibração sobre as respostas cardiovasculares.

2. Pesquisador: Prof. Dr. Marcos Doederlein Polito
 Função: Professor Adjunto do Centro de Educação Física e Esporte - UEL
 Departamento de Educação Física

3. Avaliação do Risco da Pesquisa:

Sem Risco () Risco Mínimo (X) Risco Médio ()
 Risco Baixo () Risco Maior ()

1. Duração da Pesquisa: O experimento terá duração de aproximadamente uma semana, sendo que os sujeitos serão solicitados em dias não consecutivos para realizar no primeiro dia o teste de 1RM, medidas antropométricas e sessão de familiarização. No segundo e terceiro dia, também não consecutivos será realizado as sessão de treinamento resistido e treinamento resistido com plataforma vibratória.

III – REGISTRO DAS EXPLICAÇÕES DO PESQUISADOR AO PACIENTE OU SEU REPRESENTANTE LEGAL SOBRE A PESQUISA, CONSIGNANDO:

1. Justificativa e objetivo

O treinamento com vibração é um método de treinamento muscular relativamente novo e cada vez mais popular nas academias e clínicas de reabilitação. Tem sido indicado como complemento ao treino de força tradicional, pois possui facilidade de execução dos movimentos e está associado ao baixo risco cardiovascular. Porém, até o momento, são poucos os trabalhos que investigaram as respostas cardiovasculares em relação aos exercícios com plataforma vibratória.

Considerando que a hipertensão arterial é uma doença crônico-degenerativa que está associada a mudanças nas estruturas de órgãos-alvos, que é um dos fatores de risco que mais favorecem o desenvolvimento de doenças cardiovasculares e que a atividade física pode ser um importante agente na prevenção da HA e melhora da qualidade de vida de pessoas, torna-se notável investigar os efeitos dos exercícios nas respostas cardiovasculares realizados de diferentes formas como com plataformas vibratórias.

Sendo assim, o objetivo do presente estudo será investigar as respostas hemodinâmicas de sujeitos submetidos a uma sessão de exercícios sobre a plataforma vibratória. Analisando e comparando o comportamento das variáveis cardiovasculares durante e após uma sessão de exercício.

2. Procedimentos que serão adotados durante a pesquisa

Todos os sujeitos participarão do treinamento resistido (TR) e do treinamento resistido com vibração (TRV). Os participantes serão ordenados aleatoriamente entre os dois momentos que compõem o estudo. Em ambas as condições os indivíduos que farão parte do estudo realizarão protocolos semelhantes.

A massa corporal e a estatura serão obtidas e a partir dessas medidas o índice de massa corpórea (IMC) será calculado para a caracterização da amostra. Para avaliar a força máxima, será aplicado para o exercício de agachamento na máquina *Smith*.

O protocolo consistirá na realização do exercício agachamento de forma dinâmica. A carga será de 60% de 1RM e o exercício será feito em quatro séries de 10 repetições com intervalo de três minutos entre as séries. Os sujeitos serão orientados a realizarem as repetições com 1 segundo para fase concêntrica e 2 para a excêntrica.

O treinamento sobre a plataforma vibratória será realizado em um equipamento da marca *Power Plate*. E a sessão de treinamento seguirá as recomendações do fabricante da plataforma vibratória *Power Plate* para indivíduos iniciantes com objetivo de treinar força e potência. Com a duração de aproximadamente 15 minutos e a intensidade 30 Hz, que equivale a uma intensidade baixa.

As variáveis PAS, PAD, FC, VS, DC e RVP serão mensuradas em repouso, durante o exercício, imediatamente após a sessão e durante o período de 24 horas após o exercício. Medidas de PAS, PAD e FC em repouso e após o exercício serão aferidas através de um aparelho automático (*OMRON – HEM-742*) e o sujeito deverá permanecer sentado, em repouso, por no mínimo 10 minutos antes da medida.

A monitorização das variáveis hemodinâmicas, antes, durante e após o exercício serão feitas de forma não invasiva e contínua com monitor de pressão *Finometer*[®] por meio da técnica de fotopletiografia digital. Esta técnica oferece os valores da variabilidade da pressão e do fluxo batimento-a-batimento, como também de outros parâmetros derivados do sinal contínuo, como PAS, PAD, PAM, FC, VS, DC e RVT²⁴. Essas medidas são aferidas por meio de um cuff (manguito de pressão) posicionado em volta da falange média do dedo médio da mão esquerda.

A aferição das variáveis PAS, PAD e FC pós-exercício serão realizadas através do Monitorização ambulatorial da Pressão arterial (MAPA) a qual propicia avaliação de forma não invasiva com intervalos curtos, no ambiente natural do indivíduo e durante a execução de suas atividades habituais. Neste estudo será adotado o intervalo de mensuração de 15 minutos durante o dia e de 30 minutos durante o período de sono. Para tal, será utilizado um equipamentos que emprega a técnica oscilométrica para mensurações da PA, permitindo gravação automática/manual da pressão arterial e da frequência cardíaca durante 24 horas. O equipamento será acoplado no sujeito 30 minutos após a realização do exercício e o sujeito

será orientado a retornar no dia seguinte ao laboratório para a retirada do equipamento. Além disso, os participantes serão orientados a relatarem, em uma ficha, suas atividades durante o período que permanecerão com a MAPA.

A variabilidade da frequência cardíaca será determinada através de um monitor de frequência cardíaca da marca Polar, modelo S810i. Os registros obtidos em intervalos R-R registrados a cada batimento serão transferidos a um computador e gravados para que se possa proceder a análise da VFC pelo uso do software Polar Precision Performance. A análise da VFC será mensurada em repouso e nos após o exercício por meio do monitor será colocado no voluntário e preso por um cinto com um sistema elástico sobre a região do precórdio.

3. Desconfortos e riscos

Existe a possibilidade de: dores musculares em decorrência da prática de testes de esforço e decorrente da sessão de treinamento; após a sessão de treinamento com plataforma vibratória pode ocorrer, inchaço nas pernas, eritema e tontura. Apesar disso, no presente estudo, todo o esforço será feito para minimizar possíveis riscos à integridade física dos participantes. Nesse sentido, informações preliminares, relacionadas aos níveis de saúde e aptidão física desses sujeitos deverão ser obtidas por médico cardiologista, além do que uma supervisão direta e individual de cada participante será adotada durante o período experimental.

4. Benefícios esperados

Espera-se contribuir com informações a respeito dos efeitos do exercício com a plataforma vibratória sobre o sistema cardiovascular. Acredita-se que os resultados possam contribuir para a prescrição e orientação desse tipo de exercícios no que tange a melhora cardiovascular a auxiliem na garantia de eficácia desse tipo de exercício como também do baixo risco associado.

V – ESCLARECIMENTOS DADOS PELO PESQUISADOR SOBRE GARANTIAS DO SUJEITO DA PESQUISA

1. Exposição dos resultados e preservação da privacidade dos voluntários

Os resultados obtidos neste estudo serão publicados, independentemente das informações encontradas, sem que haja a identificação dos indivíduos que prestaram sua contribuição (como sujeitos da amostra), respeitando-se, portanto, o direito de privacidade, conforme normas éticas.

2. Despesas decorrentes da participação no projeto de pesquisa

Os voluntários estarão isentos de qualquer despesa ou ressarcimento decorrente da participação voluntária neste projeto de pesquisa.

3. Liberdade de consentimento

Os sujeitos estarão livres para negar a assinatura deste consentimento ou, ainda, para deixar de participar em qualquer momento sem qualquer prejuízo.

4. Questionamentos

Os participantes terão acesso, a qualquer tempo, às informações sobre procedimentos, riscos e benefícios relacionados a esta pesquisa.

5. Responsabilidade do participante

O participante deve relatar doenças presentes ou ocorridas, independentemente do exame médico. Também deve reportar imediatamente quaisquer sensações incomuns ou desconfortos percebidos durante os esforços. Portanto, cada participante será responsável por fornecer tais informações quando solicitadas pelos responsáveis pelo projeto.

VI – PARA CONTATO EM CASO DE INTERCORRÊNCIAS CLÍNICAS E REAÇÕES ADVERSAS

Thaísia Costa Dias
Rua Saturno, 130 – Londrina – CEP 86070-130
Telefone: (43) 9172 9200

VII – CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

Declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Protocolo de Pesquisa.

Londrina, _____ de _____ de 200__.

Assinatura do participante

Assinatura do pesquisador

ANEXOS

ANEXO A

PAR Q

Physical Activity Readiness Questionnaire

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.

Por favor, assinale “sim” ou “não” as seguintes perguntas:

- 1) Seu médico já lhe disse que você é portador de uma alteração cardíaca e recomendou atividades físicas somente sob supervisão médica?
 sim não
 - 2) Você sente dor no tórax quando realiza alguma atividade física?
 sim não
 - 3) No último mês, você teve dor torácica quando não estava realizando uma atividade física?
 sim não
 - 4) Você perdeu o equilíbrio em virtude de uma tonteira ou já perdeu a consciência?
 sim não
 - 5) Você sofre algum tipo de problema ósseo ou articular que poderia ser agravado por uma mudança em sua atividade física?
 sim não
 - 6) Seu médico está lhe receitando atualmente medicamentos (exemplo, diuréticos) para pressão arterial ou alguma condição cardíaca?
 sim não
 - 7) Você está a par de alguma outra razão pela qual não deveria realizar uma atividade física?
 sim não
-

ANEXO B

Carta de Aprovação do Comitê de ética

 Universidade Estadual de Londrina			
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS Universidade Estadual de Londrina Registro CONEP 5231			
Parecer CEP/UEL:	176/2012		
CAAE:	07889312.7.0000.5231		
Processo:	8143		
Pesquisador(a):	Marcos Doederlein Polito		
Unidade/Órgão:	CEFE - Departamento de Educação Física		
Prezado(a) Senhor(a): O "Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina" (Registro CONEP 5231) – de acordo com as orientações da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS e Resoluções Complementares, avaliou o projeto: "EFEITO DO TREINAMENTO FÍSICO COM VIBRAÇÃO SOBRE AS RESPOSTAS CARDIOVASCULARES" .			
Situação do Projeto: Aprovado Informamos que deverá ser comunicada, por escrito, qualquer modificação que ocorra no desenvolvimento da pesquisa, bem como deverá ser encaminhado ao CEP/UEL relatório final da pesquisa, conforme prevê a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS e Resoluções Complementares.			
Londrina, 22 de outubro de 2012.			
 Prof. Dra. Alexandrina Aparecida Maciel Cardelli Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos Universidade Estadual de Londrina			
			
<small> Campus Debutápolis: Rua Ina Penteado Calife, 455 - Jd. São José - Fone: (41) 3371-4000 - FAX: (41) 3371-4000 - E-mail: Presid@uel.br - CEP: 86031-900 - Internet: http://www.uel.br Londrina - PARANÁ - BRASIL Fone: (41) 3371-7000 - Fax: (41) 3371-4000 </small>			