

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 19/07/2021.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

AVALIAÇÃO DOS EFEITOS AGUDOS DA VIBRAÇÃO MECÂNICA
GERADA PELA PLATAFORMA VIBRATÓRIA TRIPLANAR NOS
PARÂMETROS CARDIOVASCULARES E RESPIRATÓRIOS
EM CÃES

BRUNA MARTINS DA SILVA

Botucatu – SP

2019

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

AVALIAÇÃO DOS EFEITOS AGUDOS DA VIBRAÇÃO MECÂNICA
GERADA PELA PLATAFORMA VIBRATÓRIA TRIPLANAR NOS
PARÂMETROS CARDIOVASCULARES E RESPIRATÓRIOS
EM CÃES

BRUNA MARTINS DA SILVA

Defesa da dissertação apresentada
junto ao Programa de Pós-Graduação
em Biotecnologia Animal para obtenção
do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Ivan Felismino Charas dos Santos
Co-orientadora: Profa. Titular Sheila Canevese Rahal

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: LUCIANA PIZZANI-CRB 8/6772

Silva, Bruna Martina da.

Avaliação dos efeitos agudos da vibração mecânica gerada pela plataforma vibratória triplanar nos parâmetros cardiovasculares e respiratórios em cães / Bruna Martina da Silva. - Botucatu, 2019

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

Orientador: Ivan Felismino Charas dos Santos

Coorientador: Titular Sheila Canevese Rahal

Capes: 50501070

1. Veterinária de pequenos animais. 2. Cães. 3. Vibração.

Palavras-chave: Ecocardiograma; Hemogasometria; Oscilações sinusoidais; Pequenos animais; Vibração de corpo inteiro.

Nome do autor: Bruna Martins Da Silva

Título: Avaliação dos efeitos agudos da vibração mecânica gerada pela plataforma vibratória triplanar nos parâmetros cardiovasculares e respiratórios em cães.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Ivan Felismino Charas dos Santos
Orientador
Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária
FMVZ – UNESP – Botucatu

Profa. Adjunta Vânia Maria de Vasconcelos Machado
Membro
Departamento de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária
FMVZ – UNESP – Botucatu

Prof. Titular Mário Bernardo Filho
Membro
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Data da defesa: 19 de julho de 2019.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e aos meus familiares, em especial minha mãe Silvana Regina de Lima e minha avó Irani Zanelato de Lima por todo carinho e afeto.

Ao meu orientador Prof. Ivan Felismino Charas dos Santos por todo apoio, dedicação e profissionalismo, agradeço imensamente pela oportunidade e confiança, pois sem o professor nada seria possível, me faltam palavras para descrever a gratidão que tenho por tudo que fez e faz pelos seus orientados.

À minha co-orientadora Profa. Sheila Canevese Rahal, por ter também confiado em mim e permitindo meu ingresso na pós-graduação e compartilhando suas idéias e parceria no trabalho.

À Profa. Maria Lucia Gomes Lourenço e o Serviço de Cardiologia Veterinária pela disponibilização dos equipamentos utilizados nesse projeto, e ao Médico Veterinário e Mestre Mauricio Gianfrancesco Filippi que me auxiliou diretamente com as realizações das ecodopplercardiogramas e dos eletrocadiogramas.

À Profa. Miriam Tsunemi por todo apoio na realização da estatística.

À Profa. Vânia Maria de Vasconcelos Machado e a Profa. Maria Jaqueline Mamprim e o Serviço de Diagnóstico por Imagem pela a disponibilização do equipamento, e a Médica Veterinária Mestre e doutoranda Carmel Rezende pelas realizações das dopplerfluxometria.

Agradeço ao Laboratório Clínico, em especial à Profa. Regina Takahira e seus residentes e funcionários pela realização de todos os exames laboratoriais realizados nesse projeto.

Ao Prof. Francisco José Teixeira Neto e ao Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária e aos funcionários pela realização das hemogasometrias.

Agradeço ao Departamento de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária, a Profa. Fabiana Ferreira Souza e a Profa. Eunice Oba, por disponibilizarem o equipamento para a dosagem do biomarcador, em especial a doutoranda Viviane Cognoto por ter me ajudado e auxiliado na realização.

À Fundação de Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela Bolsa de Mestrado.

Aos meus amigos, agradeço imensamente além da ajuda na parte prática do projeto, pela amizade, carinho e companheirismo, onde sem vocês seria ainda mais difícil a realização deste projeto em especial Maria Gabriela, Bárbara Sardela, Ivaldo Almeida, Lais Nagai e David Castro.

À toda a equipe do Centro Veterinário de Análise de Movimento (CEVAM) por toda ajuda.

À Universidade Estadual Paulista - UNESP, em especial a Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (Campus de Botucatu), pela estrutura, e ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Animal por todos os auxílios prestados.

Agradeço aos tutores dos animais por terem cedido os mesmos para a realização do estudo.

SUMARIO

LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	xii
ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	xiv
RESUMO.....	ii
ABSTRACT	iii
INTRODUÇÃO	iv
1 INTRODUÇÃO	5
REVISÃO DA LITERATURA	8
2.1. Plataforma vibratória (PV).....	9
2.1.1. Vibrações mecânicas	11
2.1.2. Tipos de plataformas vibratórias	12
2.1.3. Variáveis das plataformas vibratórias	13
2.1.4. Efeitos benéficos da vibração mecânica	14
2.1.5. Efeitos indesejados da vibração mecânica	15
2.2. Plataforma Vibratória Triplanar (TheraPlate) (PVTT)	16
OBJETIVOS	17
3. OBJETIVO GERAL	18
MATERIAL E MÉTODOS	19
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
4.1. Animais e ambiente de experimentação	20
4.1.1. Critérios de inclusão	20
4.1.2. Critérios de exclusão	21
4.2. Exames de higidez	21
4.2.1. Exame físico geral	21
4.2.2. Exames laboratoriais	21
4.2.3. Avaliação cardíaca	22
4.3. Avaliação morfométrica.....	24
4.4. Procedimentos experimentais	25
4.4.1. Preparo dos animais.....	25
4.4.2. Plataforma vibratória triplanar (TheraPlate) (PVTT)	25

4.5. Variáveis avaliadas	27
4.5.1. Frequência cardíaca, frequência respiratória e temperatura corporal retal	27
4.5.2. Exame ecodopplercardiográfico.....	28
4.5.3. Exame dopplerfluxométrico	29
4.5.4. Holter.....	31
4.5.5. Pressão arterial sistólica	34
4.5.6. Exames laboratoriais	35
4.6. Análises estatísticas	36
RESULTADOS.....	38
5. RESULTADOS.....	39
5.1. Aspectos gerais	39
5.2. Frequência cardíaca, frequência respiratória, temperatura corporal retal e pressão arterial sistólica.....	42
5.3. Exame ecodopplercardiográfico	51
5.4. Exame dopplerfluxométrico	55
5.5. Holter	56
5.6. Exames laboratoriais.....	60
5.7. Hemogasometria	66
DISCUSSÃO	67
6. DISCUSSÃO.....	68
6.1. Aspectos gerais	68
6.2. Frequência cardíaca, frequência respiratória, temperatura corporal retal e pressão arterial sistólica.....	71
6.3. Exame ecodopplercardiográfico	73
6.4. Exame dopplerfluxométrico	73
6.5. Holter	73
6.6. Exames laboratoriais.....	74
6.8. Hemogasometria	76
6.9. Limitações.....	77
CONCLUSÕES	78
7. CONCLUSÕES	79
REFERÊNCIAS.....	80

ARTIGO CIENTÍFICO.....	98
ANEXOS	127

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores individuais, média, desvio padrão, valores máximo (VMax) e mínimo da idade (anos), massa corpórea (kg), comprimento corpóreo (cm), altura do membro torácico (cm), altura do membro pélvico (cm) e proporção corporal dos cães jovens (Grupo 1).	41
Tabela 2 – Valores individuais, média, desvio padrão, valores máximo e mínimo da idade (anos), massa corpórea (kg), comprimento corpóreo (cm), altura do membro torácico (cm), altura do membro pélvico (cm) e proporção corporal dos cães idosos (Grupo 2).	41
Tabela 3 – Média e desvio padrão, mediana, valor mínimo e valor máximo da frequência cardíaca (batimento por minuto – bpm) momento antes do treinamento da PVTT (M0), momento de aumento da frequência vibratória de 30 Hz para 50 Hz (M1), momento de diminuição da frequência vibratória de 50 Hz para 30 Hz (M2), imediatamente após o treinamento da PVTT (M3) e quatro momentos com intervalo de 15 minutos após o treinamento com a PVTT (M4, M5, M6 e M7) dos cães jovens (Grupo 1) e idosos (Grupo 2).	43
Tabela 4 – Média e desvio padrão, mediana, valor mínimo e valor máximo da frequência respiratória (movimento torácico por minuto) momento antes do treinamento da PVTT (M0), momento de aumento da frequência vibratória de 30 Hz para 50 Hz (M1), momento de diminuição da frequência vibratória de 50 Hz para 30 Hz (M2), imediatamente após o treinamento da PVTT (M3) e quatro momentos com intervalo de 15 minutos após o treinamento com a PVTT (M4, M5, M6 e M7) dos cães jovens (Grupo 1) e idosos (Grupo 2).	43
Tabela 5 – Média e desvio padrão, mediana, valor mínimo e valor máximo da temperatura corpórea retal (graus Celsius - ° C) momento antes do treinamento da PVTT (M0), momento de aumento da frequência vibratória de 30 Hz para 50 Hz (M1), momento de diminuição da frequência vibratória de 50 Hz para 30 Hz (M2), imediatamente após o treinamento da PVTT (M3) e quatro momentos com intervalo de 15 minutos após o treinamento com a PVTT (M4, M5, M6 e M7) dos cães jovens (Grupo 1) e idosos (Grupo 2).	44
Tabela 6 – Média e desvio padrão, mediana, valor mínimo e valor máximo da pressão arterial sistólica (milímetros de mercúrio – mmHg) momento antes do treinamento da PVTT (M0), imediatamente após o treinamento da PVTT (M1) e dois momentos com intervalo de 30 minutos após o treinamento com a PVTT (M2 e M3) dos cães jovens (Grupo 1) e idosos (Grupo 2).	44
Tabela 7 – Correlação entre a frequência cardíaca, frequência respiratória e a temperatura corporal retal nos cães jovens (Grupo 1, n = 7) e nos cães idosos (Grupo 2, n = 7).	47

Tabela 8 – Média e desvio padrão dos valores da frequência cardíaca (batimento por minuto – bpm) do momento antes do treinamento da PVTT (M0), momento de aumento da frequência vibratória de 30 Hz para 50 Hz (M1), momento de diminuição da frequência vibratória de 50 Hz para 30 Hz (M2), imediatamente após o treinamento da PVTT (M3) e quatro momentos com intervalo de 15 minutos após o treinamento com a PVTT (M4, M5, M6 e M7) dos cães jovens (Grupo 1) (n = 7) e idosos (Grupo 2) (n = 7). 49

Tabela 9 – Média e desvio padrão dos valores da frequência respiratória (movimento por minuto – mpm) do momento antes do treinamento da PVTT (M0), momento de aumento da frequência vibratória de 30 Hz para 50 Hz (M1), momento de diminuição da frequência vibratória de 50 Hz para 30 Hz (M2), imediatamente após o treinamento da PVTT (M3) e quatro momentos com intervalo de 15 minutos após o treinamento com a PVTT (M4, M5, M6 e M7) dos cães jovens (Grupo 1) (n = 7) e idosos (Grupo 2) (n = 7). 49

Tabela 10 – Média e desvio padrão dos valores da temperatura corporal retal (°C) do momento antes do treinamento da PVTT (M0), momento de aumento da frequência vibratória de 30 Hz para 50 Hz (M1), momento de diminuição da frequência vibratória de 50 Hz para 30 Hz (M2), imediatamente após o treinamento da PVTT (M3) e quatro momentos com intervalo de 15 minutos após o treinamento com a PVTT (M4, M5, M6 e M7) dos cães jovens (Grupo 1) (n = 7) e idosos (Grupo 2) (n = 7). 50

Tabela 11 – Média e desvio padrão dos valores da pressão arterial sistólica (mmHg) momento antes do treinamento da PVTT (M0), imediatamente após o treinamento da PVTT (M1) e dois momentos com intervalo de 30 minutos após o treinamento com a PVTT (M2 e M3) dos cães jovens (Grupo 1) e idosos (Grupo 2). 50

Tabela 12 – Média e desvio padrão dos valores da espessura do septo interventricular na diástole (cm), diâmetro do ventrículo esquerdo na diástole (cm), espessura da parede do ventrículo esquerdo na diástole (cm), espessura do septo interventricular na sístole (cm), diâmetro do ventrículo esquerdo na sístole (cm), e espessura da parede do ventrículo esquerdo na sístole (cm), valores da fração de encurtamento do ventrículo esquerdo (%), fração de ejeção (%), momento antes do treinamento da PVTT (M0) e imediatamente após o treinamento da PVTT (M1) dos cães jovens (Grupo 1, n = 7) e idosos (Grupo 2, n = 7). 52

Tabela 13 – Média e desvio padrão do diâmetro do átrio esquerdo (cm), diâmetro da artéria aorta (cm) e relação das medidas de diâmetro do átrio esquerdo e diâmetro da artéria aorta, velocidade máxima do fluxo pulmonar (m/s), gradiente de pressão do fluxo pulmonar (mmHg), velocidade do fluxo da artéria aorta (m/s) e gradiente de pressão do fluxo aórtico (mmHg)] momento

antes do treinamento da PVTT (M0) e imediatamente após o treinamento da PVTT (M1) dos cães jovens (Grupo 1, n = 7) e idosos (Grupo 2, n = 7).....	53
Tabela 14 – Média e desvio padrão dos valores do fluxo mitral da onda E (m/s), tempo de desaceleração da onda E (m/s), fluxo mitral da onda A (m/s), tempo de relaxamento isovolumétrico (s), relação da onda E e da onda A , momento antes do treinamento da PVTT (M0) e imediatamente após o treinamento da PVTT (M1) dos cães jovens (Grupo 1, n = 7) e idosos (Grupo 2, n = 7).....	54
Tabela 15 – Média e desvio padrão dos valores do tempo de enchimento ventricular rápido e lento (m/s), contração atrial (m/s) e momento antes do treinamento da PVTT (M0) e imediatamente após o treinamento da PVTT (M1) dos cães jovens (Grupo 1, n = 7) e idosos (Grupo 2, n = 7).....	54
Tabela 16 – Média e desvio padrão dos valores da velocidade do pico sistólico (cm ² /s) da artéria carótida comum direita e esquerda, índice de resisitividade da da artéria carótida comum direita e esquerda, e índice de pulsatividade da da artéria carótida comum direita e esquerda momento antes do treinamento da PVTT (M0) e imediatamente após o treinamento da PVTT (M1) dos cães jovens (Grupo 1, n = 7) e idosos (Grupo 2, n = 7).....	55
Tabela 17 – Média e desvio padrão dos valores da frequência cardíaca mínima (bpm), frequência cardíaca média (bpm), frequência cardíaca máxima (bpm), momento antes do treinamento da PVTT (M0) e imediatamente após o treinamento da PVTT (M1), duas horas após o treinamento (M2), seis horas após o treinamento com a PVTT (M3), 12 horas (M4) e 24 horas após o treinamento com a PVTT (M5) dos cães jovens (Grupo 1, n = 7) e idosos (Grupo 2, n = 7).....	58
Tabela 18 – Média e desvio padrão dos valores do intervalo entre duas ondas N consecutivas de todo o registro (m / s), dos intervalos RR normais a cada cinco minutos (m / s), dos intervalos RR normais (m / s), de todos os intervalos de onda RR (m / s), dos valores médios de intervalo da onda NN obtidos a cada cinco minutos (m / s), das diferenças entre intervalos RR ou NN normais adjacentes (m / s), porcentagem de intervalos RR ou NN adjacentes com diferença de duração superior a 50 milissegundos, momento antes do treinamento da PVTT (M0) e imediatamente após o treinamento da PVTT (M1), duas horas após o treinamento (M2), seis horas após o treinamento com a PVTT (M3), 12 horas (M4) e 24 horas após o treinamento com a PVTT (M5) dos cães jovens (Grupo 1, n = 7) e idosos (Grupo 2, n = 7).....	59
Tabela 19 – Média e desvio padrão dos valores de eritrócitos, hemoglobina, hematócrito e plaquetas momento antes do treinamento da PVTT (M0), imediatamente após o treinamento com a PVTT (M1), duas horas após o treinamento com a PVTT (M2) e 24 horas após o treinamento com a PVTT (M3) dos cães jovens (Grupo 1, n = 7) e idosos (Grupo 2, n = 7).....	61

Tabela 20 – Média e desvio padrão dos valores de leucócitos, neutrófilos segmentados, eosinófilos, linfócitos e monócitos momento antes do treinamento da PVTT (M0), imediatamente após o treinamento com a PVTT (M1), duas horas após o treinamento com a PVTT (M2) e 24 horas após o treinamento com a PVTT (M3) dos cães jovens (Grupo 1, n = 7) e idosos (Grupo 2, n = 7).....	62
Tabela 21 – Média e desvio padrão dos valores da alanina aminotransferase, aspartato aminotransferase, creatina quinase, creatinina momento antes do treinamento da PVTT (M0), imediatamente após o treinamento com a PVTT (M1), duas horas após o treinamento com a PVTT (M2) e 24 horas após o treinamento com a PVTT (M3) dos cães jovens (Grupo 1, n = 7) e idosos (Grupo 2, n = 7).....	63
Tabela 22 – Média e desvio padrão dos valores da troponina, cálcio, sódio, potássio, momento antes do treinamento da PVTT (M0), imediatamente após o treinamento com a PVTT (M1), duas horas após o treinamento com a PVTT (M2) e 24 horas após o treinamento com a PVTT (M3) dos cães jovens (Grupo 1, n = 7) e idosos (Grupo 2, n = 7).	64
Tabela 23 – Média e desvio padrão dos valores da glicose, proteína total e albumina no momento antes do treinamento da PVTT (M0), imediatamente após o treinamento com a PVTT (M1), duas horas após o treinamento com a PVTT (M2) e 24 horas após o treinamento com a PVTT (M3) dos cães jovens (Grupo 1, n = 7) e idosos (Grupo 2, n = 7).....	65
Tabela 24 – Média e desvio padrão dos valores de pH, pressão parcial de dióxido de carbono, pressão parcial de oxigênio, concentração de íon bicarbonato verdadeiro, déficit de base, sódio, potássio, cloro no momento antes do treinamento da PVTT (M0), imediatamente após o treinamento com a PVTT (M1), duas horas após o treinamento com a PVTT (M2) e 24 horas após o treinamento com a PVTT (M3) dos cães jovens (Grupo 1, n = 7) e idosos (Grupo 2, n = 7).....	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representatividade de ondas de diferentes tipos de vibrações (Komi, 2003).	12
Figura 2 – Movimento oscilatório constante produzido pelas plataformas vibratórias (Komi, 2003).....	13
Figura 3 - Mensuração do comprimento corpóreo (marcação vermelha), altura do membro torácico (marcação amarela) e altura do membro pélvico (marcação azul).....	24
Figura 4 – Figura esquemática dos gráficos de relação entre a aceleração e a frequência de vibração e entre a amplitude e a frequência de vibração resultante do movimento vibratório da PVTT com diferentes frequências vibratórias.....	26
Figura 5 – Cão idoso em posição quadrupedal com os membros paralelos e localizados no ponto fixo pré-determinado na PVTT (comprimento: 92 cm, largura: 62 cm, altura: 16 cm).	27
Figura 6 – Exame ecodopplercardiográfico de cão jovem antes de ser submetido à sessão com a PVTT.	29
Figura 7 – Exame dopplerfluxométrico da artéria carótida comum direita em cão idoso antes de ser submetido à sessão com a PVTT.....	30
Figura 8 – Sonograma em corte longitudinal ilustrando a artéria carótida comum esquerda (seta branca) para determinação da Análise Espectral da Onda, a Velocidade de Pico Sistólico (circulo branco), o Índice de Resistividade e o Índice de Pulsatilidade em cão jovem antes de ser submetido à sessão com a PVTT.	31
Figura 9 – Sequência de colocação e fixação do aparelho Holter (seta branca) em cão idoso antes de ser submetido à sessão com a PVTT.....	33
Figura 10 – Posição do transdutor do Doppler na região da artéria metacárpica esquerda para determinação da PAS, em cão jovem antes de ser submetido a sessão com a PVTT.....	35
Figura 11 - Porcentagem as raças dos cães jovens (Grupo 1).	40
Figura 12 - Porcentagem das raças dos cães idosos (Grupo 2).	40
Figura 13 – Boxplot representando análise descritiva (mediana, 1º e 3º quartil) da frequência cardíaca e da frequência respiratória nos diferentes momentos de análise nos cães jovens (Grupo 1) e idosos (Grupo 2).....	45

Figura 14 – Boxplot representando análise descritiva (mediana, 1º e 3º quartil) da temperatura e da pressão arterial sistólica nos diferentes momentos de análise nos cães jovens (Grupo 1) e idosos (Grupo 2). 46

Figura 15 – Gráfico de dispersão entre os valores médios da frequência cardíaca e frequência respiratória nos cães idosos (Grupo 2 – G2, n = 7)..... 48

ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ϕ	Frequência angular
Δm	Diferença das médias
%	Porcentagem
μL	Microlitros
ACCD	Artéria carótida comum direita
ACCE	Artéria carótida comum esquerda
AE	Diâmetro do átrio esquerdo
AE e Ao	Relação das medidas de diâmetro do átrio esquerdo e diâmetro da artéria aorta
AEO	Análise Espectral da Onda
Alb	Albumina
ALT	Alanina aminotransferase
AMP	Altura do membro pélvico
AMT	Altura do membro torácico
Ao	Diâmetro da artéria aorta
AP	Aceleração de pico
A_sep_VE	Contração atrial
AST	Aspartato aminotransferase
BE	Défict de bases
Bpm	Batimento por minuto
° C	Graus Celsius
CC –	Comprimento corpóreo

Ca	Cálcio
CK	Creatina kinase
cm	Centímetros
CO ₂	Gás carbônico
CREAT	Creatinina
d	Deslocamento das placas vibratórias ou amplitude
dL	Decilitros
DP	Desvio padrão
DVEd	Diâmetro do ventrículo esquerdo na diástole
DVEs	Diâmetro ventrículo esquerdo na sístole
E_A	Relação da onda E e da onda A
E_sep_VE	Tempo de enchimento ventricular rápido e lento
f	Frequência de vibração
FC	Frequência cardíaca
FCmin	Frequência cardíaca mínima
FCmedia	Frequência cardíaca média
FCmáx	Frequência cardíaca máxima
FE	Encurtamento do ventrículo esquerdo
FJ	Fração de ejeção
FMVZ	Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
FR	Frequência respiratória

Grad_Ao	Gradiente de pressão do fluxo aórtico
Grad.Pulm	Gradiente de pressão do fluxo pulmonar
HCO ₃ ⁻	Bicarbonato
Hz	Hertz
IR	Índice de resistividade
IP	Índice de pulsatilidade
K –	Potássio
kg	Quilograma
L	Litros
Máx	Valor máximo
MC	Massa corpórea
Me	Média
Med	Mediana
mEq	Miliequivalente
MHz	Megahertz
Min	Valor mínimo
mL -	Mililitros
mm	Milímetro
mmHg	Milímetros de mercúrio
mmol	Milimol
mpm	Movimento por minuto
m.s	Metro segundos
m/s	Metros por segundos
m/s ²	Metros por segundo ao quadrado

Na	Sódio
NO	Óxido nítrico
NNN's	Intervalos NN normais
NNmédio	Valor médio dos intervalos NN
O ₂	Oxigênio
PA	Pressão arterial
PAS	Pressão arterial sistólica
PC	Proporção corporal
PaCO ₂	Pressão parcial de gás carbônico
pH	Potencial hidrogeniônico
PLVEd	Espessura da parede do ventrículo esquerdo na diástole
PLVEs	Espessura da parede do ventrículo esquerdo na
PaO ₂	Pressão parcial de oxigênio
PNN>50	Porcentagem de intervalos NN consecutivos maiores que 50 milissegundos
PV	Plataforma vibratória
PT	Proteína total sérica
PVT	Plataforma Vibratória Triplanar
PVTT	Plataforma vibratória triplanar "TheraPlate"
SD	Secure digital
rMSSD	Raiz Quadrada da média entre as diferenças ao quadrado dos intervalos NN consecutivos

SDNN	Média e desvio padrão de todos os intervalos de onda NN
SDANN	Média e desvio padrão dos valores médios de intervalo da onda NN obtidos a cada cinco minutos
SDNNidx	Média dos desvios padrão entre intervalos NN obtidos a cada 5 minutos
SIVd	Espessura do septo interventricular na diástole
SIVs	Espessura do septo interventricular na sístole
SP	São Paulo
TCR	Temperatura corporal retal
TDEm	Tempo de desaceleração da onda E
TRIV	Tempo de relaxamento isovolumétrico
TROP-I	Troponina I
UNESP	Universidade Estadual Paulista
VCI	Vibração de Corpo Inteiro
Vel_pulm	Velocidade máxima do fluxo pulmonar
Vel E_mitr	Fluxo mitral da onda E
VelA_mitr	Fluxo mitral da onda A
Vel_Ao	Velocidade do fluxo da artéria aorta
VPS	Velocidade de Pico Sistólico (VPS)

SILVA, B. M. Avaliação dos efeitos agudos da vibração mecânica gerada pela plataforma vibratória triplanar nos parâmetros cardiovasculares e respiratórios em cães. Botucatu, 2019. 147p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia Animal – Cirurgia de Pequenos Animais) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista (UNESP).

RESUMO: A plataforma vibratória triplanar é um equipamento que gera vibrações mecânicas sinusoidais que se propagaram por todo corpo, aumentando o fluxo sanguíneo regional e densidade mineral óssea; e estimulação neuromuscular. Visto que não existe nenhum estudo sobre os efeitos agudos da plataforma vibratória triplanar nos parâmetros cardiorrespiratórios em cães hípidos de diferentes faixas etárias, o presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da mesma nos parâmetros cardiovasculares e respiratórios. Foram utilizados sete cães jovens e sete cães idosos, de porte médio, de raça e sexo variado, e estrutura corpórea similar. Os cães foram submetidos à sessão única da plataforma vibratória triplanar (TheraPlate), na frequência de 30 Hz por 5 minutos, seguidos de aumento da frequência para 50 Hz por 5 minutos e terminando na frequência de 30 Hz por 5 minutos, sem descanso. Foi avaliado, em diferentes momentos, o eletrocardiograma; ecodopplercardiograma; dopplerfluxometria; pressão arterial sistólica; hemogasometria; frequência cardíaca e respiratória; temperatura corporal retal; hemograma; bioquímica sérica, marcador cardíaco e glicemia. As análises estatísticas foram utilizadas o teste Shapiro-Wilks, o ajuste do modelo misto e o teste Mann-Whitney. Para todas as análises foi considerada diferença significativa quando o p -valor foi menor que 0,05. Os dados morfométricos dos cães jovens e idosos foram similares e classificados com a proporção corporal abaixo de 1. Os parâmetros que apresentaram diferenças estatísticas significativas incluíram: temperatura corporal retal; espessura do septo interventricular na diástole e da espessura da parede do ventrículo esquerdo na diástole; diâmetro do átrio esquerdo e do diâmetro da artéria aorta; frequência cardíaca mínima; frequência cardíaca média; hemoglobina; alanina aminotransferase; creatinina, cálcio, NNmédio, SDNNidx, NN's, SDNN, SDANN, rMSSD e pNN50 (%), porém os valores permaneceram dentro dos parâmetros normais para a espécie. Concluiu-se que a sessão única com a plataforma vibratória triplanar em cães hípidos jovens e idosos não induz alterações cardiorrespiratórias significantes.

Palavras-chave: oscilações sinusoidais; vibração de corpo inteiro; pequenos animais; ecocardiograma; hemogasometria.

SILVA, B. M. Evaluation of acute effects of the mechanical vibration generated by the triplanar vibratory platform on respiratory and cardiovascular parameters in dogs. Botucatu, 2019. 147p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia Animal – Cirurgia de Pequenos Animais) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista (UNESP).

SUMMARY: The "TheraPlate" triplanar vibrating platform is an equipment that generates sinusoidal mechanical vibrations that spread throughout the body, increasing regional blood flow and bone mineral density; and neuromuscular stimulation. Since there is no study on the acute affects of this platform on cardiorespiratory parameters in healthy dogs of different age groups, the present study aimed to evaluate the effects of the triplanar vibrating platform "TheraPlate" in the cardiovascular and respiratory parameters. Seven young and seven elderly dogs, of medium size, breed and varied sex, and similar body structure were used. The dogs were submitted to the single session of the TheraPlate triplanar vibrating platform at the frequency of 30 Hz for 5 minutes, followed by increasing the frequency to 50 Hz for 5 minutes and ending at the 30 Hz frequency for 5 minutes without rest. The electrocardiogram was evaluated at different times; Doppler echocardiography; carotid artery doppler; systolic blood pressure; hemogasometry; heart and respiratory rate; rectal body temperature; blood count; biochemistry, cardiac marker, and glycemia were evaluated in different moments. Statistical analyses were performed using the Shapiro-Wilks test, the fit of the mixed model and the Mann-Whitney test. For all analyses, a significant difference was considered when the p-value was less than 0.05. The morphometric data of young and elderly dogs were similar and classified with a body proportion below 1. Parameters which were observed statistically significant differences included: rectal body temperature; interventricular septum thickness in the diastole and the left ventricular wall thickness; left atrium diameter and aortic artery diameter; minimum heart rate; mean heart rate; hemoglobin; alanine aminotransferase; creatinine, calcium, NNmedium, SDNNidx, NN's, SDNN, SDANN, rMSSD and pNN50 (%), however, the parameters remained within the normal range of the specie. It was concluded that the single session with the triplanar vibrating platform in young and elderly healthy dogs does not induce significant cardiorespiratory alterations.

Keywords: sinusoidal oscillations; whole body vibration; small animals; echocardiography; hemogasometry.

INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A Plataforma Vibratória (PV) é um equipamento que gera vibrações mecânicas com o aumento da carga gravitacional que se propaga por todo corpo, podendo ativar o sistema neuromuscular, cardiovascular e musculoesquelético em pacientes humanos (CARDINALE e WAKELING, 2005). Os estímulos vibratórios que se propagam por todo o corpo são definidos como vibração de corpo inteiro (VCI) (RITTWEGGER et al., 2001; CARDINALE e WAKELING, 2005). As vibrações de corpo inteiro geradas pelas plataformas vibratórias têm sido usadas em pacientes humanos como uma modalidade alternativa na área de fisioterapia e treinamento físico, demonstrando resultados relacionados com o aumento da força muscular e do fluxo sanguíneo regional, aumento da densidade mineral óssea e estimulação neuromuscular (DELECLUSE et al., 2003; CARDINALE e LIM, 2003; RUBIN et al., 2004; VERSCHUEREN et al., 2004; CARDINALE e WAKELING, 2005; PRISBY et al., 2008; MARIN e RHEA, 2010a; MARIN e RHEA, 2010b; PARK et al., 2015).

Os efeitos da VCI em relação à função cardiorrespiratória podem ser de grande interesse, visto que estudos em pacientes humanos demonstraram um aumento na absorção de oxigênio melhorando a capacidade respiratória (RITTWEGGER et al., 2001). Esse aumento da absorção de oxigênio é remetido no componente periférico do sistema cardiovascular e, conseqüentemente, aumento do fluxo sanguíneo muscular e densidade capilar; aumento da atividade enzimática e hipertrofia muscular (FRONTERA et al., 1990; HAYKOWSKY et al., 2005).

As teorias associadas ao aumento das contrações musculares e, portanto, aumento da massa muscular em função do treinamento com a vibração mecânica é de grande valia em cães com atrofia ou hipotrofia muscular pós-operatória de afecções como a ruptura de ligamento cruzado, luxação de patela, luxação de articulação escapulo-umeral e coxofemoral; atrofia muscular decorrente de afecções degenerativas articulares; entre outros. Por outro lado, cães com déficit na densidade mineral óssea podem se

beneficiar com o uso das PVs, visto que existem artigos em pacientes humanos demonstrando os benefícios sobre a densidade mineral óssea (TORVINEN et al., 2003; COCHRANE, 2011; LAU et al., 2011a; LAU et al., 2011; GOMEZ-CABELLO et al., 2012).

Pesquisas controladas devem ser realizadas para obter melhores evidências científicas e estabelecer protocolos eficazes e seguros para o uso das PVs na Medicina Veterinária, em particular em pequenos animais. No entanto, ainda não existe um protocolo de treinamento padrão utilizando as PVs devido à existência de grande variação metodológica entre os estudos com os mesmos objetivos.

Poucos trabalhos avaliaram os efeitos da plataforma vibratória em animais (CARSTANJEN et al., 2013; FREIRE et al., 2015; SANTOS et al., 2016; SANTOS et al., 2017a; SANTOS et al., 2017b; BUCHNER et al., 2017; HALSBERGHE et al., 2017; SANTOS et al., 2019). Entretanto, nenhum estudo foi realizado sobre os efeitos da vibração mecânica nos parâmetros cardiovasculares e respiratórios em cães, salientando-se o ineditismo do presente estudo na área da Medicina Veterinária.

Qualquer equipamento a ser utilizado na Medicina Veterinária deve ser testado e avaliado nos diferentes parâmetros fisiológicos, de modo que o seu uso não seja deletério para o organismo animal. Visto que as plataformas vibratórias possam ser usadas na reabilitação e treinamento físico sem impacto nas articulações, e associado à ausência de pesquisas sobre a resposta cardiovascular e respiratória com o uso das PV em cães hígidos jovens e idosos, o objetivo do presente trabalho é avaliar os efeitos agudos da plataforma vibratória triplanar (PVT) nos parâmetros cardiovasculares e respiratórios, por meio da avaliação Holter; ecocardiográfico; dopplerfluxometria; hemogasometria; exames clínicos e laboratoriais entre cães hígidos jovens e idosos.

Os efeitos benéficos agudos da PVT sobre o sistema cardiovascular e respiratório ainda não foram comprovados na Medicina Humana e Veterinária. Desse modo, existe a necessidade de realizar pesquisas sobre o uso da vibração mecânica gerada pela mesma nos sistemas acima citados, de forma a

comprovar os efeitos benéficos ou deletérios em pequenos animais. A hipótese é que poderão ser verificadas alterações nos parâmetros cardiovasculares e respiratórios com o uso agudo da vibração mecânica entre cães jovens e idosos hígidos.

CONCLUSÕES

7. CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia usada no presente estudo conclui-se que a sessão única com a plataforma vibratória triplanar (TheraPlate) em cães hígidos jovens e idosos não induzem alterações cardiovasculares e respiratórias prejudiciais ao animal. São observadas variações estatísticas significativas entre grupos e entre momentos avaliados nos parâmetros de temperatura corporal retal; espessura do septo interventricular na diástole e da espessura da parede do ventrículo esquerdo na diástole; diâmetro do átrio esquerdo e do diâmetro da artéria aorta; frequência cardíaca mínima; frequência cardíaca média; hemoglobina; alanina aminotransferase; creatinina, cálcio, NNmédio, SDNNidx, NN's, SDNN, SDANN, rMSSD e pNN50 (%), porém os valores permanecem dentro dos parâmetros normais para a espécie.

REFERÊNCIAS

8. REFERÊNCIAS

ANDO, H.; NIEMINEN, K.; TOPPILA, E.; STARCK, J.; ISHITAKE, T. **Effect of impulse vibration on red blood cells in vitro**. Scandinavian Journal of Work, Environment & Health, v. 31, n. 4, p. 286-290, 2005.

ANTUNES, J.M.F.; SILVA, L.P.; MACEDO, D.V. **Stress Biomarkers: New Possibilities of Monitoring in Physical Training**. Revista Brasileira de Ciência e Movimento, v. 13, n. 2, p. 7-15, 2005.

AROKOSKI, J.; KIVIRANTA, I.; JURVELIN, J.; TAMMI, M.; HELMINEN, H.J. **Long-distance running causes it dependent decrease of cartilage glycosaminoglycan content in the knee joints of Beagle dog**. Arthritis & Rheumatology, v. 36, p. 1451-1459, 1993.

BARRETTO, F.L.; FERREIRA, F.S.; FREITAS, M.V.; SANTOS, V.S.; CORREA, E.S.; CARVALHO, C.B. **Ambulatory electrocardiography (Holter) in healthy dogs submitted to different physical exercises**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 65, n. 6, 2013.

BATISTA, M. A. B.; WALLERSTEIN, L. F.; DIAS, R. M.; SILVA, R. G.; UGRINOWITSCH, C.; TRICOLI, V. **Efeitos do Treinamento com Plataformas Vibratórias**. Revista Brasileira de Ciência e Movimento, v. 15, n. 3, p. 103-113, 2007.

BOGAERTS, A.; DELECLUSE, C.; CLAESSENS, A.L.; COUDYZER, W.; BOONEN, S.; VERSCHUEREN, S.M. **Impact of whole-body vibration training versus fitness training on muscle strength and muscle mass in older men: a 1-year randomized controlled Trial**. The Journals of Gerontology Series A Biological Sciences and Medical Sciences, v. 62, p. 630-635, 2007.

BOSCO, C.; CARDINALE, M.; TSARPELA, O. **Influence of vibration on mechanical power and electromyogram activity in human arm flexor muscles.** European Journal of Applied Physiology, v. 79, p. 306-311, 1999.

BOSCO, C.; COLLI, R.; INTROINI, E.; CARDINALE, M.; TSARPELA, O.; MADELLA, A. **Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure.** Clinical Physiology, v. 19, p. 183-187, 1999.

BRUM, P.C. **Regulação da pressão arterial durante o exercício físico: papel dos pressorreceptores arteriais e efeito do treinamento físico.** Tese (Doutorado) - Escola de Educação Física e Esporte. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995. 112p

BUCHNER, H. H. F.; HAASE, L. Z.; LOUISA, PERRIER, J.; PEHAM, C. **Effects of Whole Body Vibration on the Horse: Actual Vibration, Muscle Activity, and Warm-up Effect.** Journal of Equine Veterinary Science, v. 51 p. 54-60, 2017.

BUTTON C.; ANDERSON N.; BRADFORD C.; COTTER J.D.; AINSLIE P.N. **The effect of multidirectional mechanical vibration on peripheral circulation of humans.** Clinical Physiology and Functional Imaging, v. 27, p. 211-216, 2007.

BUZINARO, E.F.; ALMEIDA, R.N.A.; MAZETO, G.M.F.S. **Biodisponibilidade de cálcio dietético.** Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia., v. 50, n. 5, p.852-861, 2006.

CAVALCANTI, G.A.O.; NOGUEIRA, R.B.; SAMPAIO, G.R.; ARAÚJO, R.B.; GONÇALVES, R.S. **Ambulatory electrocardiography (Holter) evaluation in physically active German shepherd dogs.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 61, n. 6, p. 1446-1449, 2009.

CALVISI, V.; ANGELOZZI, M.; FRANCO, A.; MOTTOLA, L.; CRISOSTOMI, S.; CORSICA, C.; FERRARI, M.; QUARESIMA, V. **Influence of whole-body vibration static exercise on quadriceps oxygenation.** *Advances in Experimental Medicine and Biology*, v. 578, p. 137–141, 2006.

CARDINALE M.; BOSCO C. **The use of vibration as an exercise intervention.** *Journals Exercise and Sport Sciences Reviews*, v. 31, n. 3, 2003.

CARDINALE, M.; LIM, J. **Electromyography activity of vastus lateralis muscle during whole-body vibrations of different frequencies.** *The Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 17, p. 621-624, 2003.

CARDINALE, M., WAKELING, J. **Whole body vibration exercise: are vibrations good for you?** *British Journal of Sports Medicine*, n. 39, p. 585-589, 2005.

CARDINALE, M.; FERRARI, M.; QUARESIMA, V. **Gastrocnemius medialis and vastus lateralis oxygenation during whole-body vibration exercise.** *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 39, p. 694–700, 2007.

CARSTANJEN, B.; PENNECKE, J.; BOEHART, S.; MÜLLER, K.E. **Unilateral Polydactylism in a German Holstein-Friesian Calf - A case report.** *The Thai Journal of Veterinary Medicine*, v. 40, n. 1, p. 69-74, 2010.

CARSTANJEN, B.; BALALI, M.; GAJEWSKI, Z.; FURMANCZYK, K.; BONDZIO, A.; REMY, B.; HARTMANN, H. **Short-term whole body vibration exercise in adult healthy horses.** *Polish Journal of Veterinary Sciences*, v. 16, n. 2, p. 403-405, 2013.

CERCIELLO, S.; ROSSI, S.; VISONÀ, E.; CORONA, K.; OLIVA, F. **Clinical applications of vibration therapy in orthopaedic practice.** *Muscle, Ligaments and Tendons Journal*, v. 6, n. 1, p. 147-156, 2016.

COCHRANE, D.J.; STANNARD, S.R.; SARGEANT, T.; RITTWEGER, J. **The rate of muscle temperature increase during acute wholebody vibration exercise.** European Journal of Applied Physiology, v. 103, p. 441–448, 2008.

COCHRANE, D.J. **Vibration exercise: The potential benefits.** Journal of Sports Medicine, v. 32, p. 75-99, 2011.

CREWETHER, B., CRONIN, J., KEOGH, J. **Gravitational forces and whole body vibration: implications for prescription of vibratory stimulation.** Physical Therapy in Sport, v. 5, p. 37-43, 2004.

CROCOMO, L.F.; BALARIN, M.R.S.; TAKAHIRA, R.K.; LOPES, R.S. **Serum macro minerals in adults thoroughbred horses, before and after the high intensity exercise.** Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v. 10, n. 4, p. 929-938, 2009.

CRONIN, J.B.; OLIVER, M.; MCNAIR, P.J. **Muscle stiffness and injury effects of whole body vibration.** Physical Therapy in Sport, n. 5, p. 68-74, 2004.

DAY, T.K. **Blood gas analysis.** Veterinary Clinical Small Practice Philadelphia, v. 32, n. 4, p. 1031-1048, 2002.

DELECLUSE, C.; ROELANTS, M.; VERSCHUEREN, S. **Strength Increase after Whole-Body Vibration Compared with Resistance Training.** American College of Sport Medicine, v. 35, n. 6, p. 1033–1041, 2003.

DIFILIPPO, P.A.; GOMIDE, L.M.W.; OROZCO, C.A.G.; SILVA, M.A.G.; MARTINS, C.B.; LACERDA-NETO, J.C.; SANTANA, A. E. **Alterações hemogasométricas e hidroeletrolíticas de cavalos da raça árabe durante prova de enduro de 60km.** Ciência Animal Brasileira, v. 10, p. 840-846, 2009.

DILORETO C.; RANCHELLI A.; LUCIDI, P. **Effects of whole-body vibration exercise on the endocrine system of healthy men.** Journal of Endocrinological Investigation, n. 27, p. 323-327, 2004.

DINIZ, M.P.; MUZZI, R.A.L.; MUZZI, L.A.L.; ALVES, G.E.S. **Estudo eletrocardiográfico de equinos da raça Mangalarga Marchador.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 60, n. 3, p. 536-542, 2008.

DOJANA, N.; DINU, C.; PÂRVU, M.; BERGUES, C.; ORASANU, A. BERECHET, S.T. **Electrocardiographic parameters of the sport horse.** Lucrari științifice Zootehnie și Biotehnologii, v. 41, n. 1, p. 397-401, 2008.

DOLNY, D.; REYES, F. **Whole body vibration exercise: training and benefits.** Current Sports Medicine Reports, v. 7, n. 3, p. 152-7, 2008.

DOUGLAS, P.S.; O'TOOLE M. L.; DOUGLAS, W.; HILLER, B.; HACKNEY, K.; REICHEK, N. **Cardiac fatigue after prolonged exercise.** Circulation, v. 76, p. 1206-1213, 1987.

FIGUEROA, A.; KINGSLE, J. D.; MCMILLAN, V.; PANTON, L. B. **Resistance exercise training improves heart rate variability in women with fibromyalgia.** Clinical Physiology and Functional Imaging, Oxford, v. 28, n. 1, p. 49-54, 2012.

FONTANA, T.L.; RICHARDSON, C.A.; STANTON, W.R. **The effect of weightbearing exercise with low frequency, whole body vibration on lumbosacral proprioception: A pilot study on normal subjects.** Australian Journal of Physiotherapy, v. 51, p. 259-264, 2005.

FRANCHIGNONI, F.; VERCELLI, S.; OZCAKAR, L. **Hematuria in a runner after treatment with whole body vibration: a case report.** Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, v. 23, n. 3, p. 383-385, 2013.

FREIRE, L., RAHAL, S.C., SANTOS, I.F.C., TEIXEIRA, C.R., INAMASSU, L.R., MAMPRIM, M.J. **Renal resistive index of adult healthy dogs submitted to short-term whole-body vibration exercise.** Asian Journal of Animal and Veterinary Advances, n. 10, p. 797-802, 2015.

FRONTERA, W.R.; MEREDITH, C.N.; O'REILLY, K.P.; KNUTTGEN, H.G.; EVANS, W.J. **Strengthtraining and determinants of VO₂max in older men.** Journal of Applied Physiology, v. 68, p. 329-33, 1990.

FURNESS, T.; JOSEPH, C.; NAUGTON, G.; WELSH L.; LORENZEN, C. **Benefits of whole-body vibration to people with COPD: a community-based efficacy trial.** BMC Pulmonary Medicine, v. 14, n. 38, p.1-7, 2014.

GOMEZ-CABELLO, A.; ARA, I.; GONZALEZ-AGUERO, A.; CASAJUS, J.A.; VICENTE, G. R. **Effects of training on bone mass in older adults: a systematic review.** The American Journal of Sports Medicine, v. 42, p. 301-325, 2012.

GOMES, M. V. F.; SANTOS, I. F. C.; RAHAL, S.C.; SILVA, B. M. **Applicability of Whole-Body Vibration Exercises as a new tool in Veterinary Medicine.** Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto, v. 17, p. 34-38, 2018.

GRIFFIN, M. J. **Vibration and Motion: in Handbook of human factors and vibration.** New York: Jonh Wiley and Sons, p. 829-857, 1997.

GELI, E.A. **Tratamiento sintomático de la fibromialgia mediante vibraciones mecánicas.** Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina, Universidade de Barcelona, Barcelona, p. 313, 2008.

GUYTON, A.C.; HALL, J.E. **Fisiologia médica.** Tradução: MARTINS, B. A. et al. 11 ed. Rio de Janeiro: Elsevier; cap. 18, p. 208, 2006.

HALSBERGHE, B.T. **Long-term and immediate effects of whole body vibration on chronic lameness in the horse: a pilot study.** Journal of Equine Veterinary Science, v. 20, p. 1-8, 2016.

HALSBERGHE, B. T.; GORDON-ROSS, P.; PETERSON, R. **Whole body vibration affects the cross-sectional area and symmetry of the m. multifidus of the thoracolumbar spine in the horse.** Equine Veterinary Education, v. 29, n. 9, p. 493-499, 2016.

HARRIS, M.A.; MARION, S.A.; SPINELLI, J.J.; TSUI, J.K.C.; TESCHKE, K. **Occupational Exposure to Whole-Body Vibration and Parkinson's Disease: Results From a Population-based Case-Control Study.** American Journal of Epidemiology. 176, n. 4, p. 299-307, 2012.

HAYKOWSKY, M.; MCGAVOCK, J.; VONDER, M.I.; KOLLER, M.; MANDIC, S.; WELSH, R.; TAYLOR, D. E. **Effect of exercise training on peak aerobic power, left ventricular morphology, and muscle strength in healthy older women.** The Journals of Gerontology: Series A, v. 60, p. 307-11, 2005.

HAZELL, T.J.; THOMAS, G.W.R.; DEGUIRE, J.R.; LEMON, P.W.R. **Vertical whole-body vibration does not increase cardiovascular stress to static semi-squat exercise.** European Journal of Applied Physiology. 104, p. 903-908, 2008.

HAZELL, T.J.; KENNO, K.A.; JAKOBI, J.M. **Evaluation of muscle activity for loaded and unloaded dynamic squats during vertical whole-body vibration.** The Journal of Strength & Conditioning Research, v. 24, p. 1860-1865, 2010.

ISHITAKE, T.; MIYAZAKI, Y.; ANDO, H.; MATOBA, T. **Suppressive mechanism of gastric motility by whole-body vibration.** International Archives of Occupational and Environmental Health, v. 72, n. 7, p. 469-474, 1999.

JOSE-CUNILLERAS, L.E.; YOUNG, L.E.; NEWTON, J.R.; MARLIN, D.J. **Cardiac arrhythmias during and after treadmill exercise in poorly performing Thoroughbred racehorses.** Equine Veterinary Journal Supplement, v. 36, p. 163-170, 2006.

JORDAN, M.J.; NORRIS, S.R.; SMITH, D.J.; HERZOG, W. **Vibration training: an overview of the area, training consequences, and future considerations.** The Journal of Strength and Conditioning Research, v. 19, p. 459-466, 2005.

KALIL, L.M.P. **Treinamento físico e frequência cardíaca de repouso em ratos idosos: avaliação da frequência cardíaca intrínseca e da modulação autonômica.** Dissertação (Mestrado) - Escola de Educação Física e Esporte, São Paulo, 76p., 1997.

KERSCHAN-SCHINDL K, GRAMPP S, HENK C, RESCH H, PREISINGER E, FIALKA-MOSER V, IMHOF H. **Whole-body vibration exercise leads to alterations in muscle blood volume.** Journal Clinical Physiology, v. 21, p. 377-382, 2001.

KIISKI, J.; HEINONEN, A.; JÄRVINEN, T.L., KANNUS, P.; SIEVÄNEN, H. **Transmission of Vertical Whole Body Vibration to the Human Body.** Journal of Bone and Mineral Research, v. 23, n. 8, p. 1318-1328, 2008.

KIM, H.J.; LEE, Y.H.; KIM, C.K. **Biomarkers of muscle and cartilage damage and inflammation during a 200 km run.** European Journal of Applied Physiology, v. 99, n. 4, p. 443-447, 2007.

KOMI, P.V. **The encyclopaedia of sports Medicine strength and Power em Sports second.** Blackwell, 2003.

LAFLAMME D. **Development and validation of a body condition score system for dogs.** Canine Practice, v. 22, p. 10-15, 1997.

LANG, J. **Imaging the Heart.** In: P. MANNION (ed.). **Diagnostic ultrasound in small animal practice.** Oxford: Blackwell Science Ltd, p. 188-215, 2006.

LAU, E.; LEE, W.D.; LI, J.; XIAO, A.; DAVIES, J.E. **Effect of low-magnitude, high-frequency vibration on osteogenic differentiation of rat mesenchymal stromal cells.** Journal of Orthopaedic Research, v. 29, p. 1075-1080, 2011a.

LAU, R.W.A.; LIAO, L.R.; YU, F.; TEO, T.; CHUNG, R.C.K.; PANG, M.Y.C. **The effects of whole body vibration therapy on bone mineral density and leg muscle strength in older adults: a systematic review and meta-analysis.** Journal Clinical Rehabilitation, v. 25, n. 11, p. 975-988, 2011b.

LEE, J. H.; BANG, Y. J.; SUN, W. S. **Changes of metabolism during vibration exercise with various frequencies.** The Korean Society for the study of physical education, v. 13, n. 2, p. 95-104, 2003.

LOBETTI, R.; DVIR, E.; PEARSON, J. **Cardiac troponins in canine babesiosis.** Journal of Veterinary Internal Medicine, v. 16, p. 63-68, 2002.

LOHMAN, E. B; PETROFSKY, J. S; HINDS, C. M; SCHWAB, H. B; THORPE, D. **The effect of whole body vibration on lowe extremity skin blood flow in normal subjects.** Medical Science Monitor, v. 13, p. 71-76, 2007.

MALONEY-HINDS, C.; PETROFSKY, J.S.; ZIMMERMAN, G. **The effect of 30 Hz vs 50 Hz passive vibration and duration of vibration on skin blood flow in the arm.** Medical Science Monitor, v. 14, p. 112-116, 2008.

MARTINELLI, F.S.; CHACON-MIKAHIL, M.P.T.; MARTINS, L.E.B.; LIMA-FILHO, E.C.; GOLFETTI, R.; PASCHOAL, M.A.; GALLO-JUNIOR, L. **Heart rate variability in athletes and nonathletes at rest and during head-up tilt.** Brazilian Journal of Medical and Biological Research, v. 38, p. 639-647, 2005.

MARÍN, P.J.; RHEA, M.R. **Effects of vibration training on muscle power: a meta-analysis.** The Journal of Strength & Conditioning Research, v. 24, n. 3, p. 871-878, 2010a.

MARÍN, P.J.; RHEA, M.R. **Effects of vibration training on muscle strength: a meta-analysis.** The Journal of Strength & Conditioning Research, v. 24, n. 2, p. 548-556. 2010b.

MARÍN, P.J.; HAZELL, T.J.; GARCIA-GUTIÉRREZ, M.T.; COCHRANE, D.J. **Acute unilateral leg vibration exercise improves contralateral neuromuscular performance.** Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions, v. 14, n. 1, p. 58-67, 2014.

MARQUES, E. B.; BARROS, R.B.M.; ROCHA, N.N.; SCARAMELLO, C.B.V. **Aging and Cardiac, Biochemical, Molecular and Functional Changes: an Experimental Study.** Internacional Journal of Cardiovascular Sciences, v. 28 n.1, p. 42-50, 2015.

MIYAZAKI, Y. **Adverse effects of whole-body vibration on gastric motility.** The Kurume Medical Journal, n. 47, p. 79-86, 2000.

MONTELEONE, G.; DE LORENZO, A.; SGROI, M.; DE ANGELIS, S.; DI RENZO, L. **Contraindications for whole body vibration training: a case of nephrolithiasis.** The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, v. 47, p. 443-445, 2007.

MUCHA C.J.; BELERENIAN G. **Manual de Cardiologia Veterinária**. IN: HOLLIDAY-SCOTT S.A, Buenos Aires, p. 112, 2008.

NAKAMURA, H.; OKAZAWA, T.; NAGASE, H.; YOSHIDA, M.; ARIIZUMI, M.; OKADA, A. **Change in digital blood flow with simultaneous reduction in plasma endothelin induced by hand-arm vibration**. International Archives of Occupational and Environmental Health, v. 68, p. 115-119, 1996.

NIGG, B.M.; WAKELING, J.M. **Impact forces and muscle tuning: a new paradigm**. Exercise and Sport Sciences Reviews, v. 29, p. 37-41, 2001.

NOAKES, T. D.; MYBURGH, K. H., SCHALL, R. **Peak treadmill running velocity during the VO₂ max test predicts running performance**. Journal of Sports Sciences, v. 8, n. 1, p. 35-45, 1990.

NOGUEIRA, R.B.; MUZZI, R.A.L.; HERRERA, D.S.; FALCO, I.R.; CAVALCANTI, G.A.O. **Avaliação do ritmo cardíaco em cães da raça Boxer saudáveis pela eletrocardiografia contínua (Holter)**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 58, p. 133-136, 2006.

NOLAN, J.; BATIN, P.D.; ANDREWS, R.; BROOKSBY, P.; MULLEN, M.; BAIG, W.; FLAPAN, A.D.; COWLEY, A.; PRESCOTT, R.J.; NEILSON, J.M.; FOX, K.A. **Prospective study of heart rate variability and mortality in chronic heart failure: results of the United Kingdom heart failure evaluation and assessment of risk trial (UK-heart)**. Circulation, v. 98 p. 1510-1516, 1998.

NOSZCZYK-NOWAK, A.; PASLAWSKA, U.; NICPON, J. E.C.G. **Parameters in 24-hour Holter monitoring in healthy dogs**. Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy, v. 53, p. 499-502, 2009.

OKEEFE, J.H.; PATIL H. R.; LAVIE, C. J., MAGALSKI, A.; VOGEL, R.A.; CULLOUGH, P.A. **Effects From Excessive Endurance Exercise**. Mayo Clinic Proceedings, v. 87, p. 587-595, 2012.

OLIVEIRA, M.S.; MUZZI, R.A.L.; ARAÚJO, R.B.; FERREIRA, D.F.; SILVA, E.F. **Heart rate variability parameters of myxomatous mitral valve disease in dogs with and without heart failure obtained using 24-hour Holter electrocardiography**. Veterinary Record, v. 170, p. 622-625, 2012.

OLSEN, L. H.; MOW, T.; KOCH, J.; PEDERSEN, H. D. **Heart rate variability in young, clinically healthy Dachshunds: influence sex, mitral valve prolapse status, sampling period and time o± day**. Journal of Veterinary Cardiology Amsterdam, v. 1, n. 2, p. 7-16, 1999.

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

OTSUBI, T.; TAKANAMI, Y.; AOI, W.; KAWAI, Y.; ICHIKAWA, H.; YOSHIKAWA, T. **Arterial stiffness acutely decreases after whole-body vibration in humans**. Acta Physiologica, v. 194, p. 189-194, 2008.

PARK, S.Y.; SON, W.M.; KWON, O.S. **Effects of whole body vibration training on body composition, skeletal muscle strength, and cardiovascular health**. Journal of Exercise Rehabilitation, v. 11, p. 289-295, 2015.

PRISBY, R.D.; LAFAGE-PROUST, L.; MALAVAL, A.; BELLI- VICO, L. **Effects of whole body vibration on the skeleton and other organ systems in man and animal models: What we know and what we need to know**. Journal Ageing Research Reviews, v. 7, p. 319-329, 2008.

RAUCH, F.; SIEVANEN, H.; BOONEN, S.; CARDINALE, M.; DEGENS, H.; FELSEMBERG, D.; ROTH, J.; SCHOENAU, E.; VERSCHUEREN, S.; RITTWEGER, J. **Reporting whole-body vibration intervention studies: recommendations of the International Society of Musculoskeletal and Neuronal Interactions.** Journal of Musculoskeletal Neuronal Interactive, v. 10, p. 193-198, 2010.

RIFAI, N.; DOUGLAS, P. S.; O'TOOLE, M.; RIMM, E.; GINSBURG, G. **Cardiac troponin T and I, electrocardiographic wall motion analyses, and ejection fractions in athletes participating in the Hawaii ironman triathlon.** American Journal of Cardiology, v. 83, p. 1085-1089, 1999.

RITTWEGER, J.; BELLER, G.; FELSEMBERG, D. **Acute physiological effects of exhaustive whole-body vibration exercise in man.** Journal Clinical Physiology, v. 20, p. 134-42, 2000.

RITTWEGER, J.; SCHIESS, H.; FELSEMBERG, I. **Oxygen uptake during whole-body vibration exercise: comparison with squatting as a slow voluntary movement.** European Journal of Applied Physiology, v. 86, p. 169-173, 2001.

RITTWEGER, J. **Vibration as an exercise modality: how it may work, and what its potential might be.** European Journal of Applied Physiology, v. 108, p. 877-904, 2010.

RITZMANN, R; KRAMER, A.; BERNHARDT, S.; GOLLHOFER, A. **Whole Body Vibration Training - Improving Balance Control and Muscle Endurance.** Plos One (Public Library of Science), v. 9, n. 2, p. 324-331, 2014.

ROMÁN, V.G. GUEST, T.M.; TUTEUR, P.G.; ROWE, W.J.; LADENSON, J.H.; JAFFE, A.S. **Transient right but not left ventricular dysfunction after strenuous exercise at high altitude.** *Journal of the American College of Cardiology*, v. 30, n. 2, p. 468-473, 1997.

RONNESTAD, B.R. **Acute effects of various whole-body vibration frequencies on lower-body power in trained and untrained subjects.** *The Journal of Strength & Conditioning Research.*, v. 23, p. 1309-1315, 2009.

ROVIRA, S.; MUNOZ, A.; BENITO, M. **Effect of exercise on physiological, blood and endocrine parameters in search and rescue-trained dogs.** *Veterinární medicína (Praha)*, v. 53, p. 333–346, 2008.

RSTUDIO TEAM, 2016. RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA. URL <http://www.rstudio.com/> (accessed 5 July 2017).

RUBIN, C; RECKER, R; CULLEN, D; RYABY, J; MCCABE, J; MCLEOD, K. **Prevention of postmenopausal bone loss by a low-magnitude, high-frequency mechanical stimuli: a clinical trial assessing compliance, efficacy, and safety.** *Journal of Bone and Mineral Research*, v. 19, p. 343-351, 2004.

SANTOS I.F.C.; SAKATA S.; RAHAL S.C.; NASCIMENTO C.L.; MELCHERT, A.; TEXEIRA, C.R. **Plantar Thermographic evaluation a short-term whole-body vibration magellanic penguins with and without bumblefoot.** *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, v. 11, n. 5, p. 309-313, 2016.

SANTOS, I.F.C.; RAHAL, S.C.; SHIMONO, J.; TSUNEMI, M.; TAKAHIRA, R.; TEIXEIRA, C.R. **Whole-Body Vibration Exercise on Hematology and Serum Biochemistry in Healthy Dogs.** *Journal Topics in Companion Animal Medicine*, v. 32, p. 86–90, 2017a.

SANTOS, I.F.C.; RAHAL, S.C.; FREIRE, L.; TEIXEIRA, C.R.; INAMASSU, L.R.; MAMPRIM, M.J.; GOMES, M.V.F.; TANNUS, F.C.I. **Acute Effect of Whole-Body Vibration in a Female Dog with Metritis.** *Acta Scientiae Veterinariae*, v. 45, p. 185, 2017b.

SANTOS, I.F.C.; RAHAL, S.C.; SANTOS, A.; INAMASSU, L.; RODRIGUES, M.; TSUNEMI, M.; MAMPRIM, M.J.; RODRIGUES, C.; TEIXEIRA, C.; SATO, T. **Whole-body vibration on leg muscles thermography and femoral resistive index of in adult healthy dogs.** *Research in Veterinary Science*, v. 122, p. 118–123, 2019.

SANUDO, B.; CARRASCO, L.; HOYO, M.; VACA, A.P.; BLANCO, C.R. **Changes in body balance and functional performance following whole-body vibration training in patients with fibromyalgia syndrome: A Randomized Controlled Trial.** *Journal of Rehabilitation Medicine*, v. 45, p. 678-684, 2013.

SODERPALM, A.C.; KROKSMARK, A.K.; MAGNUSSON, P.; KARLSSON, J. **Whole body vibration therapy in patients with Duchenne muscular dystrophy – A prospective observational study.** *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions*, v. 13, n. 1, p. 13-18, 2013.

SOUDAIN-PINEAU, M.; EL AJI, Y.; JOLY, P.; BERTUCCI, W. **Effect of whole-body vibration frequency and amplitude in heart rate and fatigue perception.** *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*, v. 14, p. 41-43, 2011.

SPIER, A. W.; MEURS, K. M. **Use of signal-averaged electrocardiography in the evaluation of arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy in boxers.** *Journal of American Veterinary Medical Association*, v. 225, p. 1050-1055, 2004.

TANNUS, F.C.I.; SANTOS, I.F.C.; RAHAL, S.C.; GOMES, M.V.F. **Efeitos da plataforma vibratória sobre o cortisol sérico em cães hípidos**. XXIX CIC - Congresso de Iniciação Científica da UNESP, 2017.

TRANS, T.; AABOE, J.; HENRIKSEN, M.; CHRISTENSEN, R. **Effect of whole body vibration exercise on muscle strength and proprioception in females with knee osteoarthritis**. Journal The Knee, v. 16, p. 256-261, 2009.

THERAPLATE. TheraPlate Revolution: **A revolution for horses, people and companion animals**. Disponível em: <<http://www.theraplate.com/>>. Acesso em: 31 mar. 2019.

TORVINEN, S.; KANNUS, P.; SIEVANEN, H.; JARVINEN, T.A. **Effect of 8-month vertical whole body vibration on bone, muscle performance, and body balance: a randomized controlled study**. Journal of Bone and Mineral Research, v. 18, p. 876-885, 2003.

TRIVAX, J.E.; FRANKLIN, B. A.; GOLDSTEIN, J.A.; CHINNAIYAN, K.M.; GALLAGHER, M. J. ; DEJONG, A.T.; COLAR J.; HAINES, D.E.; MCCULLOUGH, P.A. **Acute cardiac effects of marathon running**. Journal Applied Physiology, v. 108, p. 1148-1153, 2010.

VERSCHUEREN, S.M.; ROELANTS, M.; DELECLUSE, C.;SWINNEN, S.; VANDERSCHUEREN, D.; BOONEN, S. **Effect of 6-Month Whole Body Vibration Training on Hip Density, Muscle Strength, and Postural Control in Postmenopausal Women: A Randomized Controlled Pilot Study**. Journal of Bone and Mineral Research, v. 19, n. 03, 2004.

VIEGAS, C.A.A. **Gasometria arterial**. Jornal Brasileiro de Pneumologia, v. 28, n. 3, p. 233-238, 2002.

VILAR, J.M.; RUBIO, M.; CARRILLO, J.M.; DOMÍNGUEZ, A.M.; MITAT, A.; BATISTA, M. **Biomechanic characteristics of gait of four breeds of dogs**

with different conformations at walk on a treadmill. Journal of Applied Animal Research, v. 44, n. 1, p. 252–257, 2016.

VISSERS, D.; BAEYENS, J. P.; TRUIJEN, S.; IDES, K.; , VERCRUYSSSE C.C.; GAAL, L.V. **The Effect of Whole Body Vibration Short-Term Exercises on Respiratory Gas Exchange in Overweight and Obese Women.** The Physician and Sports medicine, v. 37, 2009.

WEINHEIMER-HAUS, E.M.; JUDEX, S.; ENNIS, W.J.; KOH, T.J. **Low-intensity vibration improves angiogenesis and wound healing in diabetic mice.** PLOS ONE (Public Library of Science), v. 9, n. 3, p. 1-8, 2014.

WELSH, R.C; DARREN E R WARBURTON, D.E.R.; HUMEN, P.S.; TAYLOR, D.A; MCGAVOCK, J.; HAYKOWSKY, M. J. **Prolonged strenuous exercise alters the cardiovascular response to dobutamine stimulation in male athletes.** Journal of Physiology, v. 569, n. 1, p. 325-330, 2005.

WONG, A.; SANCHEZ-GONZALEZ, M.A.; GIL, R.; VICIL, F.; PARK, S.Y.; FIGUEROA A. **Passive vibration on the legs reduces peripheral and systemic arterial stiffness.** Hypertension Research, v. 35, p. 126-127, 2012.

YAMADA, E.; TAKASHI, K.; MIYAMOTO, K. **Vastus lateralis oxygenation and blood volume measuref by near-infrared spectroscopy during whole body vibration.** Clinical Physiology and Functional Imaging, v. 25, n. 4, p. 203-208, 2005.