UNIVERSIDADE LUSÓFONA

ALEJANDRO DIZ HUARTE

ACOMPANHAMETO DE TRÊS CASOS CLÍNICOS DE EQUINOS COM DORSALGIA, TRATADOS COM ONDAS DE CHOQUE E AVALIADOS SEGUNDO CINEMÁTICA NA PASSADEIRA AQUÁTICA

Orientadora Interna: Dra. Professora Clarisse Coelho

Coorientadora Externa: Dra. Carolina Nascimento

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Faculdade de Medicina Veterinária

Lisboa

2022

ALEJANDRO DIZ HUARTE

ACOMPANHAMENTO DE TRÊS CASOS CLÍNICOS DE EQUINOS COM DORSALGIA TRATADOS COM ONDAS DE CHOQUE E AVALIADOS SEGUNDO CINEMÁTICA NA PASSADEIRA AQUÁTICA

Dissertação defendida em provas públicas para a obtenção do Grau de Mestre em Medicina Veterinária no curso de Mestrado Integrado em Medicina Veterinária, conferido pela Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, no dia 24 de novembro de 2022, perante o júri, com o Despacho de Nomeação nº 332/2022, de 28 de outubro de 2022, com a seguinte composição:

Presidente: Prof. Doutor David Ramiro por delegação da Profª. Doutora Laurentina Pedroso;
Arguente: Profª. Doutora Joana Simões;
Orientador(a): Profª. Doutora Clarisse Coelho;

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Faculdade de Medicina Veterinária

Lisboa

2022

“Estou dormindo desperto com sonhos que são loucura

Porque não são sonhos.”

-Álvaro de Campos

Ao meu avô, por estar, ainda quando não está.

Agradecimentos

Gostaria primeiramente de salientar que estes agradecimentos não são unicamente pelo apoio que recebi durante a elaboração deste trabalho, mas sim, por todo o carinho e ajuda recebida, durante o percurso deste grande curso que é, o Mestrado Integrado de Medicina Veterinária.

À Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias e à Faculdade de Medicina Veterinária por me ter permitido realizar o meu sonho de ser Médico Veterinário.

À minha orientadora a Professora Dra. Clarisse Coelho, por todo o seu apoio ao longo deste percurso, por toda a paciência e disponibilidade para me esclarecer as dúvidas que surgiram tanto no âmbito académico como a nível pessoal.

À minha coorientadora e referência ao longo de todo meu estágio curricular, por me ter transmitido o seu conhecimento de forma tao clara e por ter sido tão paciente comigo.

Ao Professor Dr. David Ramilo, por toda a ajuda disponibilizada durante a elaboração deste trabalho.

A toda a equipa da *HidroVet* e do *Paddock,* por me terem acolhido e acompanhado durante 6 meses.

Aos meus pais, pelo carinho, apoio e esforço que demostraram e fizeram para que eu fosse capaz de estar a escrever estas palavras neste instante.

Ao meu irmão, pelas suas características e a maneira peculiar que só ele sabe ser.

À minha restante família, e em especial às minhas avós, pelo amor e orgulho demostrado em todas as minhas pequenas vitórias.

Finalmente aos meus, que no início começaram como colegas de curso e hoje são colegas para a vida. Falharei tentando nestas linhas expressar todo o apreço e carinho que sinto por vocês.

Ao Carrega, ao Cerqueira e ao Jorge que foram indispensáveis nesta etapa que foi das melhores da minha vida.

À Patríchia, por aguentar as minhas estupidezes ao longo destes 6 anos.

Aos “Bandidos”, Miguel e Luís por não fazerem outra coisa sem ser fazer-me rir.

À Barroca, à Sara e ao Mexia, por todas as tardes bem passadas, e por serem o passado, presente e futuro da “La Resistencia”.

Ao Nuno e ao Hugo, os meus colegas mais antigos, que são e me ensinaram a ser, uma ajuda para os mais novos.

Aos meus anjos da guarda académicos, Patrícia e Rita.

À minha família académica, por me terem escolhido como o vosso padrinho e por me terem deixado conhecer as pessoas fantásticas que são.

Ao Guga, pelos “atélogo” que acabam sempre em um “tamujuntus”.

À Inês, por ser uma das pessoas com quem mais cumplicidade tenho.

Ao Martim, por ser o único burro a quem eu pagava para saber os seus pensamentos.

A Rafaela, por ser a “chinesa do meu coraçau”.

À Laura, à Marta e à Catarina, as minhas colegas de equinos.

Ao Meco e à Kira, por me darem a motivação suficiente nos momentos exatos.

Peço desculpa às pessoas que aqui não estão mencionadas, mas esta tese já tem tema, e não pode ser sobre todos vocês, mas irei agradecer pessoalmente a cada um de vós.

Resumo

A dorsalgia é uma causa comum de claudicação e redução de desempenho no cavalo atleta. Contudo, é ainda pouco compreendida atualmente, o que torna mais complicado o seu diagnóstico e posterior tratamento precisos, o que propicia recidivas a longo prazo. Atualmente, a análise cinemática se mostra um método objetivo de quantificar e analisar os movimentos dos equinos e consequentemente um método fiável para detetar se o animal tem um padrão biomecânico normal. Dentro das novas propostas terapêuticas, as ondas de choque tem vindo a ser um tratamento bastante utilizado para este tipo de patologia nos últimos anos, apesar das suas propriedades ainda precisarem de mais estudos para compreensão dos mecanismos de ação. Assim, o objetivo de este trabalho é demostrar, mediante a análise da cinemática do equino recolhida na passadeira aquática, os possíveis efeitos analgésicos das ondas de choque no tratamento da dorsalgia. Para tal, foram avaliados três equinos diagnosticados com dorsalgia, na passadeira aquática, em níveis diferentes de água. Existe uma alteração do padrão biomecânico do animal consoante o nível de água, e portanto foram obtidos mais dados sobre as variantes cinemáticas do animal. Foram utilizados pins cutâneos refletores para a recolha destes dados. Os programas *Kinovea* e *MatLab*® foram os escolhidos para realizar a análise dos mesmos. Os resultados deste trabalho só foram favoráveis no cavalo B. Contudo podemos concluir que, embora o número de animais utilizados no trabalho não seja o suficiente para realizar uma análise estatística dos dados obtidos, a literatura existente apoia que existe uma forte correlação entre as diferentes variantes cinemáticas e também suporta o forte poder analgésico das ondas de choque em afeções do dorso.

Palavras-chave: Dorsalgia; Cinemática; Passadeira aquática; Ondas de choque; Analgesia.

Abstract

Back pain is a common cause of lameness and reduced performance in the athletic horse. However, it is still little understood today, which makes its accurate diagnosis and subsequent treatment more complicated, which leads to long-term relapses. Currently, kinematic analysis is an objective method to quantify and analyze equine movements and, consequently, a reliable method to detect whether the animal has a normal biomechanical pattern. Within the new therapeutic proposals, shockwaves have become a widely used treatment for this type of pathology in recent years, although its properties still need further studies in order to better understand the mechanisms of action. Thus, the objective of this work is to demonstrate, through the analysis of the kinematics of the horse collected on the aquatic treadmill, the possible analgesic effects of the shockwave in the treatment of back pain. For this purpose, three horses diagnosed with back pain were evaluated on a treadmill at different water levels. There is a change in the animal's biomechanical pattern depending on the water level, and therefore more data on the animal's kinematic variants were obtained. Reflector skin pins were used to collect these data. Kinovea and MatLab® programs were chosen to carry out their analysis. The results of this work were only favorable in horse B. However, we can conclude that, although the number of animals used in the work is not enough to carry out a statistical analysis of the data obtained, the existing literature supports that there is a strong correlation between the different variants kinematics and also supports the strong analgesic power of shock waves in back disorders.

Keywords: Back pain; Kinematics; Water treadmill; Shockwave; Analgesia.

Lista de abreviaturas, siglas e símbolos

Lig: Ligamento

m: Músculo

n: Nervo

A-O: Atlantocipital

T-L: Toracolombar

L-S: Lombosacra

SW: Shockwave

ns: Nanosegundo

MPa: MegaPascais

J: Joules

Cm^2: Centímetros quadrados

Hz: Hertz

MHz: MegaHertz

cm: Centímetros

mm: Milímetros

km/h: Quilómetros por hora

ROM: *Range Of Motion*

IASP: *International Association for the Study of Pain*

ISMST: *International Society for Musculoskeletal Shockwave Therapy*

AINEs: Anti-inflamatorios Não Esteroides

EMS: *Electrical Muscle Stimulation*

TENS: *Trancutaneous Electrical Nerve Stimulation*

LASER: *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*

vGFR: *Vertical Ground Force Reaction*

MPE: Membro Posterior Esquerdo

MPD: Membro Posterior Direito

VEGF: *Vessel Endotheial Growth Factor*

PCNA: *Proliferating Cell Antinuclear Antigen*

eNOS: *Endothelial Nitric Oxide Synthase*

CGRP: *Calcitocin Gene Related Peptide*

FPS: Frames por Segundo

≤: Menor ou igual

≥: Maior ou igual

ρ: Ro

α: Alfa

%: Percentagem

º: Graus

®: Marca Registrada

Índice Geral

Descrição da Casuística do Estágio Curricular 11
Introdução 13
I. Revisão Bibliográfica 14
1. Anatomia do Dorso do Equino 14
1.1. Osteologia 14
1.2. Artrologia 18
1.3. Miologia 19
2. Biomecânica 21
3. Algesia 23
..... 24
4. Dorsalgia 24
4.1. Diagnóstico 25
4.2. Tratamento 27
4.2.1. Tratamento Convencional 27
4.2.2. Tratamento Fisiátrico 28
5. Ondas de choque 30
5.1. História 30
5.2. Física Básica 31
5.3. Efeitos Biológicos 32
5.4. Métodos de Geração 34
II. Materiais e Métodos 36
1. Animais tratados 36
2. Materiais e Métodos 37
2.1. Método de obtenção de dados 38
2.2. Análise dos dados 39
III. Resultados 40
1. Avaliação da melhoria das variáveis cinemáticas ao longo do tratamento 40
Cavalo A 40
Cavalo C 43

IV. Discussão 44
V. Conclusão 46
Bibliografia 48

Índice de Tabelas

Tabela 1: Variáveis cinemáticas do cavalo A em diferentes níveis de água, antes do protocolo de tratamento de dorsalgia com ondas de choque. 40
Tabela 2: Variáveis cinemáticas do cavalo A em diferentes níveis de água, após o protocolo de tratamento de dorsalgia com ondas de choque. 41
Tabela 3: Variáveis cinemáticas do cavalo B em diferentes níveis de água, antes do protocolo de tratamento de dorsalgia com ondas de choque. 42
Tabela 4: Variáveis cinemáticas do cavalo B em diferentes níveis de água, após o protocolo de tratamento de dorsalgia com ondas de choque. 42
Tabela 5: Variáveis cinemáticas do cavalo C em diferentes níveis de água, antes do protocolo de tratamento de dorsalgia com ondas de choque. 43
Tabela 6: Variáveis cinemáticas do cavalo C em diferentes níveis de água, após o protocolo de tratamento de dorsalgia com ondas de choque. 43

Índice de Figuras

Figura 1: Gráfico da casuística total do estágio. 12
Figura 2. Esqueleto axial de um equino com crânio, costelas e externo; A figura da ênfase nas articulações atlantoaxial (A-O), toracolombar (T-L) e lombosacra (L-S) (Williams, 2016). 14
Figura 3: Esquema de uma vértebra de equino (Jeffcott & Dalin, 1980). 15
Figura 4: Rotação axial, flexão dorsoventral e lateralização das diferentes articulações da porção cervical do esqueleto axial do equino (CLAYTON & TOWNSEND, 1989). 16
Figura 5: Quantidade de movimento de flexão e extensão, cada barra corresponde a uma articulação intervertebral da coluna equina (Williams, 2016). 21
Figura 6: Quantidade de movimento de lateralização, cada barra corresponde a uma articulação intervertebral da coluna equina (Williams, 2016). 22
Figura 7: Quantidade de movimento rotação, cada barra corresponde a uma articulação intervertebral da coluna equina (Williams, 2016). 23
Figura 8: Gráficos das diferentes etiologias causantes de dor de dorso equina em 443 cavalos segundo (Jeffcott, 1979). 24
Figura 9: Forma típica de uma onda de choque terapêutica (Ogden et al., 2001). 31
Figura 10. Exemplo das forças directas e indirectas das ondas de choque e as alterações que podem ocorrer (Shrivastava & Kailash, 2005). 32
Figura 11: Resposta biológica ao tratamento com ondas de choque (Wang, 2003). 33
Figura 12: Representação esquemática dos três tipos de gerador de shockwave focais mais comuns. a.: electro-hidráulico (s: gerador; r: refletor; f1: primeiro ponto focal; f2: segundo ponto focal). b.: eletromagnético (c1: condensador; c2: bobina; m: membrana; f1: primeiro ponto focal; I: lente convexa; f2: segundo ponto focal. c.: piezoelétrico (gerador piezoelétrico; f: ponto focal) (Gerdesmeyer et al., 2002). 34
Figura 13: Representação esquemática do mecanismo de geração de uma onda de choque radial (Gerdesmeyer et al., 2002). 35

Descrição da Casuística do Estágio Curricular

O estágio curricular que serviu como base para esta dissertação foi realizado no Centro de Reabilitação Equina *HidroVet* em Sintra, Portugal, sob a orientação da Prof. Dra. Carolina Nascimento. O estágio iniciou em Setembro de 2020 e terminou em Março de 2021. Na *HidroVet* é exercida a medicina integrativa, isto é, a utilização da medicina convencional ou ocidental combinada com o uso de medicinas mais complementares e orientais; este tipo de medicina é utilizado no dia-a-dia da clínica, sendo assim abordado cada caso de forma multidisciplinar. Os casos clínicos assistidos durante o estágio curricular consistiam, na sua maioria, em animais que pertenciam ao Clube Equestre de Janas "O *Paddock*", sendo que o resto dos animais acompanhados foi em regime de ambulatório na área de Grande Lisboa. A maioria das espécies tratadas foram equinos e póneis (*Equus caballus),* sendo que também foram tratados esporadicamente burros *(Equus asinus)*.

Na duração do estágio curricular do autor na *HidroVet* foi possível adquirir vários conhecimentos através de tarefas multidisciplinares e procedimentos realizados, assim como o raciocínio clínico adjacente a estes, como, por exemplo, o nivelamento dentário dos equinos; a elaboração de hemogramas e a sua interpretação; a administração de vacinas e colocações de microchips; a administração de terapias regenerativas como Plasma Rico em Plaquetas (PRP) e Plasma Pobre em Plaquetas (PPP); a utilização de terapias fisioterapêuticas como o LASER, o ultrassom, as ondas de choque e a utilização de terapias convencionais para o tratamento de patologias do sistema músculo-esquelético. Foram realizados exames de diagnóstico de claudicação, assim como a prática de exames de diagnóstico por imagem como radiografias ou ecografia. Foram realizados também exames de atos de compra e a tratamentos de cólicas.

O gráfico 1 representa o número de atividades que foram observadas ou realizadas pelo autor desta dissertação na *HidroVet*, durante o período de estágio curricular que teve início dia 14 de Setembro de 2020 até 14 de Março de 2021.



Figura 1: Gráfico da casuística total do estágio.

Introdução

A dorsalgia é uma das causas principais da descida de desempenho. Da mesma forma o seu diagnóstico é difícil devido a complexidade da estrutura do dorso e a grande variedade de sinais clínicos inespecíficos (Haussler, 2007).

Existem vários tipos de tratamento para este tipo de afeção uma vez realizado o seu diagnóstico. Estes podem ser, médicos, cirúrgico ou fisiátricos (Denoix & Dyson, 2003; Haussler, 2003).

As ondas de choque tem uma história relativamente curta, não entanto, nos últimos anos tem vindo aumentar o seu uso como tratamento fisiátrico para dorsalgia em equinos (Wang, 2003).

Este trabalho tem como objetivo demostrar através da análise cinemática do dorso, obtida na passadeira aquática, que as ondas de choque tem um efeito analgésico na dor de dorso. Para isto foram diagnosticados 3 cavalos com dorsalgia. Foram colocados vários pins cutâneos refletores em varias estruturas anatómicas do dorso do equino, a continuação foram colocados os cavalos na passadeira aquática da Activomed e filmados a passo. Foi repetido este procedimento após o tratamento com ondas de choque da BTL-6000. Para comparar a evolução dos cavalos foi utilizados os programas Kinovea e MatlaB®.

Para uma boa comprenssao deste trabalho é necessário realizar uma revisão bibliográfica da anatomia do dorso, do diagnostico e os diferentes tratamentos desta patologia, assim como os conceitos básicos da biomecânica do dorso, a hidroterapia e as ondas de choque. Posteriormente vão ser relatados e discutidos os 3 casos clínicos presentes neste trabalho.

I. Revisão Bibliográfica

1. Anatomia do Dorso do Equino

1.1. Osteologia

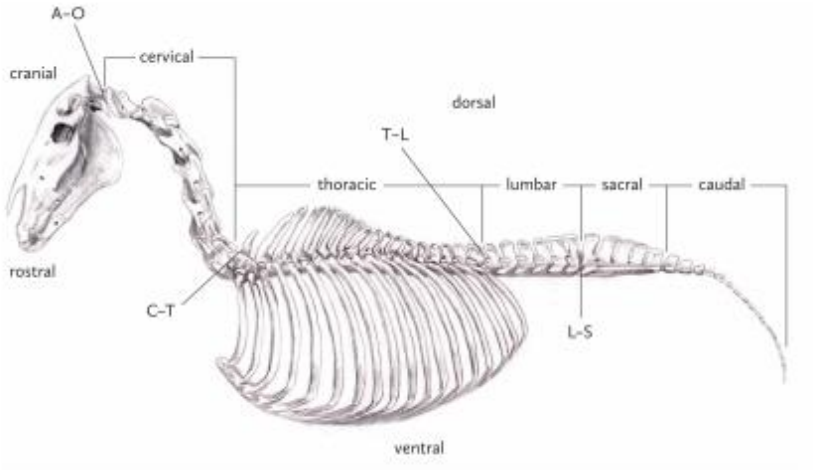


Figura 2. Esqueleto axial de um equino com crânio, costelas e externo; A figura da ênfase nas articulações atlantoaxial (A-O), toracolombar (T-L) e lombosacra (L-S) (Williams, 2016).

A coluna vertebral é o pilar que sustenta todas as demais estruturas relacionadas com a dorsalgia. Por isto devemos compreender as estruturas que formam a coluna e a relação que existe entre elas, sendo por esta razão imprescindível o conhecimento de toda a sua anatomia.

A coluna vertebral do equino é formada por peças ósseas denominadas de vértebras. Estas têm como função proteger a medula espinhal que passa pelo canal vertebral de cada vértebra, e fazer a conexão entre a cabeça, os membros torácicos e os membros pélvicos do cavalo. As vértebras são consideradas ossos curtos, formadas por dois tipos de tecido: o tecido esponjoso no centro e o tecido compacto ao redor deste (Konig & Liebich, 2016).

A coluna vertebral pode dividir-se em 5 regiões diferentes: cervical, torácica, lombar, sacral e coccígea. Dependendo da região anatómica onde as vertebras se encontram, estas têm diferentes funções e, portanto, vão apresentar características estruturais específicas. No entanto, todas partilham uma estrutura base, sendo que esta consiste num corpo da vértebra, um arco vertebral e os processos vertebrais (Climent et. al., 2013; Konig & Liebich, 2016).

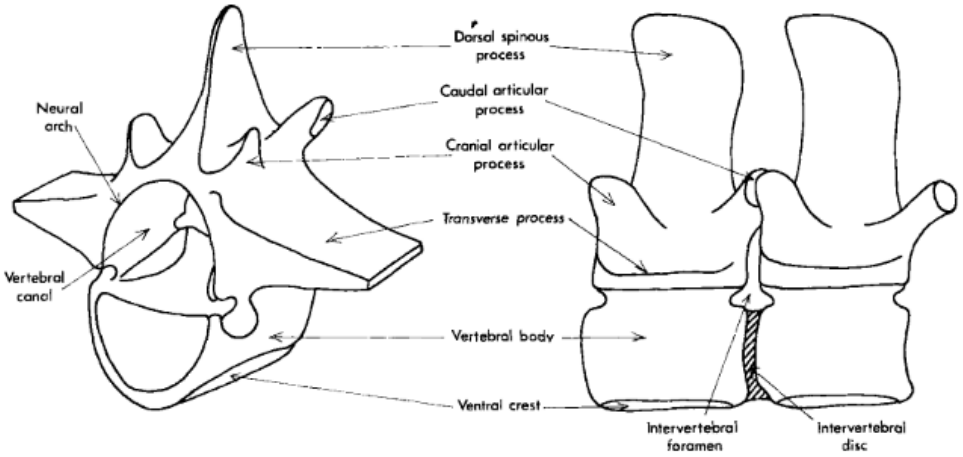


Figura 3: Esquema de uma vértebra de equino (Jeffcott & Dalin, 1980).

O corpo da vertebra é a base, tendo esta uma forma quase cilíndrica, onde se apoiam o resto das estruturas que conformam a vértebra. A sua superfície dorsal é praticamente reta, a ventral é redonda, e na extremidade cranial encontramos uma superfície articular convexa ao contrário da extremidade caudal que têm forma côncava (Haussler, 1999; Konig & Liebich, 2016; Henson, 2018).

O arco vertebral encontra-se na superfície dorsal do corpo da vértebra, formando, assim, o canal vertebral. O diâmetro deste canal varia de tamanho ao longo da coluna vertebral. O canal é mais amplo nas primeiras vértebras cervicais e vai diminuindo até chegar as primeiras vértebras torácicas onde volta a aumentar o seu tamanho até o final destas. O diâmetro aumenta uma vez mais quando se chega às primeiras vértebras lombares e vai diminuindo até chegar as primeiras vértebras caudais (Haussler, 1999; Konig & Liebich, 2016; Henson, 2018).

O número total de vértebras varia consoante a espécie, sendo que o equino tem 7 vértebras cervicais, 18 vértebras torácicas, 6 vértebras lombares, 5 vértebras sacrais e 18 vértebras coccígeas ou caudais (Stecher, 1962; Haussler, 1999; Climent et al., 2013).

Cada vértebra tem uma serie de processos que vão servir como ponto de inserção para músculos, ligamentos e tendões, assim como para cada articulação entre vértebras. Os processos que se podem encontrar em cada vértebra são os seguintes: (1) um processo espinhoso único na linha media dorsal do arco vertebral; (2) dois processos transversos que saem um de cada lado da base do corpo vertebral; (3) quatro processos articulares que são projetados a nível cranial e caudal na base dos processos espinhoso; (4) dois processos mamilares entre o processo transverso e o processo articular cranial, com estes processos

situados apenas nas vértebras torácicas e lombares já que são as que se vão conectar com as costelas (Konig & Liebich, 2016; Henson, 2018).

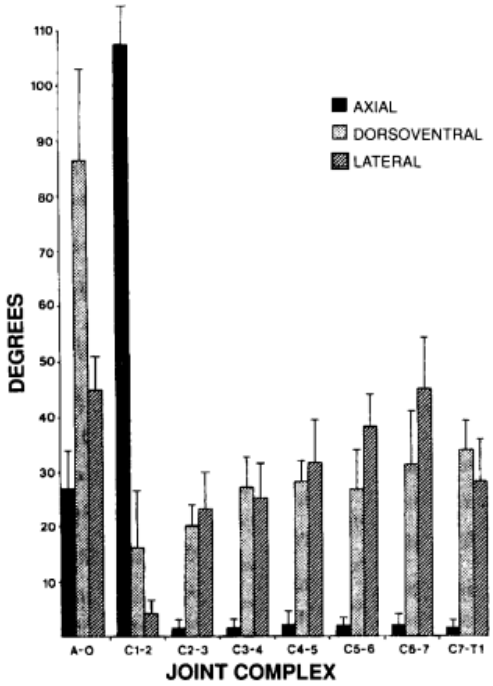


Figura 4: Rotação axial, flexão dorsoventral e lateralização das diferentes articulações da porção cervical do esqueleto axial do equino (CLAYTON & TOWNSEND, 1989).

As vértebras cervicais têm uma grande mobilidade. As duas primeiras vértebras têm como função a rotação da cabeça no eixo horizontal e vertical, respetivamente (Henson, 2018).

O atlas é a primeira vértebra cervical, e esta articula-se com o osso occipital cranialmente, e caudalmente com a segunda vértebra cervical, o áxis. Esta primeira vertebra cervical não aparenta ter corpo vertebral, mas é composto por dois arcos, um arco dorsal e outro ventral que se juntam para formar o canal vertebral. Os processos transversos desta vértebra são mais desenvolvidos do que os restantes e mais achatados dorso-ventralmente, sendo denominadas de as asas do atlas. Esta estrutura específica do atlas está desenvolvida de modo a poder cumprir a função de inserção da musculatura dorsal e ventral do pescoço onde são realizados os movimentos de flexão, extensão e rotação do pescoço (Konig & Liebich, 2016; Henson, 2018).

O áxis é a segunda vértebra cervical, e é articulada cranialmente com o atlas e caudalmente com a terceira vértebra cervical. A principal característica do áxis é uma protuberância óssea com o nome de dente do áxis, esta está situada no bordo cranial da vertebra que vai ser articulada com o bordo caudal do atlas. O dente do áxis foi desenvolvido para desempenhar uma função específica, sendo esta servir de pivô para a rotação da cabeça na fóvea articular caudal do atlas (Konig & Liebich, 2016; Henson, 2018).

As vertebras cervicais que restam vão progredir lentamente até serem convertidas em vertebras torácicas. O corpo vertebral vai diminuindo de tamanho à medida que avançam até ao tórax. Na superfície ventral do corpo das vértebras, da terceira até à quinta, aparece uma crista ventral que se encontra ausente na sétima vértebra. Ao contrário do acontece com a crista ventral, as vértebras começam a desenvolver processos espinhosos cada vez maiores

até chegar a sétima vértebra cervical onde já se encontra um processo espinhoso destacável (Konig & Liebich, 2016).

As vértebras torácicas apresentam uma crista ventral muito pouco desenvolvida ou inexistente, um corpo vertebral curto que vai aumentando de tamanho à medida que vai avançando a nível caudal. Em geral, os processos articulares das vértebras torácicas são muito curtos. Estas vértebras possuem processos espinhosos muito compridos que vão servir como pontos de inserção para os músculos da cabeça, pescoço e do tronco. Estes processos espinhosos encontram-se em uma orientação dorso-caudal até a décima sexta vértebra torácica, denominada vértebra anticlinal, onde a orientação se inverte a orientação até o final das vértebras lombares. Outra característica destas vértebras é a presença de facetas costais nos processos transversos que irão articular com as costelas; existem uma fóvea articular cranial e uma caudal. A fóvea articular cranial esta direcionada no sentido crânio-dorsal. A fóvea articular caudal está situada na porção caudal da vértebra e orientada em sentido contrário à fóvea articular cranial. Estes dois fatores estão relacionados com a mobilidade e o movimento de rotação da coluna torácica relativamente ampla em comparação com os movimentos dorsoventrais da mesma, assim como com a estabilidade das costelas, que é maior nas craniais e menor nas caudais. Existe um total de 18 pares de costelas (Haussler, 1999; Konig & Liebich, 2016).

As vértebras lombares são mais longas que as torácicas, já não apresentam fóveas costais, têm uma crista ventral mais desenvolvida que as vértebras torácicas, as suas apófises espinhosas são mais pequenas e apresentam uma orientação craniodorsal. A característica mais marcante deste tipo de vértebra são as suas apófises transversas, achatadas e muito desenvolvidas para os laterais do corpo vertebral. Estas apófises articulares oferecem umas superfícies muito amplas para a fixação de grandes massas musculares, como os músculos lombares internos, da musculatura abdominal, pélvica e axial. Devido a que a sua principal função é a fixação de grandes massas musculares e a transmissão das forças exercidas por eles, esta região da coluna vertebral vai ser caracterizada pela sua grande estabilidade, sendo quase impossível realizar movimentos laterais. O canal vertebral aumenta nesta porção da coluna para permitir o aumento da medula espinhal, sendo este aumento conhecido como a intumescência lombar. O espaço entre os arcos vertebrais é maior entre a última vértebra lombar e a primeira vértebra sacral, e este espaço pode ser usado como acesso ao canal vertebral (Haussler, 1999; Henson, 2018; Konig & Liebich, 2016).

As cinco vértebras sacrais e os seus discos intervertebrais encontram-se totalmente fundidos quando o equino alcança os 5 anos de idade. A união destas vértebras é o sacro, que nos equinos tem forma triangular e é achatado. A fusão das vertebrais sacrais tem como

consequência a perda de mobilidade das estruturas que a formam, aumentando assim a eficácia de transmissão de força aplicada pelos músculos pélvicos através da articulação sacroilíaca (Buisine, 2013; Haussler, 1999; Henson, 2018; Konig & Liebich, 2016; Stecher, 1962).

1.2. Artrologia

As diferentes articulações que estão presentes na coluna vertebral permitem realizar os diferentes movimentos de dorsoflexão, lateralização e rotação. Ainda que os movimentos de cada articulação sejam limitados, a junção de todos estes pequenos movimentos fornece um resultado total muito mais amplo (Henson, 2018).

Na coluna vertebral predominam dois tipos de articulações: as articulações sinoviais planas, que encontram-se nos processos articulares das vértebras e as sínfises intervertebrais, que se encontram entre cada corpo vertebral (Haussler, 1999; Climent et. al.,2013). Existem três exceções: a articulação atlantoocipital; a articulação atlantoaxial; e articulação lombosacra (Climent et. al.,2013).

As vértebras cervicais, e todas as restantes vértebras, articulam com as adjacentes através dos bordos craniais e caudais do corpo da vértebra que está coberto por uma cartilagem hialina. Entre cada vértebra existe um disco fibrocartilaginoso que é formado por um núcleo pulposo e um anel fibroso que o rodeia. A grossura do disco intervertebral tem um papel muito importante na flexibilidade da coluna (Konig & Liebich, 2016; Henson, 2018).

Os ligamentos (lig.) que irão juntar a coluna vertebral do equino têm como função manter a integridade da coluna e permitir o movimento da mesma como um todo, já que não pertencem a nenhuma articulação em particular. Os ligamentos podem ser diferenciados em dois tipos: longos e curtos (Climent et. al.,2013; Henson, 2018).

Os lig. curtos estão presentes em cada vertebra e ligando-as com a vértebra vizinha (Konig & Liebich, 2016), sendo eles: (1) os lig. amarelos, pequenas lâminas elásticas que têm como função o preenchimento dos espaços interarcos, ajudando assim a sustentação do peso do esqueleto e da sua musculatura. São bastante flexíveis permitindo assim o movimento do esqueleto axial (Konig & Liebich, 2016; Henson,2018); (2) os lig. intertransversos conectam os processos transversos de cada vértebra e são postos sob tensão quando o animal realiza os movimentos de rotação e lateralização (Konig & Liebich, 2016; Henson, 2018); (3) os lig. interespinhais conectam os processos espinhosos entre si, são bastante elásticos na região

cranial da coluna, têm como função impedir que as apófises espinhosas se movimentem cranialmente e impede a flexão excessiva da coluna (Konig & Liebich, 2016; Henson, 2018).

Os lig. longos conectam com mais de uma vértebra, podendo passar por diferentes regiões da coluna, formando estruturas amplamente funcionais (Konig & Liebich, 2016). Os ligamentos longos que fazem parte do esqueleto axial do cavalo são os seguintes: (1) O lig. longitudinal dorsal, que acompanha a porção cranial do corpo da vértebra desde o dente do áxis até o sacro e fixa-se na porção fibrosa mais superficial de cada disco vertebral (Konig & Liebich, 2016; Henson, 2018). (2) O lig. longitudinal caudal, que acompanha a porção ventral do corpo vertebral desde a 8ª vértebra torácica até a face ventral do sacro, afixando-se no corpo vertebral (Climent et.al.,2013; Henson, 2018). (3) O lig. nucal vai ajudar à musculatura do pescoço a suportar o peso da cabeça e do pescoço. No equino origina-se no osso occipital, fixa-se nas apófises espinhosas das primeiras vértebras torácicas e contínua como o ligamento supraespinhoso até chegar à última vértebra lombar. O lig. nucal pode-se dividir em duas estruturas pares: o funículo nucal e a lâmina nucal (Climent et.al.,2013; Henson, 2018). O funículo nucal origina-se no osso occipital, e recebe à lâmina nucal na terceira vértebra cervical. Este lig. tem como inserção o processo espinhoso da quarta vértebra torácica. Este continua até as primeiras vértebras torácicas onde prossegue com o nome de ligamento supraespinhal. No funículo nucal, na segunda ou terceira vértebra torácica existe uma bursa do ligamento nucal (Climent et. al.,2013; Henson, 2018). A lâmina nucal origina-se no processo espinhoso das vértebras cervicais começando pelo áxis e insere-se no funículo nucal até acabar no processo espinhoso da primeira vértebra torácica (Climent et. al., 2013).

1.3. Miologia

Os movimentos de flexão e extensão do esqueleto axial são produzidos por dois grupos de músculos diferentes. Os músculos que estão dorsais à coluna são considerados extensores; ao mesmo tempo os músculos que se encontram ventrais à coluna são considerados flexores da coluna. Ao contrário dos músculos flexores e extensores, os músculos encarregues da rotação da coluna axial não têm unicamente a função de rotação, mas realizam também uma função de flexão ou extensão, unilateral. Para uma melhor compreensão dos diferentes músculos e a função que realizam, o pescoço irá ser considerado de forma separada do resto do tronco do equino (Denoix, 2013).

Os músculos extensores do pescoço originam-se nas apófises espinhais das vértebras torácicas e dirigem-se cranialmente para as vértebras cervicais e a cabeça. Os músculos que vão realizar a maior parte do trabalho para produzir este movimento são:

músculo (m.) esplénio e m. semiespinhal da cabeça (Denoix, 2013; Konig & Liebich, 2016; Williams, 2016).

Da mesma forma os músculos que se encontram ventrais à porção cervical da coluna vertebral do equino irão ser músculos flexores do pescoço. Os músculos que estão encarregues de realizar a maior parte deste movimento são: m. esternocefálico e m. braquiocefálico, ambos nomeados segundo as suas inserções, e o m. escaleno, que se origina na primeira costela e insere-se ventralmente nas vértebras cervicais (Denoix, 2013; Konig & Liebich, 2016; Williams, 2016).

O movimento de extensão da coluna vertebral é realizado por músculos que se encontram dorsais às vértebras da coluna, são os chamados músculos epiaxias. O movimento de extensão é realizado principalmente por um único músculo de grandes dimensões, o m. eretor da espinha. Este vai desde as vértebras lombares do cavalo até as últimas vértebras cervicais, preenchendo o espaço que existe entre os processos transversos e os espinhais das vértebras, assim como o bordo cranial das costelas. A contração deste músculo causa a extensão da espinha assim como uma aproximação das apófises espinhosas das vértebras. (Denoix, 2013; Konig & Liebich, 2016).

Os músculos flexores da coluna toracolombar ventrais aos corpos vertebrais que formam a coluna, são os chamados músculos hipoaxiais. Os principais músculos que vão realizar este movimento são os músculos da parede abdominal e os músculos sublombares. Da parede abdominal, podemos ressaltar o músculo recto do abdómem e os oblíquos. Dos músculos sublombares, o iliopsoas está encarregue de fletir a coluna vertebral que devido a sua origem nas vértebras lombares e a sua inserção no trocanter menor do fémur vai causar um *tilt* pélvico e uma flexão coxofemoral, projetando o membro para frente e a flexão da coluna (Denoix, 2013; Konig & Liebich, 2016; Williams, 2016).

Os movimentos de lateralização tanto do pescoço como do tronco do equino são realizados pela ação conjunta unilateral dos músculos flexores e extensores desse lado. Assim a flexão do tronco para o lado direito é realizada pela contração do músculo eretor da espinha e os músculos oblíquos do lado direito do cavalo. Este tipo de movimento no tronco do equino é restrito sendo a parte mais móvel a porção caudal do tronco (Denoix, 2013; Williams, 2016).

Finalmente, os movimentos de rotação podem ser ativos ou passivos, mas normalmente estão associados a lateralização. Os músculos responsáveis por este tipo de movimento vão ser músculos pequenos e auxiliares que encontram-se adjacentes as vértebras da coluna (Denoix, 2013; Williams, 2016).

2. Biomecânica

A cinemática é o ramo da mecânica que estuda o movimento dos objetos sem ter em conta as forças que geram esse movimento. Durante muitos anos, a coluna do equino foi considerada uma estrutura imóvel e, ao longo da história, foram surgindo várias teorias que tinham como objetivo explicar de forma simples e prática o comportamento do dorso do equino. Entretanto, só em 1946 é que foi apresentada a teoria do Arco e a Corda ou *"Bow and String".* Esta teoria tem em consideração o tronco do animal e não só a coluna vertebral. O arco representa a coluna vertebral toracolombar, assim como a musculatura epiaxial. A corda representa os músculos abdominais, a restante musculatura hipoaxial e a linha alba. Assim, quando ocorre uma tensão na corda o arco reage fletindo, da mesma forma, quando ocorre uma tensão (e portanto uma contração) dos músculos do abdómen, a coluna vertebral do equino vai reagir, alongando (Denoix, 1999; Jeffcott, 1979; Pfau et al., 2018; Weeren, 2006).

Esta teoria evidencia o dinamismo da coluna vertebral com os movimentos de extensão, flexão, lateralização e rotação. Estes movimentos não são iguais em todas as regiões da coluna do equino devido as características anatómicas de cada uma delas, já explicadas anteriormente (Weeren, 2006).

Assim, podemos ver que os movimentos de flexão e extensão da coluna são característicos do pescoço e da articulação L-S. O resto da estrutura axial tem pouca ou

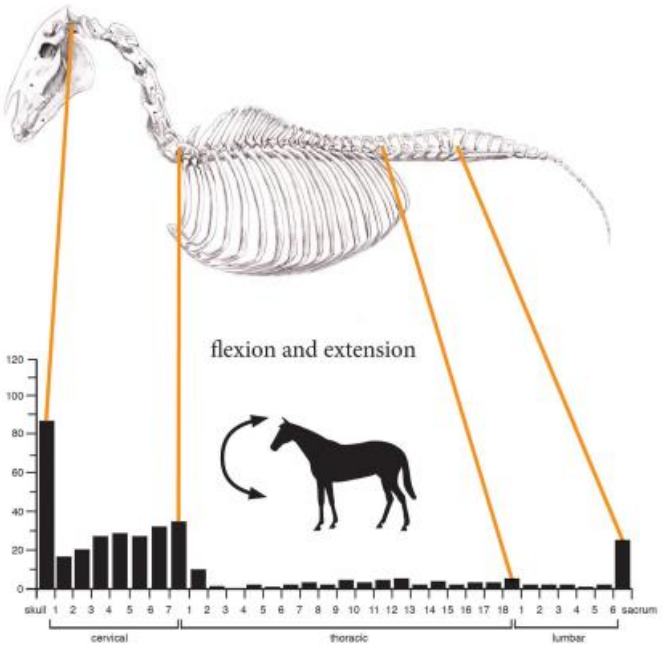


Figura 5: Quantidade de movimento de flexão e extensão, cada barra corresponde a uma articulação intervertebral da coluna equina (Williams, 2016).

nenhuma capacidade de flexão e extensão, especialmente a porção mais cranial da coluna torácica. Isto é devido às apófises espinhosas das vértebras dessa região, que impossibilitam esse tipo de movimento (Denoix, 2013).

O movimento de lateralização pode ser definido como a curvatura de um dos lados do dorso no plano horizontal. Este movimento quase nunca é isolado e normalmente vem acompanhado com a rotação do esqueleto axial. A lateralização não é efetuada por nenhum músculo específico mas sim pela ação dos músculos flexores e extensores da coluna quando são contraídos unilateralmente (Denoix, 2013).

Na *Figura 5* observa-se a lateralização da coluna ocorre na região do pescoço e na porção caudal da coluna T-L.

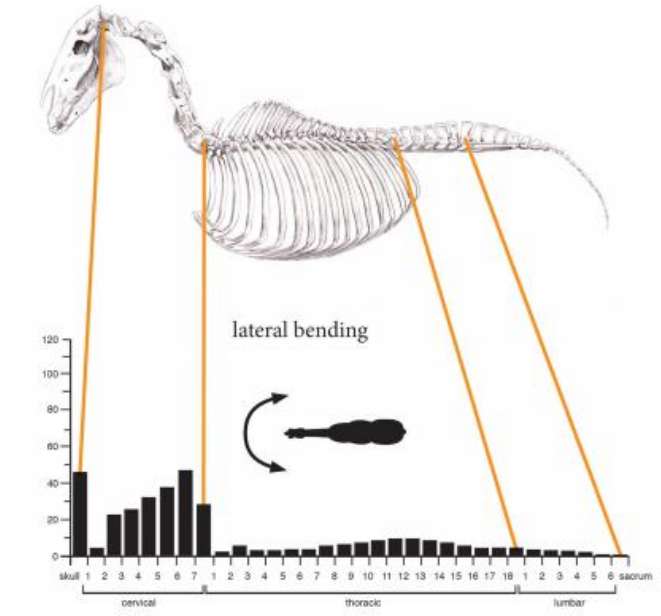


Figura 6: Quantidade de movimento de lateralização, cada barra corresponde a uma articulação intervertebral da coluna equina (Williams, 2016).

Os movimentos de rotação são movimentos angulares que ocorrem no próprio eixo da coluna vertebral. Portanto, os movimentos de rotação não são mais que movimentos de torção da coluna vertebral no plano transversal. Este movimento, a diferença do resto, pode ser efeituado de forma ativa, quando é produzida pela contração de um músculo, como por exemplo o músculo multífidos ou o músculo abdominal oblíquo interno; ou passiva, como resultado da posição dos membros (Denoix, 2013).

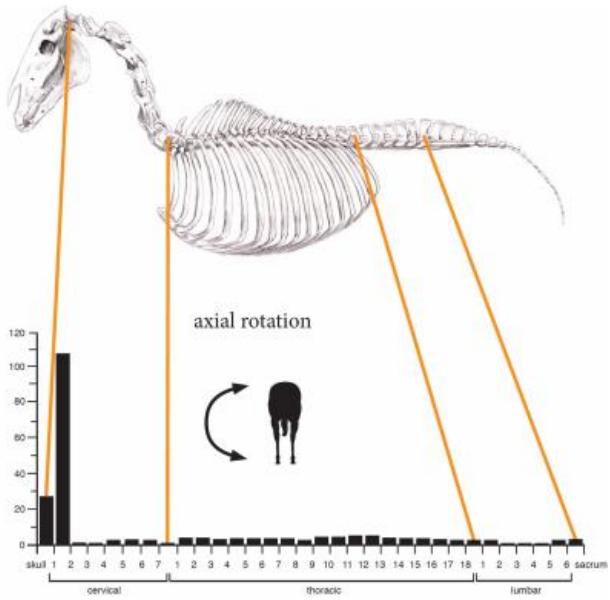


Figura 7: Quantidade de movimento rotação, cada barra corresponde a uma articulação intervertebral da coluna equina (Williams, 2016).

Como podemos observar na Figura 6, a maior parte da rotação na coluna T-L acontece na região entre as vértebras torácicas 10 até a 13 da mesma e no axis, principal vértebra encarregue do movimento de rotação da cabeça. A rotação da região L-S está impossibilitada pelos ligamentos quando ocorrem movimentos de flexão e extensão da coluna pelo que a rotação desta zona só é possível em posição neutra (Denoix, 2013).

3. Algesia

Antes de descrever a dorsalgia, as suas diferentes etiologias e como diagnosticá-la devemos perceber primeiro que a dorsalgia é dor. O tratamento desta dor é o objetivo principal deste trabalho e, por isso, é necessário um bom entendimento da dor, a sua função e consequências.

A dor é considerada pela *International Association for the Study of Pain* (IASP) (2017) uma experiência sensorial e emocional desagradável associada a um dano atual ou potencial do tecido.

Dependendo do tipo de dor que sinta o animal, o tratamento e o maneio do animal vai diferir. Existem 3 categorias de dor: a dor nociceptiva, a dor inflamatória e a dor patológica. A dor nociceptiva é o processo neurológico imediato a um estímulo nocivo e tem como função proteger o animal da continuação do estímulo, com a finalidade de minimizar o dano tecidular. A dor inflamatória é caracterizada pela hipersensibilização do tecido danificado e inflamado; causa de um estímulo do sistema imune local. Tal como a dor nociceptiva, a dor inflamatória

também tem uma função de proteção do tecido danificado, imobilizando a articulação e minimizando os movimentos da articulação ou tecidos moles, permitindo assim a recuperação tecidular (Dubin & Patapoutian, 2010; Woolf, 2010). A terceira categoria de dor não tem uma função para o animal e muitas vezes causa dor crónica ou mal-adaptada muito depois do estímulo, que causava a dor, ter desaparecido. A dor patológica pode ser de dois tipos: neuropática, quando existe um dano direto no tecido nervoso, ou disfuncional, quando não existe uma lesão que afete o funcionamento do tecido nervoso (Woolf, 2010).

Estes tipos de dor não são exclusivos, sendo possível que os equinos com dorsalgia sintam qualquer tipo de dor ou uma combinação das três; ainda assim, devemos tentar reconhecer qual é o mecanismo de dor predominante em cada caso e realizar o nosso tratamento focado em cada tipo de dor (Woolf, 2010).

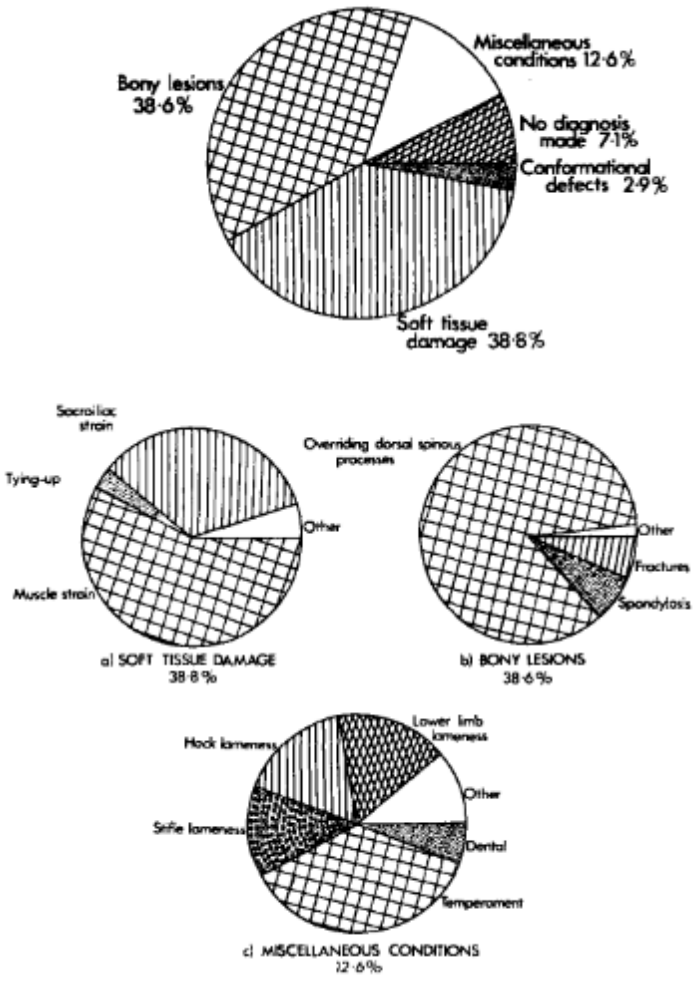


Figura 8: Gráficos das diferentes etiologias causantes de dor de dorso equina em 443 cavalos segundo (Jeffcott, 1979).

4. Dorsalgia

A dor de dorso ou dorsalgia resulta numa diminuição da amplitude de movimento ou *Range of Motio*n (ROM) da coluna vertebral e como consequência a diminuição do desempenho do equino. A dorsalgia equina normalmente tem como etiologia alguma patologia dos tecidos moles ou do tecido ósseo (Allen et al., 2010). As patologias mais comuns dos tecidos moles são: a inflamação da musculatura epaxial e sublombar, a desmite do ligamento supraespinhoso e inflamação da articulação sacroilíaca. No caso do tecido ósseo, as patologias que vão causar principalmente dorsalgia são: *sobreposição dos processos espinhosos ou kissing spines* e espondilose ossificante. (Allen et al., 2010; Jeffcott, 1979).

4.1. Diagnóstico

O dorso do equino é uma estrutura complexa devido às suas particularidades anatómicas do cavalo (Haussler, 2007; Jeffcott, 1980). A maioria dos equinos com dorsalgia voltarão a padecer desta afeção ao longo da sua vida, normalmente após o seu retorno ao trabalho logo depois de receber um tratamento não específico para a causa da sua dor. É por esta razão que é tao importante um bom diagnóstico da causa da dor, da região afetada da coluna e realizar um tratamento de acordo com diagnóstico (Haussler, 2007).

O diagnóstico da dorsalgia equina deve começar pela anamnese (Fonseca, 2008). Geralmente a dorsalgia é antecipada pelo cavaleiro pela descida do desempenho do cavalo, antes mesmo de ser notável o próprio desconforto do animal (Allen et al., 2010; Haussler & Acvsmr, 2011; Jeffcott, 1979).

O exame físico tem como objetivo determinar se existe uma região da coluna vertebral que esteja comprometida; se é uma dor localizada ou se pelo contrário é uma dor difusa; o exame físico também deve tentar perceber, junto com a anamnese, se a dor que sente o animal é uma dor crónica ou aguda (Haussler, 2007). Deve-se, portanto, observar o cavalo a andar em diferentes pisos (mole e duro) e em diferentes direções (linha reta e em círculos), à procura de claudicações e assimetrias da musculatura hipoaxial e abaxial (Allen et al., 2010; Fonseca, 2005; Nicoletti et al., 2016).

A palpação das estruturas mais superficiais do dorso do animal pode ser utilizada para detetar alterações de textura, mobilidade e consistência dos tecidos moles e ósseos da coluna do equino. A palpação deve começar por ser um exame superficial e ir aumentando a pressão à medida que progredimos no exame. Os locais de palpação da região toracolombar do equino são a linha media dorsal e a região paravertebral. Devem ser palpados os processos espinhosos de cada vertebra e a totalidade do ligamento supraespinhoso, procurando massas, fibroses, alinhamento das apófises, assimetrias e sinais de desmite. Na região paravertebral, deve-se palpar os músculos epaxiais e procurar assimetrias, fasciculações e aumentos de temperatura. É importante também avaliar a sensibilidade cutânea do animal, procurando uma reação exagerada (Denoix & Dyson, 2003; Stashak, 2011; Henson, 2018; Fonseca, 2021).

Após a palpação, é necessário realizar testes de mobilidade para identificar quais os movimentos comprometidos (flexão-extensão, lateroflexão ou rotação) assim como a quantidade de movimento tolerado pelo mesmo, já que na presença de dor os movimentos vão apresentar uma redução da sua amplitude articular, tentando proteger as estruturas

comprometidas. Durante o exame deve-se ter atenção a qualquer sinal de dor do animal como as fasciculações, os movimentos da cauda ou a fuga do exame. A pressão exercida pelo médico veterinário deve ser prolongada e de forma prudente de maneira a descartar falsos positivos (Haussler, 2009; Nicoletti et al., 2016; Fonseca, 2021).

Para avaliar a extensão da coluna do equino existem três pontos de pressão: a vertebra T10, para avaliar a extensão torácica, a T16 para avaliar a extensão toracolombar e a L6 para a avaliar a extensão lombosacra. Para examinar a capacidade de flexão da coluna do equino exerce-se uma pressão na cartilagem xifoide, induzindo assim uma flexão torácica. Para avaliar a flexão lombar e lombosacra deve-se exercer uma pressão na base da cauda. Os movimentos de flexão toracolombar são menos amplos que os movimentos de extensão. Os movimentos de lateroflexão e rotação não podem ser realizados de forma isolada pelo cavalo por isso vão ser avaliados de forma conjunta e de forma bilateral. Durante este exame, é aplicado um estímulo na penúltima costela do animal no sentido oposto ao médico veterinário e um estímulo de tração da base da rabada, a força exercida deve ser igual em ambos sentidos (Haussler, 2009; Nicoletti et al., 2016; Fonseca, 2021).

Pode-se utilizar os testes de provocação de dor, na região lombosacra e na articulação sacroilíaca. Existem vários tipos de testes para este efeito. O teste de provocação de dor da articulação sacroilíaca consiste em aproximar as asas do ílio contra a crista do sacro e observar se o cavalo aguenta esta manipulação ou se pelo contrário sente dor. Outro teste de provocação de dor é a utilização de uma força vertical sobre os processos espinhosos da região lombosacra. Um cavalo com dor no ligamento sacroilíaco dorsal irá ter uma reação exagerada a este teste. O teste da tuberosidade coxal baseia-se na aplicação de força ventral na tuberosidade coxal, mobilizando assim a articulação lombosacra e sacroilíaca. Os cavalos saudáveis não mostram sinais de dor ou desconforto (Jeffcott, 2009).

Os exames complementares por imagem mais utilizados para chegar ao diagnóstico definitivo da etiologia da dor de dorso são a ecografia e a radiografia. No entanto, existe outro método muito utilizado na monitorização de lesões inflamatórias na dorsalgia, a termografia. Este método mostra as alterações de temperatura na superfície da pele do animal, exibindo dois padrões: as manchas quentes e as manchas frias. As manchas quentes são produzidas por uma lesão inflamatória nessa área que pode ser causada por exemplo, por uma desmite do ligamento supraespinhoso. As manchas frias são causadas por uma diminuição do aporte sanguíneo nessa dessa área, como por exemplo por causa de uma doença degenerativa (Fonseca, 2021; Nicoletti et al., 2016; Henson, 2018; Stashak, 2011).

A ecografia, como método de diagnóstico na dorsalgia é utilizado para examinar toda a musculatura epiaxial do cavalo, assim como os processos espinhosos e os ligamentos

associados, sendo muito útil quando a lesão é superficial. Também pode ser usada para o diagnóstico de osteoartrite intervertebral dorsal. É possível utilizar a ecografia pela via transrectal para o exame da articulação lombosacra (Fonseca, 2005; Nicoletti et al., 2016).

A radiografia é utilizada para a avaliação da coluna vertebral. Este método de diagnóstico é utilizado para visualizar lesões ósseas como a sobreposição dos processos espinhosos, fraturas dos processos espinhosos, ou processos degenerativos, como a doença degenerativa articular (Nicoletti et al., 2016).

4.2. Tratamento

O tratamento tem como objetivo tratar a origem da dor do animal o mais rápido possível, evitando a perda de massa muscular (Denoix & Dyson, 2003). O tratamento das dorsalgias é controverso devido a que a maioria das terapias são conservadoras e não específicas para etiologia causante da dor (Haussler, 2007). Existem vários métodos de tratamentos para a dorsalgia, estes podem ser médico, cirúrgico, ou fisiátrico.

4.2.1. Tratamento Convencional

O tratamento médico pode ser dividido em três tipos: o sistémico, o regional e o local. O tratamento sistémico baseia-se na administração de anti-inflamatórios não-esteroides (AINEs) como a flunixina meglumina ou a funilbutazona (Denoix & Dyson, 2003). Para o controlo de espasmos musculares podem ser utilizados miorrelaxantes como o metocarbamol (Denoix & Dyson, 2003; Jeffcott & Haussler, 2004). O tratamento somente com AINES é normalmente ineficaz e muitos cavalos precisam de novos exames na região do dorso após a terapêutica (Denoix & Dyson, 2003).

O tratamento regional consiste numa técnica onde são aplicadas injeções intradérmicas múltiplas de anestésicos locais como a lidocaína ou de corticoides de curta duração como a dexametasona (Denoix & Dyson, 2003; Jeffcott & Haussler, 2004).

No tratamento local da dor são realizadas infiltrações paraespinhas ou interespinhais de fármacos corticosteroides, como o acetato de metilprednisolona, que podem estar associados ou não com miorrelaxantes ou neurolíticos (Denoix & Dyson, 2003).

As doses dos diferentes fármacos citados diferem dependendo do diagnostico da patologia que cause a dorsalgia (Henson, 2018).

O tratamento cirúrgico das dorsalgias pode ser uma possibilidade quando têm como etiologia sobreposição dos processos espinhosos ou fraturas cominutivas dos processos espinhosos, com risco de infeção (Jeffcott & Haussler, 2004). Segundo Helena et al. (2017),

baseando-se no (Pettersson et al.,1987), existem estudos que comparam o tratamento cirúrgico da sobreposição dos processos espinhosos com outros tratamentos menos invasivos, que relatam uma taxa de sucesso superior quando é realizado o tratamento cirúrgico.

4.2.2. Tratamento Fisiátrico

A fisioterapia tem como objetivo eliminar a causa da disfunção e aliviar a dor, já que esta pode diminuir o bem-estar, causar imunossupressão, inapetência e atrofia muscular (Bromiley, 1999).

A hidroterapia utiliza as propriedades físicas da água, como a flutuabilidade, em viscosidade e a pressão hidrostática. Estas propriedades vão se traduzir em uma menor Força Vertical de Reação do Solo (*Vertical Ground Force Reaction*, vGFR) devido a flutuabilidade, um maior esforço muscular para mover o membro devido à viscosidade (que também esta relacionada com a profundidade da água) e um retorno venoso mais eficiente devido a pressão hidrostática (Mooij et al., 2013; Muñoz et al., 2019).

As duas opções neste tipo de terapias são a piscina e a passadeira aquática. Existem várias vantagens na passadeira sobre a piscina convencional já que a passadeira aquática estimula a propriocepção e induz uma postura terapêutica, ao contrário da piscina convencional, que ao não ter contacto com o solo, não produz nenhum estímulo propriocetivo (Baltzer, 2011).

A passadeira aquática ajuda também a melhorar a capacidade cardiorrespiratória do animal, ainda que em termos de esforço cardiorrespiratório e stress metabólico seja maior na piscina convencional e portanto seja uma melhor escolha para melhorar a capacidade cardiorrespiratória do animal (Muñoz et al., 2019; Scott et al., 2010).

Segundo Nankervis et al. (2016), o facto do nível da água na passadeira aquática mudar a biomecânica do cavalo pode ser um fator interessante para estimular diferentes movimentos do animal. Foi estudado que a profundidade da água na qual é submerso o animal altera a sua biomecânica normal. Assim, o aumento da profundidade estaria diretamente proporcional a rotação axial (até ao nível do cotovelo, onde a rotação axial começa a descer), à flexibilidade pélvica e à duração da fase de suspensão do membro posterior e amplitude de movimento; ao mesmo tempo seria inversamente proporcional à lateralização da coluna vertebral (Mooij et al., 2013; Scott et al., 2010).

Outra técnica de fisiatria é a crioterapia, indicada em lesões agudas devido ao seu poder analgésico e anti-inflamatório. O seu efeito de interrupção dos espasmos musculares associados à dor e a sua capacidade de vasodilatação periférica, diminui a perda de fluido

dos vasos, reduzindo a formação de edemas e a libertação de fatores de inflamação (Buisine, 2013).

As eletroterapias utilizam correntes elétricas de baixa intensidade para o processo de reabilitação do equino. As mais comuns são a EMS (*Electrical Muscle Stimulation*) e a TENS (*Trancutaneous Electrical Nerve Stimulation).* A EMS utiliza uma corrente elétrica para produzir uma contração isométrica do músculo seguido de um período de repouso, e é utilizada para a recuperação do tónus muscular em animais com atrofia muscular. O TENS é utilizado para proporcionar analgesia ao cavalo através do bloqueio dos nervos aferentes que transportam o estímulo nociceptivo, assim como a estimulação da produção de opióides endógenos como as endorfinas (Borba, 2013; Bromiley, 1999; Buisine, 2013; Helena et al., 2017; Porter, 2005).

O LASER (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) é utilizado na fisioterapia em formato de baixa potência, ou LASER frio. Os efeitos que tem no animal são diversos, sendo possível destacar aumento do metabolismo celular, aumento dos níveis de histamina e endorfinas, aumento da produção do colagénio em consequência do incremento da produção de fibroblastos, assim como a redução de edemas e a indução de uma resposta anti-inflamatória (Porter, 2005). É indicado em processos de cicatrização, feridas, edemas, lesões tendinosas numa fase aguda e osteoartrites das facetas articulares (Bromiley, 1999; Porter, 2005).

O ultrassom terapêutico é uma onda acústica de alta frequência criada pela vibração de cristais piezoelétricos que se encontram na sonda. O ultrassom pode ter dois modos, um contínuo, no qual a vibração vai produzir calor e um pulsado onde não é produzido calor. O primeiro caso é indicado para produzir o aumento da elasticidade das fibras de colagénio articular, incrementando o ROM. O calor produzido por estas ondas acústicas aumenta a temperatura do local, produzindo uma vasodilatação e um efeito analgésico. O modo pulsátil vai realizar pequenas vibrações nos tecidos do animal, aumentando a vasodilatação local e aumentado o aporte de oxigénio e os fatores de crescimento levando assim a uma cicatrização mais rápida dos tecidos. O ultrassom pode atingir diferentes níveis de profundidade dependendo da frequência de onda que se utilize, assim uma frequência de 1 MegaHertz (MHz) irá afetar os tecidos mais profundos, enquanto numa frequência de 3MHz, a onda acústica não irá ultrapassar os tecidos mais superficiais do equino. Outra característica do ultrassom é a capacidade de aumentar a permeabilidade da membrana celular, sendo esta característica extremamente útil quando é aplicado um fármaco tópico na pele do animal, aumentando assim sua absorção; esta técnica é chamada fonoforese (Borba, 2013; Bromiley, 1999; Henson, 2018; Mieiro, 2013; Porter, 2005).

O *shockwave* (SW) ou Ondas de Choque foi a terapia escolhida para este trabalho e vai ser extensamente explicada nas seguintes páginas.

5. Ondas de choque

5.1. História

As ondas de choque têm uma história relativamente curta. Os seus efeitos foram descobertos na Segunda Guerra Mundial, quando se observou que os pulmões dos náufragos de guerra apresentavam lesões causadas pela explosão de uma bomba de água, ainda que não foram encontrados outros tipos de lesões externas (Shrivastava & Kailash, 2005; Wang, 2003).

Em 1950, foi realizada a primeira investigação sistemática sobre o uso do SW na medicina. Entre 1968 e 1971 foi estudada a interação que ocorre entre o SW e os tecidos dos animais, na Alemanha (Shrivastava & Kailash, 2005; Wang, 2003).

Em 1971, foi realizado o primeiro teste *in vitro* de desintegração de cálculos renais utilizando apenas SW (Shrivastava & Kailash, 2005). Mas não foi até 1974 que o Departamento de Investigação e Ciência da Alemanha acabou o programa de investigação "Aplicação das Ondas de Choque Extracorpóreas para a Litotripsia" (Haupt, 1997; Wang, 2003).

Em 1980, foi realizado o primeiro tratamento em uma pessoa com cálculos renais na Alemanha utilizando SW (Haupt, 1997; Shrivastava & Kailash, 2005; Wang, 2003) e em 1985 em Munique, o SW foi utilizado por primeira vez para tratar cálculos biliares (Shrivastava & Kailash, 2005; Wang, 2003). Nesse ano começaram as investigações dos SW como método de tratamento de patologias musculosqueléticas. Com o início destes estudos, apareceu a preocupação de que os SW pudessem danificar os ossos da cintura pélvica quando eram utilizados como tratamento de cálculos ureterais (Shrivastava & Kailash, 2005), o que levou a serem realizados diversos testes para verificar se este tratamento era seguro. Os resultados destes testes concluíram que os SW são inócuos para o osso saudável. Foi demostrado, através de estudos histológicos que comprovam o efeito de ativação dos osteoblastos quando submetidos ao efeito do SW, que este tem a capacidade de estimular o processo de regeneração do osso depois de uma fratura. (Haupt, 1997; Wang, 2003).

Em 1988, em Bochum, Alemanha, realizou-se o primeiro tratamento de uma fratura em humanos e, em 1990, foi publicado o primeiro artigo científico sobre o tratamento da tendinite calcânea com SW (Shrivastava & Kailash, 2005).

O tratamento por SW tem vindo a aumentar de popularidade na Europa chegando a criar-se a "*International Society for Musculoskeletal Shockwave Therapy*" (ISMST) no ano 2000 (Wang, 2003) e com os anos têm aparecido diferentes dispositivos para dar ao médico veterinário o melhor resultado possível segundo a patologia que queria tratar.

5.2. Física Básica

As ondas de choque são uma onda acústica de curta duração, que oscila de uma fase de pressão positiva para uma fase de pressão negativa e propaga-se rapidamente no espaço (Bolt, 2004; Fonseca & Hussni, 2009; Notarnicola & Moretti, 2012; Romeo et al., 2013). Esta onda acústica é mínimamente absorvida pelos tecidos e não tem qualquer efeito térmico. Tem uma duração de 30-120 nanosegundos (ns). A onda de choque é caracterizada por uma elevação rápida da pressão, aproximadamente 100 Megapascais (MPa) em menos de 10 ns, seguido de uma descida de pressão mais lenta, até os -10 MPa em 1 microssegundo (ms), com um ciclo de vida bastante curto de 10 microssegundos e com um espectro de frequência baixo, normalmente entre 16Hertz (Hz) e 20MHz (Ogden et al., 2001; Trager, 2019). Em comparação, 100 MPa é aproximadamente dez vezes a pressão atmosférica.

O que diferencia as ondas de choque das outras ondas acústicas é a sua baixa frequência e a reduzida absorção tecidular, assim como a ausência de produção de calor (Bolt, 2004; Trager, 2019). Sendo assim, as ondas de choque vão atravessar e viajar pelos fluidos e tecidos moles do animal até chegar a uma mudança de impedância acústica. A impedância acústica é a resistência que encontra o som quando atravessa um meio. A interação do SW com o tecido alvo vai depender da impedância acústica deste. Dependendo de como interaja com o tecido, a energia pode ser refletida, refratada, transmitida ou dissipada, como mostrado na Figura 9 (Bolt, 2004; Trager, 2019).

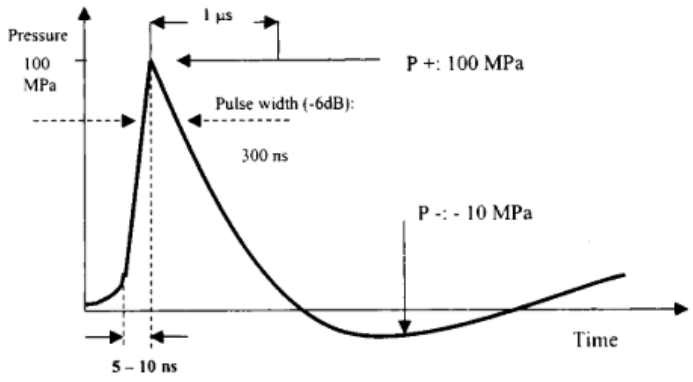


Figura 9: Forma típica de uma onda de choque terapêutica (Ogden et al., 2001).

As ondas de choque causam dois tipos de efeitos básicos, o direto e o indireto, dependendo das forças que ocorrem em cada fase. O efeito direto ou fase de compressão acontece na subida rápida de pressão. A onda propaga-se pelos tecidos e produz uma força mecânica de cisalhamento nos mesmos. Este stress está concentrado no local que se pretende tratar. O efeito secundário ou fase tênsil, acontece quando a pressão se torna negativa. Como resultado aparecem os efeitos de cavitação e a formação de bolhas devido a ação da força tênsil criada pelo SW (Romeo et al., 2013; Trager, 2019; Wang, 2003).

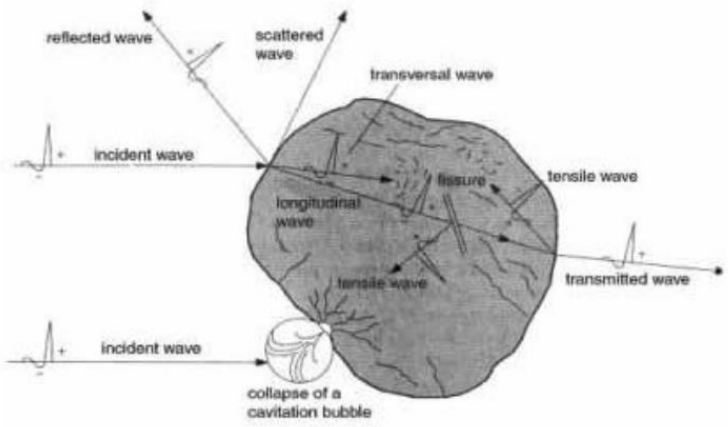


Figura 10. Exemplo das forças directas e indirectas das ondas de choque e as alterações que podem ocorrer (Shrivastava & Kailash, 2005).

O diâmetro destas bolhas oscila, aumentando e diminuindo de volume, o que faz aumentar a temperatura do gás contido no seu interior até que, finalmente chegam ao seu máximo tamanho e explodem (Ogden et al., 2001; Wang, 2003). Quando a bolha colapsa toda a energia contida é libertada em forma de jatos de vapor chamados *"jet streams"* e em SW secundários. Esta ação secundária não é controlada e pode chegar a ser nociva. A aparição destas bolhas de cavitação diminui drasticamente quando são utilizados líquidos de elevada viscosidade como meio de transmissão. É também necessário controlar o nível de energia transmitido em cada onda de choque (Ogden et al., 2001; Romeo et al., 2013; Trager, 2019).

5.3. Efeitos Biológicos

Ainda que o mecanismo de ação das ondas de choque nos tecidos não esteja completamente entendido, existem 4 reações consecutivas que ocorrem quando o SW atinge as células do corpo. As primeiras reações ocorrem na chamada fase física onde ocorre a cavitação extracelular, a ionização de moléculas e o aumento da permeabilidade celular como resultado da ação direta do SW nos tecidos. A seguinte fase é a fase físico-química onde

acontecem a maior parte das interações entre os radicais difusos e as biomoléculas libertadas pelas células estimuladas pelas SW. A fase química caracteriza-se por mudanças moleculares dentro da célula e reações intracelulares. Finalmente, a fase biológica, que aparece quando os processos que acontecem na fase química se tornam persistentes (Bolt, 2004; Fonseca & Hussni, 2009; Haupt, 1997).

As células que reagem ao estímulo criado pelo SW são mecano-sensíveis e alteram a permeabilidade da sua membrana, estimulando as proteínas da sua matriz extracelular ou inclusive alterando o núcleo da própria célula através do seu citoesqueleto. Isto leva a que a célula liberte mediadores da angiogénese e fatores de crescimento, como VEGF (*vessel endothelial growth factor*), eNOS (*endothelial nitric oxide synthase*) e PCNA *(proliferating cell antinuclear antigen*), que aumentam o aporte sanguíneo e a regeneração dos tecidos (Goodman et al., 2004; Romeo et al., 2013; Wang, 2003).

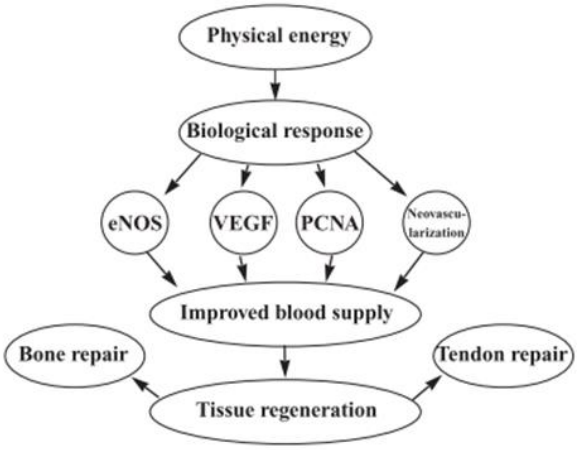


Figura 11: Resposta biológica ao tratamento com ondas de choque (Wang, 2003).

Em termos de analgesia, existem 2 teorias que podem explicar o poder analgésico do SW. A primeira teoria expõe que o SW produz desenervação das fibras nervosas de pequeno e médio calibre, separando a bainha de mielina do próprio nervo e diminuindo a velocidade de transmissão do estímulo nociceptivo; este efeito é reversível ao longo do tempo (Bolt et al., 2004; Hausdorf et al., 2008; Maier et al., 2003; Trager, 2019). A segunda e mais reconhecida das duas teorias baseia-se em que o SW tem um efeito na nocicepção reduzindo os seguintes neuropéptidos: o péptido associado ao gene da calcitonina (CGRP) e a substância P (sP). Estes neuropéptidos são parte das fibras nocioceptivas dos neurónios sensoriais, no gânglio da raiz dorsal do nervo. A sP está envolvida no processo inflamatório neurogénico e encontra-se nas fibras nervosas não mielinizadas, sendo libertada pelos neurónios sensitivos nocioceptivos após um estímulo. Por outro lado, a CGRP é um potente

vasodilatador e hipotensivo. Quando ambas sustâncias são estimuladas vão atuar nos mastócitos (e portanto na produção de histamina) e outras células do sistema imunitário assim como nas células do músculo liso para incitar uma resposta inflamatória (Bolt, 2004; Schmitz & Depace, 2009; Suputtitada, 2017; Trager, 2019).

5.4. Métodos de Geração

Fundamentalmente existem dois tipos de ondas de choque: focal e radial.

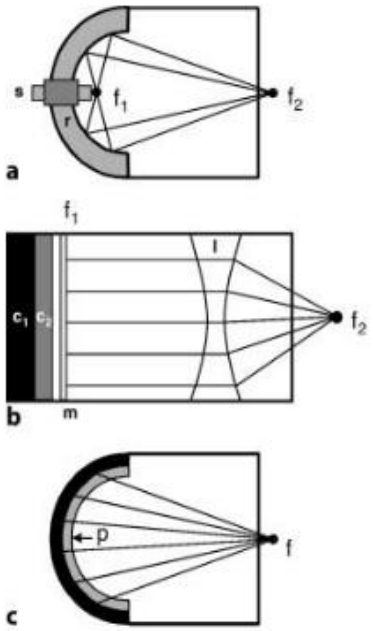


Figura 12: Representação esquemática dos três tipos de gerador de shockwave focais mais comuns. a.: electro-hidráulico (s: gerador; r: refletor; f1: primeiro ponto focal; f2: segundo ponto focal). b.: eletromagnético (c1: condensador; c2: bobina; m: membrana; f1: primeiro ponto focal; I: lente convexa; f2: segundo ponto focal. c.: piezoelétrico (gerador piezoelétrico; f: ponto focal) (Gerdesmeyer et al., 2002).

As SW focais são normalmente criadas por um gerador electro-hidráulico, magnético ou piezoelétrico. Estes dispositivos juntam a energia acústica num ponto chamado ponto focal (Gerdesmeyer et al., 2002; Romeo et al., 2013).

O dispositivo electro-hidráulico gera uma descarga elétrica que cria uma onda de choque circular, à qual se segue o fenómeno de cavitação. A porção do SW circular que não se dirige na mesma direção do ponto focal é redirecionado por um refletor (Gerdesmeyer et al., 2002; Romeo et al., 2013),

Num dispositivo eletromagnético, a onda de choque é gerada por uma bobina. A onda de choque chega a uma lente acústica convergente que a direciona para o ponto focal (Gerdesmeyer et al., 2002; Romeo et al., 2013). Quando uma corrente de alta voltagem passa pela bobina esta cria dois campos eletromagnéticos opostos que alteram a membrana, criando uma onda de choque (Bolt, 2004).

Finalmente o gerador piezoelétrico cria uma onda de choque através da deformação, por alta voltagem, de cristais piezoelétricos. A sua deformação vai criar uma onda de choque que é focalizada devido à orientação dos cristais (Bolt, 2004; Gerdesmeyer et al., 2002; Romeo et al., 2013).

A energia libertada por este tipo de SW é muito elevada e o lugar de atuação muito preciso, e é por isso que muitas vezes são necessários exames complementares de imagem

para determinar o lugar exato que queremos tratar para não danificar as estruturas adjacentes. Devemos também ter em conta que o efeito do SW vai ter uma maior profundidade devido, mais uma vez, a sua alta energia (Bolt, 2004).

Para a criação de ondas de choque radiais é utilizado um gerador pneumático, para criar ondas de pressão, similar às ondas de choque mas com algumas diferenças. Esta onda de pressão diferencia-se do SW pois é uma onda de pressão linear, apresenta baixos níveis de energia, tem uma menor velocidade de propagação, o seu tempo até chegar ao seu pico de máxima pressão é relativamente curto (Romeo et al., 2013). A onda de choque é gerada pelo lançamento de um projétil atingido por ar comprimido. A energia criada pela onda de pressão é muito menor que a gerada pelo método focal e, portanto, a onda de choque não chega a penetrar nos tecidos mais profundos (Romeo et al., 2013).

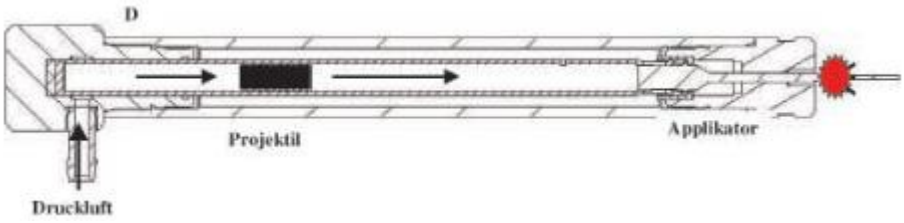


Figura 13: Representação esquemática do mecanismo de geração de uma onda de choque radial (Gerdesmeyer et al., 2002).

II. Materiais e Métodos

1. Animais tratados

Para este trabalho foram utilizados 3 cavalos diagnosticados previamente com dorsalgia crónica. Estes cavalos atualmente encontram-se no Clube Equestre de Janas “O Paddock” sendo utilizados como cavalos de ensino e sendo admitidos no Centro de Reabilitação Equina “HidroVet” para o seu tratamento. Os cavalos foram avaliados pela Dr Carolina Nascimento.

Em cada cavalo foi utilizada como método de diagnóstico a observação estática e dinâmica do animal.

A inspeção estática dos equinos foi feita de maneira esquemática, com o cavalo em estação, apoiado nos seus quatro membros. Foram procuradas assimetrias musculares e analisada a conformação física. Ainda, foi feita a palpação dos músculos epiaxias, procurando padrões biomecânicos anormais.

Foram realizadas mobilizações da coluna toracolombar e da região pélvica, avaliando a capacidade de extensão e flexão da coluna, exercendo a pressão na T10, T16 para avaliar a flexibilidade toracolombar e L6 para examinar a flexibilidade da articulação lombosacra. Foi também utilizado o teste de mobilidade da articulação sacroilíaca, empurrando a tuberosidade coxal e puxando a base da rabada do cavalo em direção contraria, em ambos lados. A seguir foram realizados testes de provocação de dor. O teste de aproximação das assas do ílio para testar a articulação sacroilíaca e o teste da tuberosidade coxal, mobilizando a articulação lombosacra e sacroilíaca.

O exame dinâmico (em movimento) foi realizado a trote, no piso duro e mole, em linha reta e em círculos, prestando atenção a alterações do movimento biomecânico normal.

Cavalo A: Macho castrado, 20 anos de idade, de raça Zangersheide, anteriormente utilizado como cavalo de salto de obstáculos, mas atualmente trabalha na escola de equitação. O cavalo apresentava atrofia muscular dos glúteos de forma bilateral e resto de região toracolombar. Nos testes de mobilidade de extensão da coluna, o cavalo mostrou uma resposta exagerada, indicando a presença de dor. Posteriormente, foi realizado um exame radiográfico da coluna vertebral, revelando a presença de sobreposição dos processos espinhosos.

Cavalo B: Macho castrado, 16 anos de idade, raça Anglo-árabe, utilizado para salto de obstáculos. O cavalo apresentava ligeira atrofia muscular na região lombar e uma descida do desempenho. Durante os testes de mobilidade e provocação de dor, o cavalo demostrou dor quando a coluna foi realizada a extensão porção L6-S1. Após a realização do exame radiográfico na região com dor foi diagnosticado osteoartrite intervertebral.

Cavalo C: Macho castrado, 22 anos de idade, raça Cruzado Português, cuja atividade foi salto de obstáculos, mas atualmente utilizado unicamente como cavalo de lazer. O animal apresentava atrofia muscular na região toracolombar e um aumento da resposta no teste de flexão da coluna toracolombar. A seguir foi realizado um exame radiográfico da região, revelando que o cavalo sofria de *sobreposição dos processos espinhosos*.

2. Materiais e Métodos

Para a elaboração deste estudo foram utilizados *pins* cutâneos esféricos refletores da luz, e foram colocados em estruturas anatómicas pré-determinadas. Os *pins* cutâneos de maior tamanho tinham um diâmetro de 17 milímetros (mm) foram colocados nas tuberosidades coxais direita e esquerda, e os de menor tamanho, que contavam com umas dimensões de 9 mm, foram utlizados para captar os movimentos da tuberosidade sacral, da base da rabada (entre a 3ª e a 4ª vértebras coccígeas) e do talus (cranial à tuberosidade do calcâneo e caudal à extremidade distal da tíbia).

Para minimizar possíveis falhas humanas na colocação dos pins cutâneos, os mesmos foram posicionados sempre pela mesma pessoa, seguindo as referências anatómicas. Isso deve ser considerado por questões de padronização. A higiene do cavalo também deve ser tida em conta, uma vez que cavalos com o pelo mais comprido, assim como a sujidade do mesmo, pode ter comprometido a adesão dos pins cutâneos.

As câmeras utilizadas para as filmagens da amostra cinemática foram as implementadas em telemóveis modelo *iPhone 8*, marca Apple, com características de 1080 *progressive scan* (p) a 30 *frames* por segundo (FPS) e modelo *iPhone 12*, marca Apple, com características idênticas. As câmeras foram posicionadas de forma a filmar o cavalo em vista caudal; o *iPhone 8* foi posicionado de forma a captar o talus do animal a uma distância de 2,36 metros (m), e o *iPhone 12* foi utilizado para captar as tuberosidades coxais, sacrais e a base da rabada do cavalo a uma distância de 1,50 m.

A passadeira aquática de eleição para este estudo foi o modelo *AQUALINE* da *Activomed*. Como resultado das limitações deste equipamento só foi possível recolher amostras cinemáticas do curvilhão esquerdo do animal.

O dispositivo gerador de ondas de choque de eleição para este estudo foi o *Shockwave* focal *BTL-6000* que tem um gerador piezoelétrico.

O *Kinovea* foi programa informático utilizado para o seguimento dos *pins* cutâneos refletores anteriormente mencionados e posterior obtenção da variação da posição destes no tempo, representados em um eixo de coordenadas ortogonal.

O *MatLab*® é um programa que utiliza as coordenadas obtidas através do *Kinovea* para efetuar um cálculo matemático que quantifica estas variáveis cinemáticas, apresentando no fim o valor médio que representa os valores da cinemática exibida pelo cavalo.

2.1. Método de obtenção de dados

Após o diagnóstico da dorsalgia, foram colocados os *pins* cutâneos refletores nos cavalos, nas posições descritas anteriormente, e os mesmos foram filmados a andar na passadeira aquática. Iniciaram sempre com 5 minutos de aquecimento sem água (nível 0), aumentando a velocidade até encontrar uma velocidade conformável, onde fosse possível o cavalo dar uma passada de forma natural. Geralmente, estas velocidades são pré-estabelecidas antes do aquecimento e rondam entre os 3 e os 4 quilómetros por hora (km/h). Assim, o cavalo A alcançou uma velocidade média de 3,2 km/h, o cavalo B uma média de 3,0 km/h e o cavalo C atingiu uma média de 3,2 km/h, durante o tempo em estudo. Posteriormente, a água entrou na passadeira de forma gradual, parando em 3 níveis diferentes: na coroa do casco, onde a água atingia os 10 cm de altura (nível 1); no boleto, onde a água alcançava aproximadamente 20 cm (nível 2); e no carpo, onde a água poderia atingir, aproximadamente, os 35 cm de altura (nível 3).

Assim, foi possível estudar o comportamento biomecânico do cavalo em 3 níveis de água diferentes e analisar as alterações dos movimentos do equino mediante a cinemática. Os parâmetros cinemáticos que foram considerados nesse estudo foram: (1) a amplitude máxima de movimento do membro posterior esquerdo; (2) a duração da fase de suspensão do membro posterior esquerdo; (3) a flexibilidade pélvica; (4) a rotação axial direita e (5) a rotação axial esquerda. Foi utilizado só o membro posterior esquerdo (MPE) e não também o membro posterior direito (MPD) devido as características físicas da passadeira aquática utilizada:

Cada vez que a água subia até a um novo nível, a recolha de dados acontecia por 60 segundos, sincronizando as filmagens de todas as câmeras através de um sinal sonoro. Este processo repetiu-se num total de 3 vezes durante o tempo em estudo, sendo a última filmagem no final da quarta (e última) semana.

Após a primeira recolha cinemática de todos os 3 animais, deu-se início ao protocolo de tratamento baseado unicamente nas ondas de choque.

Este protocolo consistiu na aplicação de ondas de choque no dorso do equino, na musculatura paravertebral, a cerca de 5 a 7 cm de distância das apófises espinhosas e com uma inclinação da sonda de aproximadamente 90º, de forma a ter um contacto uniforme com o músculo. A sonda foi colocada em vários pontos ao longo de cada lado do dorso, sendo emitidos 50-100 pulsos por ponto. O tratamento teve uma duração 4 semanas, realizando-se duas sessões semanais. Em cada sessão eram emitidos 1500 pulsos de forma bilateral com uma frequência de 8Hz e 11J/cm². Nenhum animal foi sedado para realizar este protocolo. Foi utilizado álcool 70% e gel hidrossolúvel para melhorar a condução das ondas para os tecidos.

2.2. Análise dos dados

Na análise dos dados foram selecionados 10 segundos de cada minuto filmado nos diferentes níveis de água, nas diferentes sessões na passadeira aquática. Estes 10 segundos foram utilizados posteriormente para realizar o *tracking* mediante o programa informático *Kinovea,* que permitiu realizar o seguimento dos *pins* cutâneos refletores e medir o deslocamento destes em tempo real, registando os valores num eixo de coordenadas ortogonais, dando o resultado em pixéis. De seguida, foi utilizado o programa *MatLab*® para converter as coordenadas em um valor numérico, utilizando um algoritmo desenvolvido pela HidroVet. Estes valores representam a média dos valores cinemáticos reproduzidos pelo equino, também são representados em pixéis. Para a conversão destes valores para centímetros, para melhor compreensão, foi realizada a medição de uma constante que aparece sempre nas gravações e serve como referência para o resto de variáveis, nomeadamente uma porção da passadeira aquática que esteve presente em todas as filmagens. Esta foi medida utilizando uma cinta métrica e com o auxílio do programa *Kinovea.* Após registo dos valores, foi criada uma unidade e foram calculados os restantes valores em pixéis, posteriormente convertidos a centímetros, utilizando o método de conversão simples. Os valores foram depois colocados num ficheiro de *Microsoft® Excel® 2013*.

Posteriormente, os diferentes valores obtidos foram comparados durante todo o tratamento e nos diferentes níveis de água, para avaliar a evolução dos equinos submetidos

a este protocolo. Devido ao número reduzido de animais não foi possível avaliar a sua evolução em forma de estudo estatístico.

III. Resultados

1. Avaliação da melhoria das variáveis cinemáticas ao longo do tratamento

Para avaliar a evolução de cada equino, foi utilizado o aumento ou diminuição da amplitude de movimento das diferentes variáveis cinemáticas. Os resultados obtidos foram comparados, antes e após o tratamento. De forma geral, houve um aumento da amplitude de movimento e, portanto, uma reposição do movimento normal e funcional do cavalo, o que sugere uma melhoria e uma resposta satisfatória do tratamento com ondas de choque.

Cavalo A

No Cavalo A (Tabelas 1 e 2), foi possível observar que a duração da fase de suspensão foi aumentando em todos os níveis de água. A amplitude de flexão máxima do membro posterior esquerdo diminuiu em todos os níveis, com a exceção do nível 1 de água. Relativamente aos movimentos de flexão e extensão, estes diminuíram ao longo do tratamento em todos os níveis de água. A rotação axial esquerda aumentou em todos os níveis de água, à exceção do nível 0. Por fim, a rotação axial direita aumentou após o tratamento com ondas de choque nos níveis de água 2 e 3, e diminuiu nos restantes níveis.

Tabela 1: Variáveis cinemáticas do cavalo A em diferentes níveis de água, antes do protocolo de tratamento de dorsalgia com ondas de choque.

Cavalo A Pré tratamento	**Membro Posterior Esquerdo**		**Flexão-extensão Pélvica (cm)**	**Rotação Axial Esquerda (cm)**	**Rotação Axial Direita (cm)**
	Duração da fase de suspensão (s)	**Amplitude (cm)**			
Nível 0	1,5192	17,51	3,29	4,67	4,77
Nível 1	1,5632	23,59	2,64	3,33	3,52
Nível 2	1,5644	30,77	2,95	3,81	4,14
Nível 3	1,665	37,46	3,87	3,95	5,11

Nota: Nível 0, sem água; Nível 1, 10 cm de água; Nivel 2, 20 cm de água; Nível 3, 35 cm de água.

Tabela 2: Variáveis cinemáticas do cavalo A em diferentes níveis de água, após o protocolo de tratamento de dorsalgia com ondas de choque.

Cavalo A Pós tratamento	**Membro Posterior Esquerdo**		**Flexão – Extensão Pélvica (cm)**	**Rotação Axial Esquerda (cm)**	**Rotação Axial Direita (cm)**
	Duração da fase de suspensão (s)	**Amplitude (cm)**			
Nível 0	1,5209	17,34	1,92	2,445	2,944
Nível 1	1,5661	24,34	2,18	3,669	3,051
Nível 2	1,6314	28,28	2,24	4,352	4,565
Nível 3	1,6674	32,72	2,26	4,672	5,333

Nota: Nível 0, sem água; Nível 1, 10 cm de água; Nível 2, 20 cm de água; Nível 3, 35 cm de água.

Cavalo B

A duração da fase de suspensão do membro posterior esquerdo do cavalo B diminuiu em todos os níveis de água, após o tratamento. A amplitude da flexão máxima do mesmo membro comportou-se de forma inversa à duração da fase de suspensão, ou seja, aumentou em todos os níveis de água. A capacidade de flexão e extensão da coluna do cavalo B aumentou com o tratamento com ondas de choque. A rotação axial esquerda aumentou em todos os níveis durante o tratamento. A rotação axial direita obteve um resultado semelhante à rotação axial esquerda, com a exceção do nível de água 1.

Tabela 3: Variáveis cinemáticas do cavalo B em diferentes níveis de água, antes do protocolo de tratamento de dorsalgia com ondas de choque.

Cavalo B Pré-tratamento	**Membro Posterior Esquerdo**		**Flexão – Extensão Pélvica (cm)**	**Rotação Axial Esquerda (cm)**	**Rotação Axial Direita (cm)**
	Duração da fase de suspensão (s)	**Amplitude (cm)**			
Nível 0	1,7	13,38	4,181	5,467	5,635
Nível 1	1,81	18,34	3,903	6,379	6,357
Nível 2	1,8	21,35	4,373	7,629	5,013
Nível 3	1,8	27,04	4,523	7,658	6,507

Nota: Nível 0, sem água; Nível 1, 10 cm de água; Nivel 2, 20 cm de água; Nível 3, 35 cm de água.

Tabela 4: Variáveis cinemáticas do cavalo B em diferentes níveis de água, após o protocolo de tratamento de dorsalgia com ondas de choque.

Cavalo B Pós-tratamento	**Membro Posterior Esquerdo**		**Flexão-Extensão Pélvica (cm)**	**Rotação Axial Esquerda (cm)**	**Rotação Axial Direita (cm)**
	Duração da fase de suspensão (s)	**Amplitude (cm)**			
Nível 0	1,5667	14,00	5,099	6,942	5,76
Nível 1	1,7201	21,66	5,077	8,369	6,345
Nível 2	1,6439	29,47	5,185	9,748	6,445
Nível 3	1,6889	32,65	6,208	10,585	7,877

Nota: Nível 0, sem água; Nível 1, 10 cm de água; Nivel 2, 20 cm de água; Nível 3, 35 cm de água.

Cavalo C

Em relação ao Cavalo C, foi possível observar um aumento da duração da fase de suspensão em todos os níveis de água, após o tratamento com ondas de choque. A amplitude de flexão máxima do mesmo membro diminui em todos os níveis de água, à exceção do nível 0. A capacidade de flexão e extensão do Cavalo C diminuiu em todos os níveis de água. A rotação axial esquerda também diminuiu em todos os níveis de água, menos no nível 1. Já a rotação axial direita diminuiu em todos os níveis de água.

Tabela 5: Variáveis *cinemáticas do cavalo C em diferentes níveis de água, antes do protocolo de tratamento de dorsalgia com ondas de choque.*

Cavalo C Pré-tratamento	**Membro Posterior Esquerdo**		**Flexão-Extensão Pélvica (cm)**	**Rotação Axial Esquerda (cm)**	**Rotação Axial Direita (cm)**
	Duração da fase de suspensão (s)	**Amplitude (cm)**			
Nível 0	1,4747	9,97	6,346	6,18	5,62
Nível 1	1,6997	19,39	6,861	6,35	6,01
Nível 2	1,6948	30,26	6,78	7,19	7,80
Nível 3	1,7778	34,25	8,706	9,33	9,76

Nota: Nível 0, sem água; Nível 1, 10 cm de água; Nivel 2, 20 cm de água; Nível 3, 35 cm de água.

Tabela 6: Variáveis cinemáticas do cavalo C em diferentes níveis de água, após o protocolo de tratamento de dorsalgia com ondas de choque.

Cavalo C Pós-tratamento	**Membro Posterior Esquerdo**		**Flexão-Extensão Pélvica (cm)**	**Rotação Axial Esquerda (cm)**	**Rotação Axial Direita (cm)**
	Duração da fase de suspensão (s)	**Amplitude (cm)**			
Nível 0	1,6288	10,38	5,1999	5,65	4,15
Nível 1	1,7513	18,81	6,29	6,42	5,64
Nível 2	1,8536	25,52	6,634	6,52	6,35
Nível 3	1,9465	31,27	6,72	7,12	6,98

Nota: Nível 0, sem água; Nível 1, 10 cm de água; Nivel 2, 20 cm de água; Nível 3, 35 cm de água.

IV. Discussão

O presente trabalho teve como objetivo testar mediante a análise da cinemática recolhida na passadeira aquática a hipótese que as ondas de choque têm um efeito analgésico na dor de dorso, utilizando a três equinos com diagnóstico clínico de dorsalgia.

Atualmente, a dorsalgia equina é uma das patologias mais comummente observadas em equinos, causando grandes perdas de desempenho. Esta condição, muitas vezes de origem complexa, pode atingir diversas estruturas e, associada a um quadro clínico pouco esclarecedor, pode tornar a descoberta do diagnóstico definitivo numa tarefa difícil (Jeffcott, 1979). No presente trabalho, confirmou-se que os equinos apresentavam patologias do esqueleto axial que por consequente causam dorsalgia (Fonseca et al., 2005; Martin & Klide, 1999), após a utilização dos métodos convencionais de exame físico como a inspeção, a palpação, os testes de mobilidade e os testes de provocação de dor, assim como testes de complementares de diagnóstico por imagem como a radiografia.

O método selecionado com uso de *pins* cutâneos para a análise cinemática, juntamente com o conhecimento da biomecânica básica da coluna do equino e as suas estruturas anatómicas, permitiu uma repetição fiável e relativamente fácil da recolha de parâmetros utilizados para a avaliação da evolução dos equinos ao longo das 4 semanas do protocolo de tratamento, semelhante a outros métodos já descritos na literatura apesar da técnica ainda necessitar de validação. Segundo Faber et al. (2001) e Faber et al. (2002), os *pins* cutâneos têm a capacidade de estandardizar os resultados e repetir o protocolo as vezes necessárias. Este facto, juntamente com as características da passadeira aquática (ajuste da velocidade do passo do equino, num solo completamente liso, sem quase nenhum contacto da parte do operador), tornam este método a ferramenta ideal para quantificar o resultado do tratamento utilizado (Faber, et al., 2001).

As diferentes filmagens para a recolha de dados cinemáticos foram realizadas com o cavalo em andamento a passo, uma vez que é considerado o movimento mais natural (Holm et al., 2006). De maneira que o movimento fosse o mais natural possível, as velocidades foram individualizadas para cada equino.

Foram utilizados vários níveis de água, uma vez que a biomecânica do equino é alterada quando se altera o nível de água (Nankervis et al., 2016), devido às suas propriedades de flutuação e a viscosidade (Muñoz et al., 2019). Com a utilização dos vários níveis de água foi possível obter um maior número de variantes cinemáticas e uma maior

quantidade de informação sobre a biomecânica do cavalo, podendo medir mais corretamente a sua evolução ao longo do tratamento.

Devido à amostra reduzida não foi possível realizar a análise estatística das correlações entre as variáveis cinemáticas, assim como suas evoluções ao longo do tempo.

As variantes cinemáticas selecionadas não são independentes umas das outras (Denoix, 1999; Faber et al., 2003; Johnston et al., 2004; Townsend et al., 1986). Por exemplo, a capacidade de protração do MPE e, portanto, a sua amplitude de flexão máxima, está diretamente ligada ao aumento da flexibilidade pélvica. Essa correlação permitiu avaliar a resposta ao uso do tratamento selecionado. Ainda que os resultados obtidos não tenham sido obtidos a partir de protocolos experimentais envolvendo grupo controle, deve-se mencionar que se notou uma melhoria evidente na condição corporal e no desempenho dos cavalos em resposta ao tratamento da dorsalgia usando ondas de choque. No entanto, deve ter-se sempre em conta que as características das cinemáticas são individuais para cada cavalo, devido à variabilidade anatómica e à preferência de cada animal a um padrão de movimento específico (Faber et al., 2002; Faber et al., 2001), o que justifica a resposta em diferentes proporções dos 3 cavalos incluídos no estudo.

Durante as sessões de ondas de choque nenhum dos animais mostrou desconforto e não foi necessário qualquer tipo de sedação. O protocolo de tratamento utilizado baseou-se na aplicação de 1500 pulsos bilaterais, com uma frequência de 8 Hz e uma energia de 11J/cm², sendo definido pela Dra. Carolina Nascimento. Difere ligeiramente de outros encontrados na literatura (Fonseca, 2008; Trager et al., 2020). Nos estudos de Fonseca (2008), utiliza-se uma sonda de 5mm para tratar os processos espinhosos e uma de 80mm para tratar os processos articulares dorsais, com uma energia de 0,15mJ/mm² e 500 pulsos por vértebra. Enquanto que no estudo de Trager et al. (2020), os processos articulares dorsais foram tratados com uma sonda de 80mm e uma energia de 0,13mJ/ mm² utilizando 1500 pulsos de forma bilateral para tratar as vertebras compreendidas entre T12 e L5. No entanto, não existe muita definição no que diz respeito a protocolos de ondas de choque como tratamento da dorsalgia equina, e o número de pulsos necessários (Trager, 2019).

Os resultados obtidos nas variantes cinemáticas dos 3 cavalos, antes e após o tratamento, não condizem com melhora no controle da dorsalgia com uso de ondas de choque, conforme já também descreveu Trager et al. (2020). Segundo Mooij et al. (2013), todas as variáveis cinemáticas estudadas deveriam aumentar ao longo do tratamento. Os cavalos A e C, de forma geral, não melhoraram em nenhuma das variáveis. O cavalo B foi o que obteve melhor evolução, aumentando em todas as variáveis, menos na duração da fase

de suspensão do MPE. Isso contradiz a literatura encontrada, pois vários estudos descrevem o efeito analgésico do SW no sistema musculosquelético.

Numa meta-analise de diversos estudos em humanos com *plantar fasciitis* (Xiong et al., 2019), foi comparado o efeito analgésico de corticosteroides com o efeito analgésico das ondas de choque, conclui-se que, em ambos casos, os pacientes sentiram um alívio da dor e uma recuperação da função após 3 meses de tratamento, prazo esse bem superior ao protocolo de 4 semanas selecionado para os cavalos do estudo. Isto pode sugerir que é necessário um tratamento mais prolongado para se obter melhores resultados.

Em cavalos, já existem trabalhos comprovando a eficácia do SW. Foi observada a melhora significativa da claudicação em 24 cavalos com osteoartrite cirurgicamente induzida na articulação carpiana medial tratados com SW, quando comparada com outro grupo tratado com injeções intramusculares de AINES (Glicosaminoglicano polisulfato) (Frisbie, et al., 2009). De forma similar, McCarroll & McClure (2000) obtiveram melhorias significativas na maioria do seu estudo clínico, onde 74 cavalos com osteoartrite nas articulações intertarsiana distal e tarsometatársica receberam terapia com ondas de choque durante um período de 12 semanas. As diferenças para a presente pesquisa se devem pelo tempo de tratamento, tamanho e local da área tratada e número de animais usados nos protocolos experimentais. Pode-se sugerir uma melhor resposta quando as áreas lesionadas são relativamente pequenas e superficiais.

V. Conclusão

A partir da análise dos resultados dos 3 casos clínicos apresentados, foi possível concluir que, dentro do protocolo estabelecido de uso de ondas de choque (2 sessões semanais, durante 4 semanas), o tratamento não se mostrou satisfatório no controle da dorsalgia.

A literatura também suporta que a avaliação das variantes cinemáticas do dorso do equino, juntamente com a passadeira aquática, é um método objetivo, não invasivo, e válido, para a avaliação de desvios na biomecânica normal do equino, assim como da sua melhoria após tratamento.

Por fim, dada a importância do dorso no desempenho equina, o autor pensa que seriam necessários mais estudos sobre dorsalgia, e o uso das ondas de choque no tratamento da mesma. Estudos esses com um maior número de animais e com uma melhor padronização

do tipo de lesões de coluna e similaridades quanto ao tamanho dos cavalos e tipo de trabalho, para evitar padrões biomecânicos diferentes.

Como ponto positivo neste estudo, a passadeira aquática demostrou ser um meio extremamente útil para a recolha das variantes cinemáticas, não só porque tem as características de uma passadeira convencional, aportando sempre as mesmas condições em cada recolha cinemática, como também tem o poder de alterar a biomecânica exibida pelo cavalo, sendo assim uma ferramenta que permite o estudo do movimento do animal em diferentes situações estandardizadas.

Bibliografia

Allen, A. K., Johns, S., Hyman, S. S., Sislak, M. D., Davis, S., & Amory, J. (2010). How to diagnose and treat back pain in the horse. *56th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners - AAEP*, *56*, 384–388.

Bolt, David M., Burba, D. J., Hubert, J. D., Strain, G. M., Hosgood, G. L., Henk, W. G., & Cho, D. Y. (2004). Determination of functional and morphologic changes in palmar digital nerves after nonfocused extracorporeal shock wave treatment in horses. *American Journal of Veterinary Research*, *65*(12), 1714–1718. https://doi.org/10.2460/ajvr.2004.65.1714

Bolt, David Manuel. (2004). the Effects of Non-Focused Extracorporeal Shock Waves on Neuronal Morphology, Function and Analgesia in Horses. *Thesis MSc Vet Clin Sci*, *May*, 1–87.

Borba, F. F. de. (2013). a Utilização Da Fisioterapia Na Reabilitação De Lesões Na Coluna Vertebral De Equinos Atletas. *Journal of Chemical Information and Modeling*, *53*(9), 1689–1699.

Bromiley, M. W. (1999). Physical therapy for the equine back. *The Veterinary Clinics of North America. Equine Practice*, *15*(1), 223–246. https://doi.org/10.1016/S0749-0739(17)30174-8

Buisine, M. (2013). *Abordagens médica e fisioterapêutica em dorsalgias nos equinos*. http://www.repository.utl.pt/handle/10400.5/6193

Denoix, J.-M. (2013). Biomechanics and Physical Training of the Horse. In *Biomechanics and Physical Training of the Horse*. https://doi.org/10.1201/b16104-8

Denoix, J. M. (1999). Spinal biomechanics and functional anatomy. *The Veterinary Clinics of North America. Equine Practice*, *15*(1), 27–60. https://doi.org/10.1016/S0749-0739(17)30162-1

Dubin, A. E., & Patapoutian, A. (2010). Nociceptors: The sensors of the pain pathway. *Journal of Clinical Investigation*, *120*(11), 3760–3772. https://doi.org/10.1172/JCI42843

Faber, M. J., Van Weeren, P. R., Schepers, M., & Barneveld, A. (2003). Long-term follow-up of manipulative treatment in a horse with back problems. *Journal of Veterinary Medicine Series A: Physiology Pathology Clinical Medicine*, *50*(5), 241–245. https://doi.org/10.1046/j.1439-0442.2003.00527.x

Faber, M., Johnston, C., Van Weeren, P. R., & Barneveld, A. (2002). Repeatability of back

kinematics in horses during treadmill locomotion. *Equine Veterinary Journal*, *34*(3), 235–241. https://doi.org/10.2746/042516402776186010

Faber, Marjan, Johnston, C., Schamhardt, H., Van Weeren, R., Roepstorff, L., & Barneveld, A. (2001). Basic three-dimensional kinematics of the vertebral column of horses trotting on a treadmill. *American Journal of Veterinary Research*, *62*(5), 757–764. https://doi.org/10.2460/ajvr.2001.62.757

Faber, Marjan, Schamhardt, H., Van Weeren, R., & Barneveld, A. (2001). Methodology and validity of assessing kinematics of the thoracolumbar vertebral column in horses on the basis of skin-fixated markers. *American Journal of Veterinary Research*, *62*(3), 301–306. https://doi.org/10.2460/ajvr.2001.62.301

Fonseca, B., & Hussni, C. A. (2009). Tratamento De Desmite Supra E Interespinhosa Em Eqüinos Utilizando a Terapia Por Ondas De Choque Extracorpóreas. *Veterinária e Zootecnia*, *16*(1), 143–151.

Fonseca, B. P. A. (2008). Protocolo de exame clínico e tratamento por ondas de choque da dor lombar em equinos da raça quarto de milha. In *Aleph*.

Fonseca, B. P. A. da [UNESP]. (2005). *Termografia e ultra-sonografia no diagnóstico de lesões toracolombares em eqüinos atletas da raça Quarto de Milha*. http://repositorio.unesp.br/handle/11449/89132

Frisbie, D. D., Kawcak, C. E., Mcilwraith, C. W., & Frisbie, David; Kawcak Christopher; McIlwraithh, W. (2009). Evaluation of the effect of extracorporeal shock wave treatment on experimentally induced osteoarthritis in middle carpal joints of horses. *American Journal Of Veterinary Research*, *70*(4), 449–454.

Gerdesmeyer, L., Maier, M., Haake, M., & Schmitz, C. (2002). Physikalisch-technische grundlagen der extrakorporalen stoßwellen-therapie (ESWT). *Orthopade*, *31*(7), 610–617. https://doi.org/10.1007/s00132-002-0319-8

Goodman, M. B., Lumpkin, E. A., Ricci, A., Tracey, W. D., Kernan, M., & Nicolson, T. (2004). Molecules and mechanisms of mechanotransduction. *Journal of Neuroscience*, *24*(42), 9220–9222. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3342-04.2004

Haupt, G. (1997). Use of extracorporeal shock waves in the treatment of pseudarthrosis, tendinopathy and other orthopedic diseases. In *Journal of Urology* (Vol. 158, Issue 1, pp. 4–11). https://doi.org/10.1097/00005392-199707000-00003

Hausdorf, J., Lemmens, M. A. M., Heck, K. D. W., Grolms, N., Korr, H., Kertschanska, S.,

Steinbusch, H. W. M., Schmitz, C., & Maier, M. (2008). Selective loss of unmyelinated nerve fibers after extracorporeal shockwave application to the musculoskeletal system. *Neuroscience*, *155*(1), 138–144. https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2008.03.062

Haussler, K. K. (1999). Anatomy of the thoracolumbar vertebral region. *The Veterinary Clinics of North America. Equine Practice*, *15*(1), 13–26. https://doi.org/10.1016/S0749-0739(17)30161-X

Haussler, Kevin K. (2009). Review of Manual Therapy Techniques in Equine Practice. *Journal of Equine Veterinary Science*, *29*(12), 849–869. https://doi.org/10.1016/j.jevs.2009.10.018

Haussler, Kevin K. (2007). Review of the Examination and Treatment of Back and Pelvic Disorders. *Ivis*, 158–182.

Haussler, Kevin K, & Acvsmr, D. (2011). Efficacy of Manual Therapies in the Treatment of Thoracolumbar Dysfunction. *Notes*, *57*.

Helena, T., Campeão, P., Paula, D., Botelho, A., De Andrade, G., Tilley, P., Maria, D., Martins, R., Da Fonseca, G., Paulo, J., Madeira, R., Orientador, M., Co-Orientador, M., José, D., Pacheco, P., & Luís, S. (2017). *Abordagem às Afeções da Região Axial em Cavalos de Desporto*.

Henson, F. M. D. (2018). Equine Neck and Back Pathology: Diagnosis and Treatment. In *Equine Neck and Back Pathology: Diagnosis and Treatment*. https://doi.org/10.1088/1751-8113/44/8/085201

Horst Erich König, Hans-Georg Hans-Georg, H. B. (2007). Veterinary Anatomy of Domestic Animals. In *Veterinary Anatomy of Domestic Mammals: Textbook and Colour Atlas*. https://doi.org/10.1055/b-007-167437

Jeffcott, L. B. (1979). The Fourth Sir Frederick Hobday Memorial Lecture. Back problems in the horse--a look at past, present and future progress. *Equine Veterinary Journal*, *11*(3), 129–136. https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1979.tb01324.x

Jeffcott, L. B. (1980). Disorders of the thoracolumbar spine of the horse — a survey of 443 cases. *Equine Veterinary Journal*, *12*(4), 197–210. https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1980.tb03427.x

Jeffcott, L. B., & Dalin, G. (1980). Natural rigidity of the horse's backbone. *Equine Veterinary Journal*, *12*(3), 101–108. https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1980.tb03393.x

Johnston, C., Roethlisberger Holm, K., Erichsen, C., Eksell, P., & Drevemo, S. (2004).

Kinematic evaluation of the back in fully functioning riding horses. *Equine Veterinary Journal*, *36*(6), 495–498. https://doi.org/10.2746/0425164044877431

Konig, H. E., & Liebich, H. G. (2016). *Anatomia dos Animais Domésticos. Órgãos e Sistemas. Texto e Atlas Colorido*.

Maier, M., Averbeck, B., Milz, S., Refior, H. J., & Schmitz, C. (2003). Substance P and prostaglandin E2 release after shock wave application to the rabbit femur. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, *406*(406), 237–245. https://doi.org/10.1097/01.blo.0000030173.56585.8f

Martin, B. B., & Klide, A. M. (1999). Physical examination of horses with back pain. *The Veterinary Clinics of North America. Equine Practice*, *15*(1), 61–70. https://doi.org/10.1016/S0749-0739(17)30163-3

McCarroll, G. D., & McClure, S. R. (2000). Extracorporeal Shock Wave Therapy for Treatment of Osteoarthritis of the Tarsometatarsal and Distal Intertarsal Joints of the Horse. *Proceedings of the American Association of Equine Practitioners*, *46*, 200–202.

Mieiro, A. M. G. P. M. (2013). *Estudo da dorsalgia em equinos do exército em Mafra*. 99.

Mooij, M. J. W., Jans, W., den Heijer, G. J. L., de Pater, M., & Back, W. (2013). Biomechanical responses of the back of riding horses to water treadmill exercise. *Veterinary Journal*, *198*(SUPPL1), e120–e123. https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.09.045

Muñoz, A., Saitua, A., Becero, M., Riber, C., Satué, K., de Medina, A. S., Argüelles, D., & Castejón-Riber, C. (2019). The use of the water treadmill for the rehabilitation of musculoskeletal injuries in the sport horse. *Journal of Veterinary Research (Poland)*, *63*(3), 439–445. https://doi.org/10.2478/jvetres-2019-0050

Nankervis, K. J., Finney, P., & Launder, L. (2016). Water depth modifies back kinematics of horses during water treadmill exercise. *Equine Veterinary Journal*, *48*(6), 732–736. https://doi.org/10.1111/evj.12519

Nicoletti, J. L. de M., Hussni, C. A., Silveira, A. B. da, Fonseca, B. P. A. da, Thomassian, A., & Alves, A. L. G. (2016). Lombalgia em eqüinos. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, *44*(3), 191.

Notarnicola, A., & Moretti, B. (2012). The biological effects of extracorporeal shock wave therapy (eswt) on tendon tissue. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, *2*(1), 33–37.

Ogden, J. A., Tóth-Kischkat, A., & Schultheiss, R. (2001). Principles of shock wave therapy. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, *387*, 8–17.

https://doi.org/10.1097/00003086-200106000-00003

Pfau, T., Noordwijk, K., Sepulveda Caviedes, M. F., Persson-Sjodin, E., Barstow, A., Forbes, B., & Rhodin, M. (2018). Head, withers and pelvic movement asymmetry and their relative timing in trot in racing Thoroughbreds in training. *Equine Veterinary Journal*, *50*(1), 117–124. https://doi.org/10.1111/evj.12705

Porter, M. (2005). Equine rehabilitation therapy for joint disease. *Veterinary Clinics of North America - Equine Practice*, *21*(3), 599–607. https://doi.org/10.1016/j.cveq.2005.08.002

Roethlisberger Holm, K., Wennerstrand, J., Lagerquist, U., Eksell, P., & Johnston, C. (2006). Effect of local analgesia on movement of the equine back. *Equine Veterinary Journal*, *38*(1), 65–69. https://doi.org/10.2746/042516406775374351

Romeo, P., Lavanga, V., Pagani, D., & Sansone, V. (2013). Extracorporeal shock wave therapy in musculoskeletal disorders: A review. *Medical Principles and Practice*, *23*(1), 7–13. https://doi.org/10.1159/000355472

Schmitz, C., & Depace, R. (2009). Pain relief by extracorporeal shockwave therapy: An update on the current understanding. *Urological Research*, *37*(4), 231–234. https://doi.org/10.1007/s00240-009-0190-8

Scott, R., Nankervis, K., Stringer, C., Westcott, K., & Marlin, D. (2010). The effect of water height on stride frequency, stride length and heart rate during water treadmill exercise. *Equine Veterinary Journal*, *42*(SUPPL. 38), 662–664. https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2010.00194.x

Shrivastava, S. K., & Kailash. (2005). Shock wave treatment in medicine. *Journal of Biosciences*, *30*(2), 269–275. https://doi.org/10.1007/BF02703708

Stecher, R. M. (1962). Anatomical Variations of the Spine in the Horse. *Journal of Mammalogy*, *43*(2), 205–219. https://doi.org/10.2307/1377092

Suputtitada, A. (2017). Update of Extracorporeal Shockwave Therapy in Myofascial Pain Syndrome. *International Physical Medicine & Rehabilitation Journal*, *1*(4). https://doi.org/10.15406/ipmrj.2017.01.00019

TOWNSEND, H. G. G., LEACH, D. H., DOIGE, C. E., & KIRKALDY-WILLIS, W. H. (1986). Relationship between spinal biomechanics and pathological changes in the equine thoracolumbar spine. *Equine Veterinary Journal*, *18*(2), 107–112. https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1986.tb03559.x

Trager, L. R., Funk, R. A., Clapp, K. S., Dahlgren, L. A., Werre, S. R., Hodgson, D. R., &

Pleasant, R. S. (2020). Extracorporeal shockwave therapy raises mechanical nociceptive threshold in horses with thoracolumbar pain. *Equine Veterinary Journal*, *52*(2), 250–257. https://doi.org/10.1111/evj.13159

Trager, Lauren R. (2019). Extracorporeal Shockwave Therapy Raises Mechanical Nociceptive Response in Horses with Thoracolumbar Pain. *Angewandte Chemie International Edition, 6(11), 951–952.*, 2013–2015.

Wang, C. J. (2003). An overview of shock wave therapy in musculoskeletal disorders. *Chang Gung Medical Journal*, *26*(4), 220–232.

Weeren, P. R. van. (2006). *Kinematics of the dorso*.

Williams, G. (2016). *HORSE MOVEMENT Structure, Function and Rehabilitation*.

Woolf, C. J. (2010). What is this thing called pain? *Journal of Clinical Investigation*, *120*(11), 3742–3744. https://doi.org/10.1172/JCI45178

Xiong, Y., Wu, Q., Mi, B., Zhou, W., Liu, Y., Liu, J., Xue, H., Hu, L., Panayi, A. C., & Liu, G. (2019). Comparison of efficacy of shock-wave therapy versus corticosteroids in plantar fasciitis: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, *139*(4), 529–536. https://doi.org/10.1007/s00402-018-3071-1