

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo deste trabalho será disponibilizado somente a partir de 28/04/2019.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**CRIOTERAPIA DIGITAL EM EQUINOS:
AVALIAÇÃO DOPPLER ULTRASSONOGRÁFICA ARTERIAL**

Gabriela Gomes Rivera

Médica Veterinária

2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

CRIOTERAPIA DIGITAL EM EQUINOS:

AVALIAÇÃO DOPPLER ULTRASSONOGRAFICA ARTERIAL

Gabriela Gomes Rivera

Orientador: Prof. Dr. Paulo Aléscio Canola

**Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp,
Câmpus de Jaboticabal, como parte das
exigências para a obtenção do título de
Mestre em Cirurgia Veterinária**

2017

Rivera, Gabriela Gomes
R621c Crioterapia digital em equinos : avaliação Doppler ultrassonográfica
arterial / Gabriela Gomes Rivera. -- Jaboticabal, 2017
xi, 48 p. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2017
Orientador: Paulo Alécio Canola
Banca examinadora: Guilherme de Carmargo Ferraz, Rafael
Resende Faleiros
Bibliografia

1. Cavalo. 2. *Doppler spectral*. 3. Fluxo arterial. 4. Gelo. 5.
Vascularização. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias.

CDU 619:616-073:636.1

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

Certificado de Aprovação



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: CRIOTERAPIA DIGITAL EM EQUINOS: AVALIAÇÃO DOPPLER
ULTRASSONOGRÁFICA ARTERIAL

AUTORA: GABRIELA GOMES RIVERA

ORIENTADOR: PAULO ALÉSCIO CANOLA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em CIRURGIA
VETERINÁRIA, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. PAULO ALÉSCIO CANOLA
Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Prof. Dr. RAFAEL RESENDE FALEIROS
Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinárias / UFMG / Campus Pampulha - Belo Horizonte/MG

Prof. Dr. GUILHERME DE CAMARGO FERRAZ
Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 28 de abril de 2017.

Dados curriculares do autor

Gabriela Gomes Rivera – nascida na cidade de São Paulo, São Paulo, aos trinta e um dias do mês de outubro de mil novecentos e oitenta e nove. Filha de Antônio Augusto Rivera e Margarete Gomes Rivera. Ingressou no curso de Medicina Veterinária na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, FCAV/Unesp, Câmpus de Jaboticabal, em fevereiro de 2009. Durante a graduação foi bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, sob orientação da Prof. Dra. Maria Rita Pacheco. Em fevereiro de 2014 ingressou no Programa de Aprimoramento Profissional da Secretaria do Estado de São Paulo - PAP, na área da Clínica Médica de Grandes Animais, junto ao Hospital Veterinário “Governador Laudo Natel” da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, FCAV/Unesp, Câmpus de Jaboticabal, sob orientação do Prof. Dr. Luís Guilherme de Oliveira. Em março de 2016 ingressou no curso de Mestrado do Programa de Cirurgia Veterinária, junto à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, FCAV/Unesp, Câmpus de Jaboticabal, sob orientação do Prof. Dr. Paulo Alécio Canola. Durante o período do mestrado foi bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP.

“Estabeleça metas possíveis; a cada conquista respire fundo e diga: agora posso descansar. Repouse e depois avance um pouco mais.”

(Lc 2,22-40)

Dedico este trabalho a Deus e a Nossa Senhora Aparecida, que sempre iluminaram o meu caminho.

A meus pais, Margarete e Antônio, e minha equipe, que sempre me apoiaram e me incentivaram nos passos desta jornada. Muito obrigada por tudo. Saibam que amo muito vocês.

Aos animais, que me ensinam diariamente o significado da amizade.

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus e a Nossa Senhora Aparecida por toda proteção e luz na minha vida! Muito obrigada por me guiar em todas as decisões. Eu confio! Eu creio!

A meus pais, Margarete e Antônio, pelo apoio incondicional! Vocês representam a minha base, o meu porto seguro! Vocês me impulsionam! Amo vocês infinitamente.

Meus avós (*in memoriam*), Luiz, Ida, Antônio e Mafalda, que me mandaram muita força e proteção lá do céu! Amarei vocês sempre.

A meus familiares de sangue e de laços afetivos pelo carinho e por toda torcida. Amo vocês!

A meu orientador, Prof. Dr. Paulo Aléscio Canola, que sempre me fez acreditar nos meus passos e também acreditou nos meus sonhos. Agradeço cada palavra e cada conselho. Saiba que sempre levarei seus ensinamentos comigo. Sua participação foi de extrema importância para que este projeto se concretizasse. Para mim sempre será uma honra ser chamada de sua orientanda.

Ao Prof. Dr. Júlio Carlos Canola, ao Prof. Dr. Carlos Augusto Araújo Valadão, à Profa. Dra. Mirela Tinucci Costa e ao Prof. Dr. Bruno Watanabe Minto por serem sempre tão solícitos comigo e com as necessidades do meu projeto. A ajuda de vocês foi essencial para a realização deste estudo.

A minha banca examinadora da qualificação e defesa composta pelo Prof. Dr. Paulo Aléscio Canola, Prof. Dr. Rafael Resende Faleiros, Prof. Dr. Guilherme de Camargo Ferraz e Prof. Dr. Fabrício Sigaretti de Oliveira por todo ensinamento e auxílio para a concretização desse trabalho.

A meus colegas de equipe, Prof. Paulo, Vanessa, Diego e Dárcio. Sem vocês nada disso seria possível. As noites e as madrugadas dos experimentos valeram muito a pena!

A minha família de Jaboticabal, Vanessa, Jyan, Dabinha, Júlia e Samuca, por toda amizade, compreensão, paciência e apoio! Vocês são sensacionais. A melhor família que Jaboticabal poderia ter me dado!

A minha grande amiga Vanessa. Minha irmã, companheira de residência, de experimento, das festas, das ciladas, ou seja, da vida. Que bom que Deus me presenteou com sua amizade!

A meus amigos da República Boate Azul pela amizade e carinho. Uma turma muito especial, que já faz parte da minha história.

A minhas amigas e companheiras de apartamento Anna (Sorteira) e Mayara pelo carinho e pela companhia no apartamento 22. Sinto muito orgulho de vocês Residentes!

A minhas amigas Amanda e Christine, que o Texas me presenteou. Uma dupla que sempre me incentivou e me impulsionou por acreditar que era, sim, possível o sonho se tornar realidade.

A minhas amigas Talita, Fabiana, Aline, Raphaela, Vivian, Priscila, Nara, Michele, Rozana pela amizade, pelo carinho e pela diversão sempre garantida.

Ao pós-graduando Johnny por toda paciência e ensinamentos estatísticos. Sua participação foi extremamente essencial e especial nesse trabalho.

A pós-graduanda Mônica pela companhia diária no laboratório e por toda ajuda.

A todos os funcionários do Hospital Veterinário, em especial Deco, Tarciso, Beto, Laerte, Baiano, Pé de Pano, Fábio, Miguel, Paulo, Cirlene, Dalva, Lidiane e Maria Luiza, que foram extremamente parceiros nessa jornada.

Aos residentes do Hospital Veterinário “Governador Laudo Natel”, Caio, Julia (Mojada), Marina, Paula (Amazo), Lucas (Galope), Carol, Mariana (Docin), Tâmara, por todo auxílio. Foi muito bom ter trabalhado com vocês.

Ao Hospital Veterinário “Governador Laudo Natel” por ceder sua estrutura.

A minha tão querida Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, FCAV/Unesp – Câmpus Jaboticabal, que me acolheu com tanto carinho desde a época de graduação. Orgulho de ser Jaboticabal.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo por todo apoio concedido para a realização e viabilização do projeto (processo nº 2016/00663-7).

Aos equinos, em especial a Pampa, Jaú, Carminha, Alazã, Dom João, Big Boy, Altiva, Budapeste, Da-noite, Gigante, Via Láctea, Trocinho, Tortinha, Ceará, Tulipa, que permitiram a realização deste trabalho.

A minha égua Karina G. N. (*in memoriam*), que sempre será o meu grande estímulo para lutar todos os dias pelos meus pacientes.

E a todas as pessoas que participaram de alguma forma, torcendo e me dizendo que tudo daria certo e que eu conseguiria!

Muito obrigada

Sumário

Certificado Da Comissão De Ética No Uso De Animais	ii
Resumo.....	iii
Abstract.....	iv
Lista de abreviaturas	v
Lista de tabelas	vii
Lista de figuras	ix
Capítulo 1 – Considerações Gerais.....	1
1.1 Introdução.....	1
1.2 Revisão de Literatura	2
1.2.1 Morfofisiologia	2
1.2.2 Laminite equina	3
1.2.3 Crioterapia digital.....	4
1.3 Justificativa	6
1.4 Hipóteses.....	7
1.5 Objetivo geral	7
1.6 Objetivos específicos.....	7
1.7 Resumo metodológico	8
1.8 Referências	9
Capítulo 2 - Análise multivariada dos efeitos da crioterapia sobre a resposta hemodinâmica local e sistêmica da artéria digital palmar de equinos hípidos.....	13
Resumo.....	13
2.1 Introdução	15
2.2 Material e Métodos	16
2.2.1 Análise estatística.....	20
2.3 Resultados.....	22
2.3.1 Análise descritiva univariada	22
2.3.2 Análise descritiva multivariada	27
2.4 Discussão	35
2.5 Referências	43

Certificado Da Comissão De Ética No Uso De Animais



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Jaboticabal



CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "**Avaliação dos efeitos da crioterapia sobre a perfusão digital dos equinos**", protocolo nº 1179/16, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Paulo Alécio Canola, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao Filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de junho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL - SP, em reunião ordinária de 16 de fevereiro de 2016.

Vigência do Projeto	07/03/2016 a 06/03/2018
Espécie / Linhagem	Equina
Nº de animais	10 animais
Peso / Idade	350kg a 500kg / 5 - 15 anos
Sexo	Machos (inteiros e castrados) e fêmeas
Origem	Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal

Jaboticabal, 16 de fevereiro de 2016.


Profª Drª Lizandra Amoroso
Coordenadora – CEUA

Crioterapia digital em equinos: avaliação doppler ultrassonográfica arterial

Resumo – O uso da crioterapia digital tem sido utilizado como tratamento adjuvante nos casos de laminite equina. No entanto, os mecanismos e a real eficácia desse tratamento ainda precisam ser avaliados, pois mesmo na medicina humana ainda há falta de consenso quanto a sua eficácia. Com base nisso, o objetivo deste estudo foi analisar os efeitos da crioterapia sobre a perfusão digital dos equinos. Para tal, foram utilizados oito equinos hígidos sem histórico de afecções podais. Realizou-se uma avaliação dos efeitos locais e sistêmicos da crioterapia sobre a vascularização da artéria digital por *Doppler espectral* e registro da pressão arterial digital do membro torácico esquerdo (tratado) e do membro torácico direito (não tratado). As avaliações foram realizadas previamente (basal) em ambos os membros, e posteriormente à imersão do membro torácico esquerdo em solução refrigerada (4°C) por 60 minutos ininterruptos, com intervalos de 10 minutos entre as avaliações. A análise multivariada mostrou que 37,2% da variação total dos parâmetros arteriais é explicada devido à associação entre o diâmetro, a área, o fluxo sistólico e médio (processo 1), 26% da variação total é explicada pela associação de pressão sistólica, diastólica e média (processo 2), 21% é atribuída à velocidade sistólica e média (processo 3) e 12%, à velocidade diastólica (processo 4). Os resultados não obtiveram diferença significativa no fator tratamento ($p > 0,1$) para todos os processos. Também não houve diferença significativa no fator temporal ($p > 0,1$), exceto o processo 3 e 4. Sendo que o processo 3 teve diferença significativa no fator interação ($p < 0,1$), o que não foi obtido no processo 4. O processo 3 ($p < 0,05$) apresentou um comportamento de efeito de 3º grau, o que aliás não foi visto nenhuma equação que elucidasse o membro não tratado. No caso de significância na análise de variância modelo misto ($p \leq 0,1$) foi realizado o desdobramento dos processos avaliados. Para o desdobramento objetivando comparações múltiplas foi utilizado o teste Fisher ($p \leq 0,1$) e obteve-se diferença significativa no membro tratado entre o T20 – T30, T20 – T40, T30 – T60 e T40 – T60 no processo 3 e no processo 4 no T60 em relação T0 – T40. Para as comparações entre os tratamentos utilizou-se o teste-T não paramétrico ($p \leq 0,05$) e obteve-se diferença significativa no T50 entre os membros. Houve também diferença significativa em relação à correlação negativa no coeficiente de Pearson ($p \leq 0,1$) entre os processo 1 e 3 em relação ao membro tratado, que obteve um coeficiente fraco (-0,32) e especificamente no T10, que apresentou um coeficiente moderado (-0,63). Os resultados sugerem possível ação local da água resfriada, visto que apenas o membro tratado, no processo 3, apresentou variações ao longo do tempo. Além do mais, devido à alta variabilidade dos processos, é possível inferir que, embora não tenha havido diferença entre os processos ($p > 0,05$), principalmente entre 1 e 2, houve significância fisiológica do tratamento. As variações das médias observadas para o membro tratado indicaram ativação do sistema simpático. Esta, por sua vez, foi a responsável pela redução das variáveis do processo 1 e elevação das pressões do processo 2, para o membro tratado. As alterações observadas no membro tratado, principalmente em T10, identificado pelo coeficiente de correlação de Pearson, sugerem ativação de mecanismos de controle neuronais locais para manter o fluxo vascular local. Sugere-se que a ação local da água resfriada sobre microcirculação digital pode interferir na hemodinâmica local das artérias digitais palmares.

Palavras-chave: cavalo, *Doppler espectral*, fluxo arterial, gelo, vascularização.

Digital cryotherapy in horses: arterial doppler ultrasonography

Abstract – Cryotherapy has been extensively used as adjuvant treatment in cases of equine laminitis, despite scientific evidence to sustain its efficacy and lack of consensus regarding its efficiency, even on human medicine. Therefore, we assessed the effects of cryotherapy over digital perfusion of horses. To that purpose, eight healthy adult horses, with no previous history of laminitis, were used. The local and systemic effects of cryotherapy were assessed by spectral Doppler ultrasound and mean arterial pressure acquisition of the left thoracic limb (treated limb) and right thoracic limb (no treated limb). Data was recorded previously (baseline) and at 10-minute intervals in between evaluations following immersion of the left thoracic limb into a cooled solution (4 °C), for 60 minutes. A multivariate analysis was used for statistical purposes. Digital artery diameter, area, systolic and mean arterial flow were intimately correlated (process 1) and were responsible for 37.2% of the variability observed on arterial parameters. Twenty-six percent of the variability were associated to the systolic, diastolic and mean systemic arterial pressure (process 2), 21% to systolic and mean blood velocity (process 3) and 12% was correspondent to diastolic velocity (process 4). No statistical significance was observed for treatment ($p > 0.1$), regarding all processes. There was statistical difference between treated and non-treated limbs regarding Process 3 at T50 (t-test, $p \leq 0.05$). Similarly, regarding treated limb, a statistical difference was observed between T20 and T30, T20 and T40, T30 and T60, and T40 and T60 (Fisher test, $p \leq 0.1$). Process 3 showed a 3rd degree effect ($p < 0.05$), which, incidentally, no equation was found to elucidate the untreated limb. Furthermore, a discreet (- 0.32) negative product Pearson correlation ($p \leq 0.1$) was observed between products 1 and 3 ($p = 0.02$) for the treated limb which was more pronounced (-0.63) at T10 ($p = 0.09$). Results suggest local action of the cooled water most promptly on the treated limb. Process 3 data on this appendix responded differently throughout treatment when compared to the untreated limb. Moreover, although there was no difference in between processes ($p > 0.05$), mainly between processes 1 and 2, it is possible to indicate there was physiological implications associated to the cryotherapy significant because of the high variability observed for the processes. Mean variations observed for the treated limb strongly suggest activation of the sympathetic nervous system in response to treatment. Activation of the sympathetic nervous system was likely responsible for reduction on variables of process 1 and increase in pressure values of process 2 for the treat limb. Response of treated limb to treatment throughout time, investigated by Pearson's product correlation, suggests activation of local neuronal control mechanisms, in order to maintain local flow. This response was more significant at T10. It is believed powerful protection mechanisms present within the hoof may have been activated and its action most likely minimized local and systemic effects of cryotherapy over digital palmar artery hemodynamics. It is suggested that the local action of the cooled water on digital microcirculation may interfere with the local hemodynamics of the digital palm arteries

Keywords: arterial flow, equine, ice, spectral Doppler, vascularization.

Lista de abreviaturas

% – porcentagem

AAVs – Anastomoses Arteriovenosas

°C – Celcius

cm – centímetros

CIVD – *Cold-Induced Vasodilation*

CEUA – Comissão de Ética no Uso de Animais

D – Diâmetro

DPM – desvio padrão da média

ECG – Eletrocardiograma

Fd – Fluxo diastólico

Fs – Fluxo sistólico

FCAV – Faculdade de Ciência Agrárias e Veterinárias

G – Gauge

kg – quilograma

m – metro

m – minuto

mL - mililitro

mm – milímetro

mmHg – milímetro de mercúrio

mm² – milímetro quadrado

m³ – metro cúbico

mg – miligrama

mtd – membro torácico direito

mte – membro torácico esquerdo

PAD– Pressão arterial diastólica

PAS – Pressão arterial sistólica

PAM – Pressão arterial média

P1 – processo 1

P2 – processo 2

P3 – processo 3

P4 – processo 4

T – Tempo

Unesp – Universidade Estadual Paulista

UI – Unidades Internacionais

Vd – Velocidade diastólica

VIF– Vasodilatação Induzida pelo Frio

Vs – Velocidade sistólica

s – segundo

$\bar{x}$ – média

Lista de tabelas

Página

- Tabela 1.** Médias ($\bar{X} \pm \text{DPM}$) dos parâmetros hemodinâmicos da artéria digital palmar esquerda de oito animais, obtidas antes (0m) e após (10m a 60m) crioterapia do membro torácico esquerdo em solução resfriada a 4°C por 60 minutos, com membro contralateral mantido em temperatura ambiente. Unesp – Jaboticabal, 2017.23
- Tabela 2.** Médias ($\bar{X} \pm \text{DPM}$) dos parâmetros hemodinâmicos da artéria digital palmar direita de oito animais, obtidas antes (0m) e após (10m a 60m) crioterapia do membro torácico esquerdo em solução resfriada a 4°C por 60 minutos, com membro contralateral mantido em temperatura ambiente. Unesp – Jaboticabal, 2017.25
- Tabela 3.** Participação das variáveis nos diferentes processos (1 – 4) de análise de fatores por componentes principais e rotação varimax de oito animais, obtidas antes e após crioterapia do membro torácico esquerdo em solução resfriada a 4°C por 60 minutos, com membro contralateral mantido em temperatura ambiente. Unesp, Jaboticabal, 2017.28
- Tabela 4.** Médias estimadas ($\bar{X} \pm \text{DPM}$) dos resíduos do primeiro processo de oito animais, obtidas antes e após crioterapia do membro torácico esquerdo em solução resfriada a 4°C por 60 minutos, com membro contralateral mantido em temperatura ambiente. Escores extraídos pela análise de componentes principais com rotação varimax no estudo de fatores na análise multivariada exploratória das variáveis D, A, FS, FD e FM. Unesp, Jaboticabal, 2017.30
- Tabela 5.** Médias estimadas ($\bar{X} \pm \text{DPM}$) dos resíduos do segundo processo de oito animais, obtidas antes e após crioterapia do membro torácico esquerdo em solução resfriada a 4°C por 60 minutos, com membro contralateral mantido em temperatura ambiente. Escores extraídos pela análise de componentes principais com rotação varimax no estudo de fatores na análise multivariada exploratória das variáveis PAS, PAD e PAM. Unesp, Jaboticabal, 2017.31

Página

Tabela 6. Médias estimadas ($\bar{X} \pm \text{DPM}$) dos resíduos do terceiro processo de oito animais, obtidas antes e após crioterapia do membro torácico esquerdo em solução resfriada a 4°C por 60 minutos, com membro contralateral mantido em temperatura ambiente. Escores extraídos pela análise de componentes principais com rotação varimax no estudo de fatores na análise multivariada exploratória das variáveis VS e VM. Unesp, Jaboticabal, 2017..	33
Tabela 7. Médias estimadas ($\bar{X} \pm \text{DPM}$) dos resíduos do quarto processo de oito animais, obtidas antes e após crioterapia do membro torácico esquerdo em solução resfriada a 4°C por 60 minutos, com membro contralateral mantido em temperatura ambiente. Escores extraídos pela análise de componentes principais com rotação varimax no estudo de fatores na análise multivariada exploratória das variáveis VD. Unesp, Jaboticabal, 2017.	34

Lista de figuras

Página

- Figura 1.** Procedimentos de preparação dos membros torácicos de equino hígido para canulação e consequente registro invasivo da pressão arterial durante crioterapia do dígito esquerdo. A - bloqueio anestésico local com aplicação tópica de pomada anestésica; B – antissepsia local com escovação com solução de clorexidine degermante a 2%; C – Localização da artéria digital palmar; D - início da cateterização; E – Fim da cateterização; F – Manutenção da viabilidade do cateter com solução de heparina. Unesp, Jaboticabal, 2017.17
- Figura 2** Procedimentos de obtenção dos parâmetros hemodinâmicos de equino hígido: A – posicionamento do animal em tronco de contenção e distribuição dos equipamentos de pressão invasiva e do aparelho ultrassonográfico após instrumentação experimental e início da crioterapia digital no membro torácico esquerdo; B – análise hemodinâmica da artéria digital medial do membro torácico esquerdo (tratado) por meio do doppler espectral; C – registro simultâneo das pressões arteriais em monitor multiparamétrico; D – registro do fluxo da artéria digital por meio do doppler espectral, com ângulo de insonação estabelecido em 60°. Unesp, Jaboticabal, 2017.19
- Figura 3.** Médias ($\bar{X} \pm \text{DPM}$) dos parâmetros hemodinâmicos da artéria digital palmar esquerda de oito animais, obtidas antes (0m) e após (10m a 60m) crioterapia do membro torácico esquerdo em solução resfriada a 4°C por 60 minutos, com membro contralateral mantido em temperatura ambiente: A - Diâmetro (mm); Área (mm²); B – Fluxo Sistólico Diastólico e Médio (m³/T); C – Pressão Sistólica, Diastólica e Média (mmHg) D – Velocidade Sistólica, Diastólica e Média (m/s).24
- Figura 4.** Médias ($\bar{X} \pm \text{DPM}$) dos parâmetros hemodinâmicos da artéria digital palmar direita de oito animais, obtidas antes (0m) e após (10m a 60m) crioterapia do membro torácico esquerdo em solução resfriada a 4°C por 60 minutos, com membro contralateral mantido em temperatura ambiente: A - Diâmetro (mm); Área (mm²); B – Fluxo Sistólico Diastólico e Médio (m³/T); C – Pressão Sistólica, Diastólica e Média (mmHg) D – Velocidade Sistólica, Diastólica e Média (m/s).26

Página

- Figura 5.** Separação de quatro processos extraídos da análise dos componentes principais com rotação varimax no estudo de fatores por meio de análise multivariada exploratória de oito animais, obtidas antes e após crioterapia do membro torácico esquerdo em solução resfriada a 4°C por 60 minutos, com membro contralateral mantido em temperatura ambiente. D – diâmetro; A – área; VS – velocidade sistólica; VD – velocidade diastólica; VM – velocidade média; FS – fluxo sistólico; FD – fluxo diastólico; FM – fluxo médio; PAS – pressão arterial sistólica; PAD – pressão arterial diastólica; PAM – pressão arterial média. Unesp, Jaboticabal, 2017.27
- Figura 6.** Médias ($\bar{X} \pm \text{DPM}$) dos escores do primeiro processo entre os membros em relação ao tempo de oito animais, obtidas antes e após crioterapia do membro torácico esquerdo em solução resfriada a 4°C por 60 minutos, com membro contralateral mantido em temperatura ambiente. Unesp, Jaboticabal, 2017.30
- Figura 7.** Médias ($\bar{X} \pm \text{DPM}$) dos escores do segundo processo entre os membros em relação ao tempo de oito animais, obtidas antes e após crioterapia do membro torácico esquerdo em solução resfriada a 4°C por 60 minutos, com membro contralateral mantido em temperatura ambiente. Unesp, Jaboticabal, 2017.31
- Figura 8.** Médias ($\bar{X} \pm \text{DPM}$) dos escores do terceiro processo entre os membros em relação ao tempo de oito animais, obtidas antes e após crioterapia do membro torácico esquerdo em solução resfriada a 4°C por 60 minutos, com membro contralateral mantido em temperatura ambiente. Médias seguidas por letras minúscula diferem significativamente na comparação múltipla dos tempos de cada membro pelo Teste de Fisher ($p \leq 0,1$) e médias seguidas de letras maiúscula diferentes diferem significativamente entre os membros pelo Teste T ($p \leq 0,05$). Unesp, Jaboticabal, 201733
- Figura 9.** Médias ($\bar{X} \pm \text{DPM}$) dos escores do primeiro processo entre os membros em relação ao tempo de oito animais, obtidas antes e após crioterapia do membro torácico esquerdo em solução resfriada a 4°C por 60

minutos, com membro contralateral mantido em temperatura ambiente. Médias seguidas por letras minúscula diferem significativamente na comparação múltipla dos tempos de cada membro pelo Teste de Fisher ($p \leq 0,1$). Unesp, Jaboticabal, 2017.....34

Capítulo 1 – Considerações Gerais

1.1 Introdução

A equinocultura no Brasil compõe a base do chamado Complexo do Agronegócio Cavalo, responsável pela geração de milhares empregos diretos e indiretos. Uma de suas principais áreas de destaque continua sendo o trabalho diário nas atividades agropecuárias, onde milhares de animais são utilizados, embora os equídeos estejam conquistando outras áreas, como lazer, esportes e até terapia.

Inúmeras afecções afetam os equinos, porém ao nível de sistema locomotor, a laminite figura entre as afecções mais comuns, causando prejuízos significativos na indústria equestre. Apesar de ser uma das afecções mais estudadas na medicina equina, a laminite continua a ser um desafio para os clínicos, com opções restritas de tratamento. O uso da crioterapia digital tem estado presente na rotina dos protocolos de tratamento da laminite devido aos benefícios presentes, como no caso da melhora evidente dos sinais clínicos (claudicação), principalmente quando instaurada nos primeiros sinais da afecção (fase prodrômica). Dessa forma, torna-se necessária a avaliação dos efeitos da crioterapia na perfusão digital dos equinos, para que possamos entender melhor as consequências desta modalidade terapêutica sobre a perfusão vascular nos dígitos dos equinos.

Devido à preocupação com o bem-estar e saúde dos animais optou-se em utilizar animais sadios, visto que o intuito do estudo foi buscar melhor compreender a fisiologia vascular diante do uso da crioterapia digital. Sendo assim, não houve necessidade da indução de laminite experimental ou mesmo da utilização de animais apresentando a determinada afecção.

2.5 Referências

ADAIRN, T. H. Growth regulation of the vascular system: an emerging role evidence for adenosine. **American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology**, v. 298, p. 283, 2005.

AZZALINI, A. Logistic regression for auto correlated data with application to repeated measures. **Biometrics**, v. 8, p. 767 – 775, 1994.

BAILEY, S. R.; MARR, C. M., JONATHAN ELLIOTT, J. Current research and theories on the pathogenesis of acute laminitis in the horse. **Veterinary Journal**, v. 167, p.129–142, 2004.

BAXTER, G. M.; STASHAK, T. S.; BELKNAP, J. K.; PARKS, A. Lameness in the Extremities. In: BAXTER, G. M. **Adam's and Stashak's Lameness in horses**. 6.ed. Wiley-Blackwell, cap.5, p.1272, 2011.

BERKMAN, C.; ALBERNAZ, R. M.; BASILE, R. C.; LACERDA-NETO, J. C.; QUEIROZ-NETO, A.; FERRAZI, G. C. Exercício em esteira não elevou a temperatura do casco de equinos. **Ciência Rural**, v. 41, p. 1398-1404, 2011.

BARCROFT, H.; EDHOLM, O. G. The effect of temperature on blood flow and deep temperature in the human forearm. **Journal of Physiology**, v. 102, p. 5-20, 1943.

BROSNAN, R. J.; STEFFEY, E. P.; STELLER-VICO, A.; VAUGHAN, B; LIU, I. K. The relationship between digital perfusion pressure and hoof lamellar blood flow in isoflurane-anesthetized horses. **American Journal of Veterinary Research**, v.90, p. 138-145, 2011.

BRUNNER, C. H. M.; MARTINS. M. F. M.; BOVINO, E. E. Angiografia *in vivo* para avaliação da vascularização do casco de equinos. **Ciência Rural**, v.38, p.116-123, 2008.

CLARKE, R. S. J.; HELLON, R. F.; LIND, A. R. Vascular reactions of the human forearm to cold. **Clinical Science**, v.17, p.165-179, 1958.

CORLEY, K. T. T. Monitoring and treating haemodynamic disturbances in critically ill neonatal foals. Part 1: Haemodynamic monitoring. **Equine Veterinary Education**, v. 14, p. 270-279, 2002.

FLOURIS, A. D.; WESTWOOD D. A.; MEKJAVIC, I. B.; CHEUNG, S.S. Effect of body temperature on cold induced vasodilation. **European Journal of Applied Physiology**, v.104, p. 491–499, 2008.

GRIMSRUD, K. N.; MAMA, K. R.; THOMASY, S. M.; STANLEY, S. D. Pharmacokinetics of detomidine and its metabolites following intravenous and intramuscular administration in horses. **Equine Veterinary Journal**, v. 41, p. 361 – 365, 2009.

GODMAN, J. D.; BURNS, T. A.; KELLY, C. S.; WATTS, M. R.; LEISE, B. S.; SCHROEDER, E. L.; VAN EPS, A. W.; BELKNAP, J. K. The effect of hypothermia on influx of leukocytes in the digital lamellae of horses with oligofructose-induced laminitis. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, v.178, p. 22-28, 2016.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. Controle Local e Humoral do Fluxo Sanguíneo dos Tecidos. In:_____ (Ed). **Tratado de Fisiologia Médica**. 12ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011a, cap. 17, p. 201 – 211.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. Visão geral da Circulação; Biofísica da Pressão, Fluxo e Resistência.. In:_____ (Ed) **Tratado de Fisiologia Médica** Rio de Janeiro: Elsevier, 2011b, cap.16, p 167 – 176

GUYTON, A. C.; HALL, J. E.. Regulação Nervosa da Circulação e o Controle Rápido da Pressão Arterial. In:_____ (Ed) **Tratado de Fisiologia Médica** Rio de Janeiro: Elsevier, 2011c, cap.18, p 213 – 223.

HAIR, F. J.; BLACK, W. C.; BABIN, B.; ANDERSON, R. E.; TATHAN, R. L. **Análise multivariada de dados**. 6^a ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

HOOD, D. Laminitis as a systemic disease. **Veterinary Clinic of North. American: Equine Practice**, v.15, p. 481-494, 1999.

HOOD, D. M.; WAGNER, I. P.; GORDON, W.; BRUMBAUGH, G. W. Evaluation of hoof wall surface temperature as an index of digital vascular perfusion during the prodromal and acute phases of carbohydrate-induced laminitis in horses. **American Journal Veterinary Research**, v. 62, p. 1167-1171, 2001.

KAISER, H. F. (1985) The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. **Psychometrika**, v. 23, p.187 – 200, 1985.

KNOTTENBELT D. C.; MALALANA F. Miscellaneous drugs, medications and others materials In: KNOTTENBELT D. C.; MALALANA F. (Ed) **Saunders Equine Formulary**. Elsevier, China, 2015, p 216.

KOHN, C. W.; HINCHCLIFF, K. W.; MCKEEVER, K. H. Evaluation of washing with cold water to facilitate heat dissipation in horses exercised in hot, humid conditions. **American Journal of Veterinary Research**. v. 60, p. 299–305, 1999.

KULLMANN, A.; HOLCOMBE, S. J.; HURCOMBE, S. D.; ROESSNER, H. A.; GEOR, R. J.; BELKNAP, J. Prophylactic digital cryotherapy is associated with decreased incidence of laminitis in horse diagnosed with colitis. **Equine Veterinary Journal**, v. 24, p. 554-559, 2014.

LEHMANN, J. F.; DE LATEUR, B. J. (1990) Cryotherapy. In: LEHMANN, J. F. **Therapeutic Heat and Cold**, 4^a ed Williams & Wilkins, Baltimore, 1990, p. 590-631.

LIM, C. M.; KIM, M. S.; AHN, J. J.; KIM, M. J.; KWON, Y.; LEE, L.; KOH, Y.; KIM, D. S.; KIM, W. D. Hypothermia protects against endotoxin-induced acute lung injury in rats. **Intensive Care Medicine**, v. 29, p. 453 – 459, 2003.

PADILLA, J.; SIMMONS, G. H.; VIANNA, L. C.; DAVIS, M. J.; HAROLD LAUGHLIN, M.; FADEL, P. J. Brachial artery vasodilatation during prolonged lower limb exercise: role of shear rate. **Experimental Physiology**, v. 96, p. 1019-1027, 2011.

PERONI, J. F.; MOORE, J. N. ; NOSCHLKA, E.; GRAFTON, M. E.; ACEVES-AVILA, M.; LEWIS, S. J.; ROBERTSON, T. P. Predisposition for venoconstriction in the equine laminar dermis: implications in equine laminitis. **Journal of Applied Physiology**, v. 100, p. 759-763, 2005.

POLLITT, C. C. e VAN EPS, A. W. Prolonged continuous distal limb cryotherapy in the horse. **Equine Veterinary Journal**, v. 36, p. 216-220, 2004.

POLLITT, C. C. Anatomy and physiology of the inner hoof wall. **Clinical Techniques in Equine Practice**, v. 3, p. 3-21, 2004.

REIEZIGEL, J. Analysis of experimental data with repeated measurement. **Biometrics**, v. 55, p. 1059 – 1063, 1999.

SANT'ANNA JUNIOR, L. P.; LESSA, D. A. B.; HENRIQUES, E. O.; SILVA, A. C. Estudo comparativo entre o Doppler Ultra-ssom e arteriografia convencional no diagnóstico das obstruções das artérias digitais no membro torácico do equino (*Equus caballus*). **Revista Brasileira de Ciências Veterinária**, v. 8, p. 24-30, 2011.

SIMMONS, G. H.; PADILLA, J. YOUNG, C. N. WONG, B. J. LANG. A. J.; DAVIS J. M.; LAUGHLIN, H.; FADEL, J. P. Increased brachial artery retrograde shear rate at exercise onset is abolished during prolonged cycling: role of thermoregulatory vasodilation. **Journal of Applied Physiology**, v. 110, p. 389–397, 2011.

SILVA JR, M. R. Bases morfológicas da função circulatória. In: **Fisiologia da circulação**. 2ª ed. São Paulo: Edart, 1977, p.1 - 35.

STOKES, A.M. The pathophysiology of acute laminitis. In: Simpósio Internacional do Cavalo Atleta 2, Belo Horizonte: EV-UFMG. **Anais do Simpósio Internacional do Cavalo Atleta**, v. 2, p. 83-89, 2005.

STOKES, A. M.; EADES, S. C.; MOORE, R. M. Pathophysiology and treatment of acute laminitis. In: REED, S. M.; BAYLY, W. M.; SELLON, D. C. **Equine Internal Medicine**, Saunders: St. Louis, USA, 2 ed, p. 522 – 330, 2004.

SKARDA, K.A., TRANQUILLI, W.J. (2013) Anestésicos locais. In: TRANQUILLI W. J.; THURMON J. C.; GRIM, K. A. Lumb & Jones Anestesiologia e Analgesia Veterinária. 4 ed. Roca, São Paulo, 2013, p. 432-442.

THOMASSIAN, A.; NICOLETII, J. L. M.; HUSSNI, C.A.; ALVES, A.L.G. Patofisiologia e tratamento da pododermatite asséptica difusa nos eqüinos - (Laminite eqüina) I Laminitis pathophysiology and treatment in horses. **Revista de educação continuada CRMV-SP/I Continuous Education Journal CRMV-SP**, São Paulo, volume 3, fascículo 2, p. 16 - 29, 2000.

TROXEL, A. B; LIPSITZ, S. R. HARRINGTON, D. P. Marginal models for the analysis of longitudinal measurements. **Biometrika**, v. 85, p. 661 – 672, 1998.

VAN EPS, A. W., POLLITT, C. C., UNDERWOOD, C., MEDINA-TORRES, C. E., GOODWIN, W. A., BELKNAP, J. K. Continuous digital hypothermia initiated after the onset of lameness prevents lamellar failure in the oligofructose laminitis model. **Equine Veterinary Journal**, v. 46, p. 625–630, 2014.

WAGNER, A. E., MUIR, W. W., Hinchcliff, K. W. Cardiovascular effects of xylazine and detomidine in horses. **American Journal Veterinary Research**, v. 52, p. 651 – 657, 1991

WAHLGREN, C. F.; QUIDING, H. Depth of cutaneous analgesia after application of eutectic mixture of the local anesthetics lidocaine and prilocaine (EMLA Cream). **Journal of American Academic of Dermatology**, v.42, p.584 – 588, 2000.

WORSTER, A. A., GAUGHAN, E. M., HOSKINSON, J. Effects of External Thermal Manipulation on Laminar Temperature and Perfusion of the Equine Digit. In: **Proceedings of the Annual Convention of the AAEP 2001**, v. 47, p. 329-333, 2001.