UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO DE CIRURGIA VETERINÁRIA E REPRODUÇÃO ANIMAL

ESTUDO RETROSPECTIVO DE EQUINOS COM LAMINITE CRÔNICA SUBMETIDOS A TENOTOMIA DO FLEXOR DIGITAL PROFUNDO, CASQUEAMENTO E FERRAGEAMENTO

HEITOR CESTARI

BOTUCATU, SP

Janeiro - 2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO DE CIRURGIA VETERINÁRIA E REPRODUÇÃO ANIMAL

ESTUDO RETROSPECTIVO DE EQUINOS COM LAMINITE CRÔNICA SUBMETIDOS A TENOTOMIA DO FLEXOR DIGITAL PROFUNDO, CASQUEAMENTO E FERRAGEAMENTO

HEITOR CESTARI

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Animal para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Celso Antonio Rodrigues

BOTUCATU- SP

Janeiro - 2022

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Cestari, Heitor.
Estudo retrospectivo de equinos com laminite crônica submetidos a tenotomia do flexor digital profundo, casqueamento e ferrageamento / Heitor Cestari. - Botucatu, 2022

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Orientador: Celso Antonio Rodrigues
Capes: 50501003

1. Cavalos. 2. Casco - Inflamação. 3. Tenotomia. 4. Laminite. 5. Prognóstico.

Palavras-chave: Cavalos; Falange distal; Laminite; Prognóstico; Tenotomia.

Nome do Autor: Heitor Cestari

Título: ESTUDO RETROSPECTIVO DE EQUINOS COM LAMINITE CRÔNICA SUBMETIDOS A TENOTOMIA DO FLEXOR DIGITAL PROFUNDO, CASQUEAMENTO E FERRAGEAMENTO

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Celso Antonio Rodrigues

Presidente da banca e Orientador

Departamento de Cirurgia Veterinária e Reprodução Animal

FMVZ-UNESP-Botucatu

Prof. Dr. Antonio Cezar de Oliveira Dearo

Membro da banca

Departamento de Clínicas Veterinárias

Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. Rafael Resende Faleiros

Membro da banca

Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária

Universidade Federal de Minas Gerais

Data da defesa: 24 de janeiro de 2022.

Agradecimentos

Ao prof. Dr. Celso Antonio Rodrigues pela orientação, pela paciência, cordialidade e confiança.

Ao Dr. Marcelo Damas Pyles, pelos ensinamentos, paciência e colaboração.

A minha família, pela compreensão e pelo estímulo constante aos meus estudos.

Aos meus amigos da UNESP Botucatu.

A Dr. Antonio Cezar de Oliveira Dearo e ao Dr. Rafael Resende Faleiros pela participação da comissão examinadora.

A FMVZ-UNESP e seu Hospital Veterinário por proporcionar estrutura física, funcionários e demais recursos.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Brasil (CAPES)- Código de financiamento 001

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo- FAPESP pelo suporte financeiro concedido ao projeto regular 2017/12815-0 e ao projeto 2018/09446-5.

E a todos que colaboraram com a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

Página

CAPÍTULO 1.....1
1- INTRODUÇÃO.....1
2- REVISÃO DE LITERATURA.....2
2.1- Laminite crônica.....2
2.1.1- Definição.....2
2.1.2- Tratamentos cirúrgicos.....5
2.2- Tenotomia do flexor digital profundo.....6
2.2.1- Indicações.....6
2.2.2- Técnica cirúrgica.....7
2.2.3- Complicações.....10
2.2.4- Pós operatório.....11
2.2.5- Evolução pós cirúrgica.....13
2.3- Alinhamento falange distal.....14
2.3.1- Casqueamento.....15
2.3.2- Ferrageamento.....16
2.4- Considerações finais.....18
3- REFERÊNCIAS.....18
CAPÍTULO 2- Artigo científico.....23

CESTARI, H. **Estudo retrospectivo de equinos com laminite crônica submetidos a tenotomia do flexor digital profundo, casqueamento e ferrageamento**. Botucatu (2022), 41p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia Animal) apresentada a Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP.

RESUMO

A laminite é a segunda enfermidade causadora de óbitos em equinos, além de ocasionar grande sofrimento ao animal, prejuízos econômicos e emocionais para as pessoas envolvidas. Diversas modalidades terapêuticas são empregadas para o tratamento desta enfermidade e não apresentam resultados consistentes descritos na literatura. Neste cenário, a tenotomia do flexor digital profundo (FDP) é uma modalidade terapêutica que pode ser empregada para o tratamento da laminite crônica, liberando a força de tração que o tendão FDP exerce sobre a falange distal, favorecendo o realinhamento da falange distal. O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito terapêutico da tenotomia do FDP, casqueamento e ferrageamento para o tratamento de laminite crônica, por meio de informações descritivas dos achados clínicos e dos achados radiográficos dos equinos submetidos a esse procedimento. Foram utilizados 21 equinos da raça quarto de milha e mangalarga paulista, atendidos pela FMVZ- UNESP Botucatu e pela Equiconfort®. Obtiveram-se dados descritivos, permitindo relatar a evolução dos animais por meio dos achados clínicos e radiográficos. Diante dos resultados, pode-se concluir que a tenotomia do FDP é uma terapia viável para o tratamento de laminite crônica, proporcionando o realinhamento da falange distal e reduzindo o grau de claudicação.

Palavras Chave: Cavalos, Laminite, Tenotomia, Falange distal, Prognóstico.

CESTARI, H. **Retrospective study of horses with chronic laminitis submitted to deep digital flexor tenotomy, trimming and shoeing.** Botucatu (2022). Dissertation (Master course of Animal Biotechnology). Pages 41. School of Veterinary Medicine and Animal Science, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"- UNESP.

ABSTRACT

Laminitis is the second leading cause of death from disease in horses. In addition to causing great suffering to the animal, there is economic and emotional damage to the people involved. Although several therapeutic modalities are used for the treatment of this disease, they do not present consistent results described in the literature. In this scenario, deep digital flexor (DDF) tenotomy is a therapeutic modality that can be used for the treatment of chronic laminitis, releasing the traction force that the DDF tendon exerts on the distal phalanx, favoring the realignment of the distal phalanx. The objective of this study was to verify the therapeutic effect of DDF tenotomy, trimming and shoeing for the treatment of chronic laminitis, through descriptive information on clinical and radiographic findings of horses submitted to this procedure. Twenty-one Quarter Mile and Mangalarga Paulista horses were used, attended by FMVZ-UNESP Botucatu and Equiconfort®. Descriptive data were obtained, allowing the evolution of the animals to be reported through clinical and radiographic findings. In view of the results, it can be concluded that DDF tenotomy is a viable therapy for the treatment of chronic laminitis, providing the realignment of the distal phalanx and reducing the degree of lameness.

Key words: Horses, Laminitis, Tenotomy, Distal Phalanx, Prognosis.

CAPÍTULO 1

Estudo retrospectivo de equinos com laminite crônica submetidos a tenotomia do flexor digital profundo, casqueamento e ferrageamento.

1. INTRODUÇÃO

A equideocultura representa uma importante atividade econômica e social no país. Trata-se de aproximadamente 5,3 milhões de animais, movimentando em torno de R$ 16,5 bilhões e gerando cerca de 3 milhões de empregos diretos e indiretos, fatores que contribuem expressivamente para o PIB do país (LIMA; CINTRA, 2016). Desta forma, estudos envolvendo a saúde e a medicina dos equideos são imprescindíveis para o mercado nacional e o bem estar da população envolvida com estes animais.

A intensificação do sistema de criação de equinos visa buscar um maior desempenho atlético para atender as demandas do mercado. Sendo assim, os criadores elevam o fornecimento de alimentos altamente energéticos levando os animais à desenvolverem sobrepeso e obesidade (AMARAL et al., 2017). Neste contexto, também aumenta-se o risco de distúrbios gastrointestinais, um dos fatores predisponentes para o desenvolvimento de laminite nos equinos (WHITE; MOORE; MAIR, 2009; XAVIER et al., 2014).

A laminite é uma enfermidade descrita pelo termo “problemas de casco” desde o ano de 1350 A.C. e desde 1800 o termo laminite começou a ser empregado (WALSH; BURNS, 2017). Apesar de ser uma enfermidade conhecida há um longo período de tempo, ainda existem grandes dificuldades no seu tratamento, gerando muitas vezes, resultados negativos (O’GRADY, 2006; WAGUESPACK; CALDWELL, 2009).

Dentre as fases da laminite, a crônica se caracteriza pela apresentação dos sinais clínicos por mais de 72 horas, ou pela separação das lâminas dermais do casco e deslocamento da falange distal no eixo vertical e ou horizontal, visto através do exame radiográfico (EUSTACE, 2010a; MORRISON, 2011).

Dentre as opções de tratamento clínico e cirúrgico para equinos com laminite crônica, destacam-se as técnicas de casqueamento e ferrageamento, suporte para correção dos aprumos e ângulos, ressecção da parede do casco, desmotomia do ligamento cárpico acessório e a tenotomia do flexor digital profundo (FDP) (PARKS; O'GRADY, 2003).

A tenotomia do FDP visa a liberação da força de tração que este tendão exerce sobre a falange distal, diminuindo a dor causada pela separação das lâminas dermais das lâminas epidermais. A técnica favorece o realinhamento da falange distal e evita novos episódios de seu deslocamento em relação ao casco (SIKKEL, 2020; WAGUESPACK, 2017; WAGUESPACK; CALDWELL, 2009). Essa técnica cirúrgica pode ser realizada na região da quartela, no entanto neste local há descrições de um maior número de complicações comparado à tenotomia na região do terço médio do metacarpo (BURBA; HUBERT; BEADLE, 2006).

Os resultados da tenotomia do FDP para o tratamento de laminite crônica em equinos é um tema que ainda necessita de estudos para determinar sua relevância no contexto terapêutico desta enfermidade. Sendo assim, realizar um estudo retrospectivo para estabelecimento de prognóstico dos animais que foram submetidos à tenotomia do FDP, casqueamento e ferrageamento para o tratamento de laminite crônica, por meio dos achados clínicos e radiográficos observados durante a evolução clínica destes animais, pode contribuir para esclarecer pontos importantes na condução clínica dos animais acometidos por laminite crônica.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Laminite Crônica

2.1.1 Definição

A laminite equina é uma enfermidade que gera muitos desafios para os médicos veterinários e proprietários. Trata-se de uma enfermidade traumatizante para quem convive com o animal enfermo e geralmente está associada ao fim da atividade atlética (REDDEN, 2007b). Uma simples

definição para laminite seria uma inflamação das lâminas dermais do casco, que, em maior ou menor grau, irá resultar em alterações das interdigitações lamelares (O'GRADY; PARKS, 2008; REDDEN, 2007b; STASHAK, 2005).

A Laminite crônica é uma fase da laminite e, na maioria das vezes, é proveniente da fase aguda da enfermidade (EUSTACE, 2010b; RENDLE, 2006a). A cronicidade da laminite é caracterizada, por alguns autores, pela evolução clínica superior a 72 horas da manifestação clínica de dor ou quando há o deslocamento da falange distal decorrente da falha do seu aparato suspensor, responsável pela manutenção da estabilidade da falange distal (COLLINS et al., 2010a; HOOD, 1999a; O'GRADY, 2010; O'GRADY et al., 2007). Esta fase da laminite apresenta tempo de duração variável a depender da gravidade da lesão sobre as estruturas do casco, tratamentos instituídos, tempo de evolução, alterações estruturais e resposta individual frente a enfermidade. Tais fatores determinam a capacidade de remodelamento ósseo e estrutural do casco (HERTHEL; HOOD, 1999). Além disso, quanto maior o tempo de duração da laminite crônica, maior a probabilidade do aparecimento de enfermidades sistêmicas concomitantes, impactando negativamente no prognóstico do animal (HERTHEL; HOOD, 1999).

Equinos com laminite crônica podem apresentar manifestações clínicas variadas e em diversos graus a depender da gravidade da lesão sobre as estruturas do dígito (KAUFFMANN; CLINE, 2017). Dentre os principais sinais observam-se graus variados de claudicações, mudança do apoio sobre o dígito deslocando o peso para os talões, sensibilidade de sola, formação de anéis "laminíticos" no casco, crescimento inadequado do casco, perfuração de sola, formação de abscessos subsoleares, afundamento da banda coronária e dor constante variando de leve a intensa (KAUFFMANN; CLINE, 2017; MORGAN; GROSENBAUGH; HOOD, 1999; RICHARD, 2015).

A literatura também descreve que a laminite crônica gera alterações na conformação da falange distal, com trabeculação e aumento da porosidade do córtex dorsal e córtex solear, remodelamento ósseo e até fraturas (ENGILES et al., 2015). Ademais, outra consequência do deslocamento da falange distal é a formação de um tecido cicatricial de preenchimento entre a falange distal e a parede dorsal do casco. Este tecido interfere na biomecânica interna do casco,

contribuindo para o aumento da dor e predispondo a infecções fúngicas secundárias (COLLINS et al., 2010a; ENGILES et al., 2015).

A dor constante em equinos com laminite crônica é o resultado de diversos fatores, dentre eles a pressão intermitente do processo extensor da falange distal sobre o córium lamelar, assim como a pressão do ápice da falange distal sobre o córium solear. Estes fatores induzem à hipoperfusão e isquemia da região, aumento de mediadores inflamatórios, lesão constante aos tecidos lamelares e também o estresse de tendões e ligamentos (COLLINS et al., 2010b; HOPSTER; VAN EPS, 2019; MORGAN; GROSENBAUGH; HOOD, 1999).

A laminite crônica pode ser subdividida em laminite crônica compensada que se caracteriza pela alteração do posicionamento da falange distal que se estabilizou, apresentando-se estável e sem progressão do deslocamento, permitindo que o estojo córneo se desenvolva mesmo com alterações (MORRISON, 2004, 2010). Outra classificação seria a laminite crônica descompensada, definida como um deslocamento da falange distal ainda em progressão, gerando elevado grau de dor e maior grau de claudicação (HERTHEL; HOOD, 1999; MORRISON, 2004, 2010).

O deslocamento da falange distal é a consequência da gravidade e da quantidade de tecido do seu aparato suspensor que foi danificado somado a influência das forças que atuam sobre ela (HOOD, 1999b). O deslocamento da falange pode ser classificado como rotação capsular, na qual ocorre uma separação da superfície dorsal da falange distal da parede do casco, mas sem perder o alinhamento das falanges. Outra classificação seria a rotação falangeana, determinada pelo deslocamento da falange distal independente das demais falanges, onde seu ápice migra em um sentido dorso palmar/ plantar, flexionando a articulação interfalângica distal. O deslocamento vertical ou afundamento, que se dá pelo deslocamento simétrico da falange distal no sentido distal é uma condição alternativa. Por fim, o deslocamento mediolateral, quando ocorre o deslocamento distal assimétrico da falange distal, ou seja, somente um dos lados irá se deslocar no sentido distal. Os resultados apresentados na literatura mostram que os animais podem apresentar um ou uma associação dos tipos de deslocamentos (HOOD, 1999b; PARKS; MAIR, 2009; PARKS; O’GRADY, 2003).

2.1.2 Tratamentos cirúrgicos

Existem algumas modalidades terapêuticas que podem ser empregadas para o tratamento da laminite crônica em equinos (MOYER; SCHUMACHER; SCHUMACHER, 2000). Dentre elas estão envolvidas: as terapias medicamentosas, que tem o objetivo de controle da dor e melhorar a perfusão sanguínea; as terapias de suporte ao casco, buscando o alívio de pressões e evitando maiores deslocamentos da falange distal; o realinhamento da falange distal com o auxílio do casqueamento e do ferrageamento, com o intuito de melhorar a perfusão sanguínea local, e assim melhorar o crescimento do casco buscando o alívio da dor e, finalmente, as modalidades cirúrgicas (BAXTER et al., 2011; GOETZ, 1989).

As modalidades cirúrgicas descritas são: ressecção da parede do casco, sulcagem da banda coronária, fresamento da falange distal, secção do ligamento acessório do tendão FDP, e a tenotomia do FDP (BAXTER et al., 2011; THOMASSIAN et al., 2000).

A ressecção da parede do casco pode ser realizada com o animal em posição quadrupedal sob sedação, seguida de anestesia dos nervos digitais palmares na região do sesamóide abaxial e com o auxílio de um torniquete para evitar sangramentos profusos. Desta forma, realiza-se uma incisão no estojo córneo, exatamente sobre o ponto de obstrução sanguínea identificado na venografia do dígito, se estendendo distalmente, atingindo o córium lamelar, com o objetivo de aliviar a pressão interna do casco, para melhorar a perfusão sanguínea local, reduzir a dor e induzir um realinhamento da falange distal (BAXTER et al., 2011; RENDLE, 2006b; RUCKER, 2010).

A sulcagem da banda coronária é realizada aproximadamente de 1 a 1,5 cm distal da banda coronária ou na mesma altura da base do processo extensor da falange distal. Esta técnica promove a remoção de todo o estrato médio do estojo córneo, se estendendo do quarto medial ao quarto lateral do casco, com a finalidade de induzir o crescimento da parede dorsal do estojo córneo (BAXTER et al., 2011; O'GRADY, 2010; STASHAK, 2005).

O fresamento da falange distal deve ser realizado com o animal sob anestesia geral, e é indicado para o tratamento de animais que apresentam

elevado grau de rotação da falange distal, associado a osteíte podal com perfuração de sola (RIBEIRO et al., 1999; THOMASSIAN et al., 2000).

A desmotomia do acessório do tendão FDP tem como propósito reduzir a força de tração deste tendão, prevenindo assim a progressão do deslocamento da falange distal. Este procedimento é recomendado para animais que apresentam pequeno grau de rotação (EUSTACE, 2010a; STASHAK, 2005).

2.2 Tenotomia do flexor digital profundo

2.2.1 Indicações

A tenotomia é uma modalidade terapêutica que visa a liberação da força de tração disto-proximal, que o tendão FDP exerce na região palmar/plantar da falange distal. Com isto, a técnica pode ser empregada ao tratamento de deformidades flexoras graves e em casos de laminite (DEARO et al., 2012; FÜRST; LISCHER, 2019; HENDRICKSON, 2007).

A liberação da força de tração do tendão FDP em casos de laminite proporciona o alívio da dor, visto que uma das fontes de dor é decorrente da separação das lâminas dermais das epidermais, induzida pela tração do tendão FDP sobre a falange distal (MCGUIGAN et al., 2005; WAGUESPACK; CALDWELL, 2009). Além de facilitar o realinhamento da falange distal, a tenotomia do FDP permite o realinhamento da coluna óssea e a relação entre falange distal e a cápsula do casco (WAGUESPACK; CALDWELL, 2009). Esta técnica aumenta o apoio na face solear da falange distal, diminuindo a pressão exercida do ápice da falange distal sobre o córium solear. Ademais, este procedimento também pode prevenir futuros deslocamentos da falange distal e permitir, que após alguns ciclos de casqueamento e ferrageamento, o animal possa ser mantido a pasto sem o auxílio de ferraduras ortopédicas, diminuindo também os custos de manutenção do cavalo (COFFMAN et al., 1970; HUNT, 2011; HUNT et al., 1991; MORRISON, 2011; WAGUESPACK, 2017; WAGUESPACK; CALDWELL, 2009).

Ainda não há descrições claras de quais são as indicações deste procedimento cirúrgico para o tratamento da laminite em equinos. Contudo,

frequentemente especialistas tem empregado esta técnica em animais que apresentam laminite severa, com elevado grau de dor e/ ou progressão do deslocamento da falange distal, e em animais que apresentam-se refratários à outras terapias (BURBA; HUBERT; BEADLE, 2006; EASTMAN et al., 1998; WAGUESPACK, 2017).

A tenotomia do FDP também é recomendada para restabelecer o alinhamento da falange distal nos casos de laminite crônica antes de ocorrerem alterações ósseas da falange distal, assim como nos casos em que, por meio do exame radiográfico, os animais apresentem espessura de sola menor que 10 milímetros e ângulo palmar maior que 15 graus (FLOYD, 2007). Além disso, a utilização da venografia para o acompanhamento da perfusão sanguínea no dígito, também é recomendada para a tomada de decisão (FLOYD, 2007; MORRISON, 2010; WAGUESPACK, 2017).

2.2.2 Técnica cirúrgica

Para a realização da tenotomia do FDP em equinos há descrições de dois acessos cirúrgicos, um acesso é realizado no aspecto palmar da quartela, enquanto o outro acesso é realizado no terço médio da região metacarpiana (ALLEN et al., 1986; BURBA; HUBERT; BEADLE, 2006; HUNT, 2011; HUNT et al., 1991).

O acesso cirúrgico realizado no aspecto palmar da quartela, é conduzido com o animal sob anestesia geral (ALLEN et al., 1986). Após a tricotomia e a antissepsia da região é realizado uma incisão em torno de três centímetros de comprimento que se inicia um centímetro proximal aos bulbos dos talões, na face palmar da quartela, e se estende no sentido proximal. Posterior a incisão da pele, realiza-se a divulsão romba do tecido subcutâneo até a bainha do tendão FDP, que por sua vez é incisada no mesmo comprimento e direção da incisão de pele, expondo o tendão que será isolado dos outros tecidos adjacentes para ser seccionado. Após a secção do tendão, é realizado a sutura com fio absorvível da bainha tendínea e a sutura do subcutâneo com pontos simples contínuo e, por fim, a sutura da pele com fio não absorvível utilizando pontos simples separados (ALLEN et al., 1986; HENDRICKSON, 2007; WAGUESPACK, 2017).

Apesar das primeiras descrições de tenotomia no aspecto palmar da quartela serem realizadas com o animal sob anestesia geral e decúbito lateral, há a descrição da realização desta técnica com o animal em apoio quadrupedal sob sedação e anestesia local (WAGUESPACK; CALDWELL, 2009). Nesta técnica o membro fica suspenso por um auxiliar e recebe uma incisão de um centímetro de comprimento na região da quartela no aspecto lateral entre a porção lateral do tendão flexor digital superficial e do tendão FDP. Segue-se com divulsão romba do tecido subcutâneo até a incisão da bainha do tendão FDP, por onde será inserido o tenótomo para a realização da incisão do tendão. Após a confirmação, por palpação, da incisão completa do tendão, é realizada a sutura somente da pele com pontos simples separados (ALLEN et al., 1986; WAGUESPACK; CALDWELL, 2009).

O acesso cirúrgico realizado no terço médio do metacarpo, é realizado com o animal em apoio quadrupedal sob sedação e anestesia local (BURBA; HUBERT; BEADLE, 2006). A sedação pode ser feita com o uso de medicações α2 agonista (xilazina ou detomidina), ou ainda a associação de algum destes fármacos com opioide (butorfanol), além de anestesia local, que pode ser realizada utilizando lidocaína ou mepivacaína para o bloqueio dos nervos palmares e metacarpianos palmares e/ou utilizando a infiltração local do sítio cirúrgico (HUNT et al., 1991; KRAMER, 2006).

Com o animal sob sedação e anestesia local e o sítio cirúrgico preparado assepticamente, inicia-se a incisão de pele no sentido vertical, em torno de três centímetros de comprimento, no terço médio do metacarpiano principal, no aspecto lateral entre o tendão flexor digital superficial e o tendão FDP, imediatamente distal à inserção do ligamento acessório no tendão FDP (BURBA; HUBERT; BEADLE, 2006; MORRISON, 2011). Após, efetua-se a divulsão romba do tecido adjacente até realizar a incisão do paratendão. Assim, cria-se um túnel entre o tendão flexor digital superficial e o tendão FDP, e um segundo túnel entre o tendão FDP e o plexo vásculo nervoso/ ligamento suspensório, isolando o tendão que será incisado (Figura 1) (BURBA; HUBERT; BEADLE, 2006; HUNT et al., 1991; REDDEN, 2007a; WAGUESPACK, 2017).

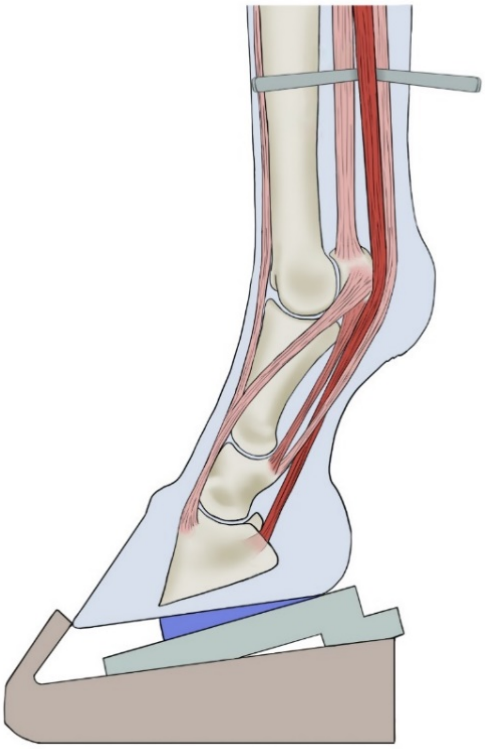

Figura 1: Demonstração esquemática da técnica de tenotomia na região média de metacarpo. Vista lateral do momento precedente a tenotomia, evidenciando o isolamento do tendão FDP pelas hastes rombas de ponta curva; a ferradura específica de tenotomia e o suporte de silicone em forma de cunha proporcionando o realinhamento da falange distal; e o suporte angulado de 18 graus favorecendo o relaxamento do tendão FDP.

Para a tenotomia propriamente dita, pode-se utilizar um tenótomo, que será colocado entre o tendão flexor digital superficial e o tendão FDP, assim com leves movimentos mediolaterais realiza-se a incisão do tendão (HUNT et al., 1991). Também pode-se utilizar como materiais auxiliares à prevenção de lesões dos tecidos adjacentes duas hastes rombas para tenotomia com as pontas curvas. Estas hastes serão inseridas uma em cada túnel para que suas pontas se encontrem no aspecto medial (Figura 2), para assim proteger os tecidos adjacentes ao tendão da lâmina de bisturi que fará a incisão. Após a incisão completa do tendão, observa-se a separação dos cotos formando um espaço em torno de dois centímetros; prosseguindo com a sutura da pele (BURBA; HUBERT; BEADLE, 2006; FLOYD, 2007; WAGUESPACK, 2017).

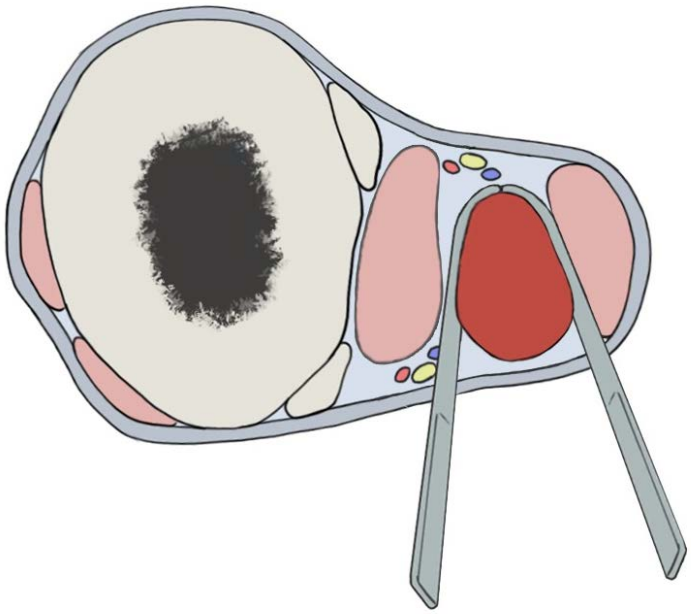

Figura 2: Utilização das hastes rombas de pontas curvas como auxiliar na técnica de tenotomia do FDP.

Ambas as técnicas devem ser realizadas somente após o casqueamento e a colocação de ferradura com extensão palmar/plantar e com elevação de cinco graus dos talões. As ferraduras devem permanecer durante um período de 8 a 10 semanas, a fim de prevenir a subluxação/ luxação da articulação interfalângica distal (HUNT, 2011; MORRISON, 2011).

2.2.3 Complicações

Além da subluxação da articulação interfalângica distal, pode-se elencar como possíveis complicações trans e pós operatórias: artrite e artrose decorrente de uma subluxação/ luxação da articulação interfalângica distal; secção incompleta do tendão, causando muita dor ao animal; traumatismo do nervo palmar lateral e/ou palmar medial, levando a uma hiperextensão ou incapacidade de suportar o peso ou ainda a formação de um neuroma; lesão vascular, causando hemorragia transoperatória e déficit circulatório regional; infecção do sítio cirúrgico; deiscência da sutura; tendinite do flexor digital

superficial e incapacidade de alinhamento da falange distal (FLOYD, 2007; KRAMER, 2006; WAGUESPACK, 2017).

Algumas das possíveis complicações podem ser evitadas utilizado algumas técnicas e ou materiais específicos durante a técnica cirúrgica. A subluxação da articulação interfalângica distal e o correto posicionamento da falange distal podem ser contornadas quando utiliza-se ferraduras próprias para a realização da tenotomia, ou ainda a depender da técnica cirúrgica que será empregada (DEARO et al., 2012; MORRISON, 2004). Isto se dá, pois quando realiza-se a tenotomia na região da quartela se obtêm um relaxamento e uma possibilidade de alteração de ângulos maior quando comparado à realização da tenotomia ao nível do metacarpo (DEARO et al., 2012). Até porque quando realizado na região de metacarpo, o paratendão aderido ao tecido subcutâneo promove estabilidade à falange distal (DEARO et al., 2012; HUNT, 2011; WAGUESPACK, 2017).

O traumatismo neurovascular pode ser evitado quando utiliza-se as hastes rombas para tenotomia com a extremidade curva, pois este material além de promover o isolamento de tendão, isola os tecidos adjacentes e, com isto reduz, a possibilidade de lesões equivocadas com a lâmina de bisturi no momento da tenotomia (BURBA; HUBERT; BEADLE, 2006).

A infecção, principalmente da bainha tendínea, é evitada realizando o acesso na região do metacarpo, visto que nesta região não encontra-se estruturas sinoviais (HUNT, 2011; WAGUESPACK, 2017).

O acesso cirúrgico na região de metacarpo tem sido a primeira opção para a realização da tenotomia, por ser facilmente executada com o animal em posição quadrupedal (BURBA; HUBERT; BEADLE, 2006). Além disso, este acesso não apresenta risco de contaminação da bainha sinovial, e preserva a possibilidade de realizar uma nova tenotomia na região da quartela (PARKS; O'GRADY, 2003; WAGUESPACK, 2017).

2.2.4 Pós operatório

Após o ato operatório, o animal recebe uma bandagem estéril durante um período que varia de 21 a 30 dias, sendo trocada semanalmente a depender do médico veterinário. Todos os animais também devem receber

profilaxia contra o tétano, assim como também é indicado a terapia anti-inflamatória com fenilbutazona na dose de 2,2 mg/kg a cada 12 horas durante três dias, e após este período utilizar 2,2 mg/kg a cada 24 horas durante um período de 30 dias (dose e período de administração podem variar a depender do profissional) (ALLEN et al., 1986; HUNT et al., 1991; KRAMER, 2006).

A necessidade da utilização de antimicrobianos neste tipo de procedimento ainda é controversa. Alguns autores utilizam a penicilina associada ou não com a gentamicina, já outros defendem que não há a necessidade da utilização de terapia antimicrobiana em cirurgias ortopédicas limpas (STÖCKLE et al., 2018; WAGUESPACK; CALDWELL, 2009).

Após a realização da tenotomia o cavalo precisa ficar em uma baia restrita, até que confortavelmente passe a ficar a maior parte do tempo em apoio quadrupedal (FLOYD, 2007). A partir deste momento pode-se permitir pequenas caminhadas preferencialmente em terrenos macios e amplos para possibilitar curvas suaves, que poderão ser ampliadas de maneira gradativa (FLOYD, 2007).

O animal deve permanecer com a ferradura específica de tenotomia por um período de 8 a 10 semanas, monitorando constantemente o alinhamento da falange distal pelo exame radiográfico (HUNT, 2011). Após este período, o animal pode permanecer sem ferradura se o casco tiver condições para tal fato. Passado um intervalo de quatro semanas, deve-se realizar o casqueamento com acompanhamento radiográfico para manter o alinhamento da falange distal e do casco (FLOYD, 2007; HUNT, 2011; KRAMER, 2006).

A venografia também pode ser utilizada como um método auxiliar no acompanhamento do equino pós tenotomia, pois esta técnica fornece indicadores de resposta ao tratamento assim como é um indicador de prognóstico (FIGURA 3) (BALDWIN; POLLITT, 2010; REDDEN, 2001).

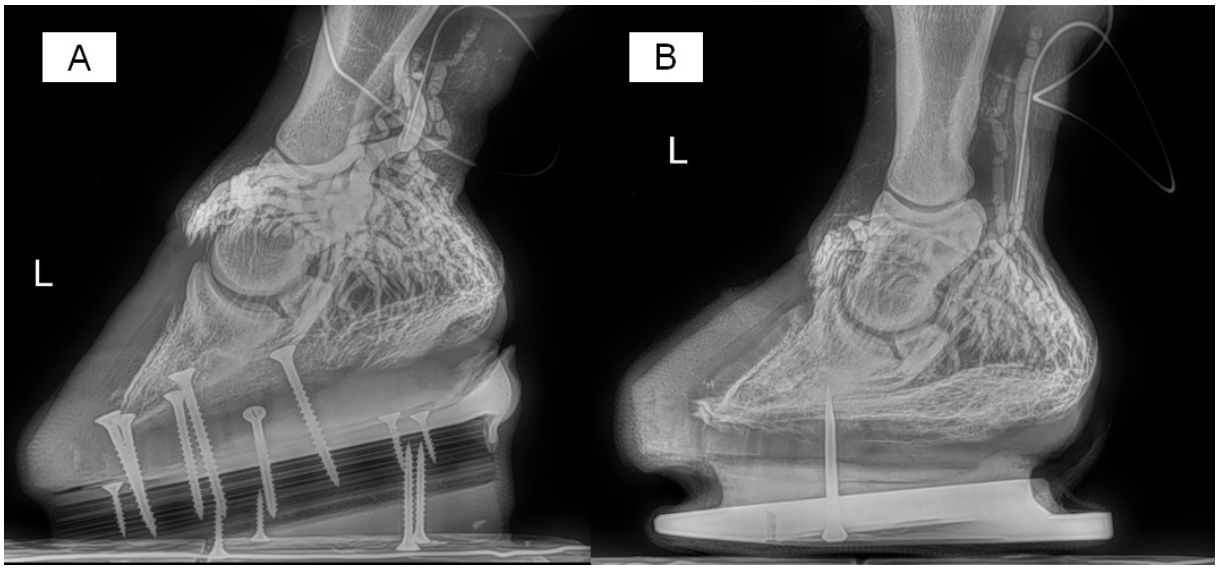

Figura 3: Venografia realizada como acompanhamento da evolução clínica. **A**- Venografia realizada previamente a tenotomia e o realinhamento da falange distal apresentando grande falha de preenchimento vascular; **B**- Venografia realizada 18 dias após a realização da tenotomia, demostrando retorno do preenchimento vascular (Fonte: Dr. Marcelo Damas Pyles).

2.2.5 Evolução pós cirúrgica

O primeiro estudo que descreveu resultados obtidos a partir de 13 animais apresentando laminite crônica refratária e submetidos a tenotomia na região da quartela, aponta que cinco animais retornaram a um nível de atividade reduzido; seis não retornaram a atividade atlética, mas apresentavam-se saudáveis soltos no pasto; um animal apresentou melhora mas foi submetido a eutanásia por razões econômicas e um cavalo obteve melhora e após nove meses foi submetido a eutanásia por ter agravado o caso (ALLEN et al., 1986).

Em comparação, outros 20 cavalos apresentando laminite aguda severa ou laminite crônica foram submetidos a tenotomia na região do metacarpo, onde observou-se que 11 animais sobreviveram menos de um mês; seis cavalos sobreviveram mais que seis meses e nenhum dos animais retornou à atividade atlética (HUNT et al., 1991).

Outro estudo avaliando 37 casos de equinos submetidos a tenotomia aponta que 77% sobreviveram seis meses após a cirurgia; e que 60% sobreviveram por até dois anos após a cirurgia (EASTMAN et al., 1998).

Em 1999 um estudo avaliando 35 animais tratados com tenotomia mostrou que 77% sobreviveram mais que seis meses e que 59% sobreviveram mais que dois anos (EASTMAN et al., 1999a).

Já em 2011, foram avaliados 245 casos submetidos a tenotomia onde 51% sobreviveram por pelo menos um ano com bom estado de condição corporal, e com grau de Obel menor igual a 2 (MORRISON, 2011).

Os estudos que avaliaram a tenotomia como tratamento para laminite obtiveram resultados diversos, mas puderam concluir que a tenotomia é uma opção terapêutica viável para o tratamento da laminite crônica. Também vale ressaltar que por mais que o prognóstico em relação a atividade atlética seja ruim o cavalo pode ter uma vida confortável livre no pasto (ALLEN et al., 1986; EASTMAN et al., 1999b; KRAMER, 2006; WAGUESPACK, 2017).

2.3 Alinhamento da falange distal

Um ponto tão importante quanto a técnica de tenotomia é a realização do casqueamento e do ferrageamento, a fim de restabelecer os ângulos e as relações da falange distal com o casco (DRYDEN, 2013). Além disso, o casqueamento e o ferrageamento contribuem para prevenir a ocorrência da subluxação/ luxação da articulação interfalângica distal, tornando-se parte indispensável para os equinos que foram submetidos à tenotomia (DRYDEN, 2013; FLOYD, 2007; NICKELS, 2003).

O realinhamento da falange distal busca o retorno do paralelismo da superfície solear deste osso com a superfície do solo, melhorando a distribuição do suprimento sanguíneo no córium solear e permitindo o crescimento da sola do casco em proporções adequadas. Também promove a redução da dor gerada pela pressão exercida do ápice da falange distal sobre o córium solear, e da pressão exercida pelo processo extensor da falange distal sobre o plexo coronário. Desta forma, favorece o retorno do suprimento sanguíneo e retomada adequada do crescimento do casco, além de prevenir

alterações ósseas com a melhora da circulação sanguínea local (MORRISON, 2004, 2011; O'GRADY, 2006).

2.3.1 Casqueamento

O realinhamento da falange inicia-se pelo casqueamento que deve ser realizado com o animal sob anestesia do nervo digital palmar na região do sesamóide abaxial e com o auxílio do raio X, a fim de tornar os ajustes mais precisos (MORRISON, 2010). Recomenda-se iniciar com o aparo da ranilha, retirando o máximo possível principalmente em sua base, mas mantendo o aspecto saudável. Esta excisão permitirá avaliar com mais facilidade a quantidade presente e o quanto é possível realizar de excisão dos talões (FLOYD, 2007; MORRISON, 2010; REDDEN, 2007a).

Recomenda-se seguir para o ajuste dos talões que devem ser aparados, a partir de uma linha paralela a face solear da falange distal com 15 a 20 mm de distância, tornando essa linha de corte na superfície de apoio (Figura 4) (O'GRADY, 2006; PARKS; O'GRADY, 2003). Devido ao elevado grau de rotação, em alguns cavalos não é possível realizar a excisão do talão em quantidade suficiente para que a superfície solear da falange se tornar paralela ao solo (O'GRADY, 2006). Deste modo, recomenda-se a colocação de uma cunha de silicone onde sua maior espessura é posicionada na região do ápice da falange distal e se estende a região dos talões com sua menor espessura, buscando o zero grau de ângulo palmar (FLOYD, 2007; NICKELS, 2003; O'GRADY, 2006, 2010).

O ponto de intersecção da primeira linha de excisão com uma linha traçada paralelamente à superfície dorsal da falange distal, é a região mais dorsal para se colocar a ferradura, podendo ser inserida em um ponto mais palmar caso haja necessidade (O'GRADY, 2006). Já o *breakover* é determinado traçando uma linha do ápice da falange distal no sentido da primeira linha de corte para formar um ângulo de 90° com a mesma, 6 mm dorsal a esse ponto de cruzamento é o ponto de *breakover* (O'GRADY, 2006, 2010; PAGE et al., 1999).

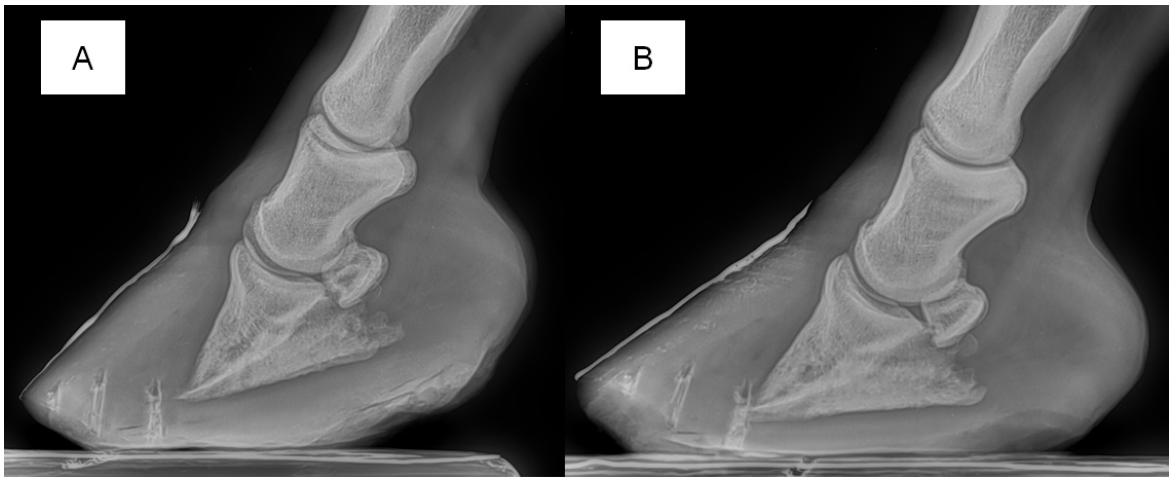

Figura 4. Ajuste dos talões e correção do ângulo palmar: **A**- Momento precedente a excisão dos talões; **B**- Momento posterior a excisão dos talões (Fonte: Dr. Marcelo Damas Pyles).

2.3.2 Ferrageamento

Após o casqueamento, é indicado a colocação da ferradura paralela à superfície solear da falange distal. Esta ferradura pode ser fixada com cravos, com colas específicas e/ou com gesso que são menos traumáticas para a fixação (MORRISON, 2011; REDDEN, 2007a; STASHAK, 2005). A ferradura deve conter extensão palmar e elevação próximo a cinco graus nos talões para evitar a luxação da articulação interfalângica distal, também pode ser adicionada uma placa de alumínio fechando a porção palmar da ferradura, para proporcionar suporte extra na porção palmar do casco (MORRISON, 2004, 2011; O'GRADY, 2010).

O alumínio por ser um material leve, de fácil manipulação, passível de reutilização e de fácil aderência em colas para a fixação no casco é o material de eleição para ser utilizado em ferraduras que serão aplicadas em cavalos com laminite crônica e em casos de restauração do ângulo da falange distal (O'GRADY, 2010; REDDEN, 2007a).

Em cavalos que o ângulo de rotação da falange distal for elevado, a fixação da ferradura à zero grau de ângulo palmar formará um espaço entre o casco e a ferradura em sua porção dorsal, que deverá ser preenchido com um suporte de silicone em formato de cunha (O'GRADY, 2006). Este suporte de silicone deve ser posicionado imediatamente palmar ao ápice da falange distal,

e diminuindo de espessura até a região dos talões, permitindo a sobra de espaço na porção palmar do casco e da ferradura para a aplicação da cola para união do conjunto (Figura 5) (O'GRADY, 2006; STASHAK, 2005). Após a colocação da ferradura e do suporte de silicone na posição correta, faixas de fibra de vidro impregnadas com cola são aplicadas na parede lateral do casco, englobando a ferradura para dar mais aderência do conjunto ao casco (MORRISON, 2004; O'GRADY, 2006).

Figura 5. Posicionamento da ferradura e da cunha de silicone para reestabelecimento do ângulo palmar a zero grau com a superfície da ferradura (Fonte: Dr. Marcelo Damas Pyles).

Recomenda-se a realização do casqueamento e do ferrageamento antes do procedimento de tenotomia, para evitar o risco de luxação da articulação interfalângica distal e para evitar a falha de aderência da cola com o casco, devido ao incremento de umidade oriunda da cirurgia (MORRISON, 2004; O'GRADY, 2010). A ferradura de correção de ângulos permanecerá por oito a dez semanas e após este período é indicado a retirada da mesma e a realização do casqueamento periódico para a manutenção da posição da falange distal. Caso não haja o crescimento adequado do casco e tenha solução de continuidade, recomenda-se a colocação de curativos locais (FLOYD, 2007; HUNT, 2011).

2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tenotomia do FDP empregada em conjunto com o casqueamento e ferrageamento é uma opção terapêutica viável para o tratamento da laminite crônica.

3. REFERÊNCIAS

ALLEN, D. et al. Surgical management of chronic laminitis in horses: 13 cases (1983-1985). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 189, p. 1604–1606, 1986.

AMARAL, L. A. et al. Relação entre adiposidade, perfil energético, proteínas inflamatórias e lesões osteoarticulares em equinos jovens sobre diferentes sistemas de criação. **Pesquisa Veterinaria Brasileira**, v. 37, n. 2, p. 115–120, 2017.

BALDWIN, G. I.; POLLITT, C. C. Progression of Venographic Changes After Experimentally Induced Laminitis. **Veterinary Clinics of North America - Equine Practice**, v. 26, n. 1, p. 135–140, 2010.

BAXTER, G. M. et al. The foot. In: **Lameness in horse**. Sixth edid ed. [s.l.] Wiley-Blackwell, 2011. p. 475–558.

BURBA, D. J.; HUBERT, J. D.; BEADLE, R. How to Perform a Mid-Metacarpal Deep Digital Flexor Tenotomy on a Standing Horse. **AAEP Proceedings**, v. 52, p. 547–550, 2006.

COFFMAN, J. R. et al. Biomechanics of Pedal Rotation in Equine Laminitis. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 156, p. 219–221, 1970.

COLLINS, S. N. et al. The Lamellar Wedge. **Veterinary Clinics of North America - Equine Practice**, v. 26, n. 1, p. 179–195, 2010a.

COLLINS, S. N. et al. Laminitic Pain: Parallels with Pain States in Humans and Other Species. **Veterinary Clinics of North America - Equine Practice**, v. 26, n. 3, p. 643–671, 2010b.

DEARO, A. C. DE O. et al. Effects of two different deep digital flexor tenotomy techniques on distal articular angles of equine cadaver forelimbs. **Ciência Rural**, v. 42, n. 11, p. 2005–2010, 2012.

DRYDEN, V. Managing the Critical and Complicated Laminitis Case From a Podiatry Perspective. p. 59–60, 2013.

EASTMAN, T. G. et al. Deep Digital Flexor Tenotomy as a Treatment for Chronic Laminitis in Horses : 37 Cases. v. 44, p. 265–266, 1998.

EASTMAN, T. G. et al. Deep digital flexor tenotomy as a treatment for chronic laminitis in horses: 35 cases (1988-1997). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 214, p. 517–519, 1999a.

EASTMAN, T. G. et al. Deep digital flexor tenotomy as a treatment for chronic laminitis in horses: 35 cases (1988-1997). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 214, n. 4, p. 517–519, 1999b.

ENGILES, J. B. et al. Osteopathology in the Equine Distal Phalanx Associated With the Development and Progression of Laminitis. **Veterinary Pathology**, v. 52, n. 5, p. 928–944, 2015.

EUSTACE, R. A. Clinical presentation, diagnosis, and prognosis of chronic laminitis in Europe. **Veterinary Clinics of North America - Equine Practice**, v. 26, n. 2, p. 391–405, 2010a.

EUSTACE, R. A. Laminitis - What's in a name? **Veterinary Journal**, v. 183, n. 3, p. 245–246, 2010b.

FLOYD, A. E. AN APPROACH TO THE TREATMENT OF THE LAMINITIC HORSE. In: **EQUINE PODIATRY**. [s.l.] W.B. Saunders Company, 2007. p. 347–358.

FÜRST, A. E.; LISCHER, C. J. Foot. In: **Equine Surgery**. Fifth Edit ed. St. Louis: Elsevier, 2019. p. 1543–1587.

GOETZ, T. E. The treatment of laminitis in horses. **Veterinary Clinics of North America - Equine Practice**, v. 5, n. 1, p. 73–108, 1989.

HENDRICKSON, D. A. **Técnicas Cirúrgicas em Grandes Animais**. 3ª Edição ed. Fort Collins: [s.n.].

HERTHEL, D.; HOOD, D. M. Clinical presentation, diagnosis, and prognosis of chronic laminitis. **The Veterinary clinics of North America. Equine practice**, v. 15, n. 2, p. 375–394, 1999.

HOOD, D. M. Laminitis in the horse. **The Veterinary clinics of North America. Equine practice**, v. 15, n. 2, p. 287–294, 1999a.

HOOD, D. M. The mechanisms and consequences of structural failure of the foot. **The Veterinary clinics of North America. Equine practice**, v. 15, n. 2, p.

437–461, 1999b.

HOPSTER, K.; VAN EPS, A. W. Pain management for laminitis in the horse. **Equine Veterinary Education**, v. 31, n. 7, p. 384–392, 2019.

HUNT, R. J. et al. Mid-metacarpal Deep Digital Flexor Tenotomy in the Management of Refractory Laminitis in Horses. **Veterinary Surgery**, v. 20, n. 1, p. 15–20, 1991.

HUNT, R. J. DEEP DIGITAL FLEXOR TENOTOMY FOR MANAGING LAMINITIS. In: **Diagnosis and Management of Lameness in the Horse**. 2nd editio ed. Saundres, St Louis: [s.n.]. p. 382–384.

KAUFFMANN, S.; CLINE, C. **The Essential Hoof Book**. Pomfret, Vermont: Trafalgar Square, 2017.

KRAMER, J. Deep Digital Flexor Tenotomy. In: **Manual of Equine Field Surgery**. St. Louis: Saunders, 2006. p. 98–102.

LIMA, R. A. S.; CINTRA, A. G. Estudo do complexo do Agronegócio do cavalo. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, p. 56, 2016.

MCGUIGAN, M. P. et al. Deep digital flexor tendon force and digital mechanics in normal ponies and ponies with rotation of the distal phalanx as a sequel to laminitis. **Equine Veterinary Journal**, v. 37, n. 2, p. 161–165, 2005.

MORGAN, S. J.; GROSENBAUGH, D. A.; HOOD, D. M. The pathophysiology of chronic laminitis. Pain and anatomic pathology. **The Veterinary clinics of North America. Equine practice**, v. 15, n. 2, p. 395–417, 1999.

MORRISON, S. Foot management. **Clinical Techniques in Equine Practice**, v. 3, n. 1, p. 71–82, 2004.

MORRISON, S. Chronic laminitis: Foot management. **Veterinary Clinics of North America - Equine Practice**, v. 26, n. 2, p. 425–446, 2010.

MORRISON, S. Long-term Prognosis Using Deep Digital Flexor Tenotomy and Realignment Shoeing for Treatment of Chronic Laminitis. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 31, n. 2, p. 89–96, 2011.

MOYER, W.; SCHUMACHER, J.; SCHUMACHER, J. Chronic Laminitis : Considerations for the Owner and Prevention of Misunderstandings. **Journal of the American Veterinary Medical Association (JAVMA)**, v. 46, n. May, p. 59–61, 2000.

NICKELS, F. A. Hoof care of a laminitic horse. In: **Diagnosis and Management of Lameness in the Horse**. St. Louis: Saunders, 2003. p. 332–335.

O'GRADY, S. E. Realignment of P3 - the basis for treating chronic laminitis. **Equine Veterinary Education**, v. 23, n. 2, p. 88–100, 2006.

O'GRADY, S. E. et al. Podiatry terminology. **Equine Veterinary Education**, n. June, p. 263–271, 2007.

O'GRADY, S. E. Farriery for chronic laminitis. **Veterinary Clinics of North America - Equine Practice**, v. 26, n. 2, p. 407–423, 2010.

O'GRADY, S. E.; PARKS, A. H. Farriery Options for Acute and Chronic Laminitis. **Proceedings of the 54th Annual Convention of the AAEP**, v. 54, p. 354–363, 2008.

PAGE, B. T. et al. How to Mark the Foot for Radiography. **Measurement**, v. 45, n. October, p. 148–150, 1999.

PARKS, A. H.; MAIR, T. S. Laminitis: A call for unified terminology. **Equine Veterinary Education**, p. 102–106, 2009.

PARKS, A.; O'GRADY, S. E. Chronic laminitis: Current treatment strategies. **Veterinary Clinics of North America - Equine Practice**, v. 19, n. 2, p. 393–416, 2003.

REDDEN, B. R. Shoeing the Laminitic Horse. In: **Understanding Laminitis**. Lexington: Blood-horse, 2007a. p. 60–79.

REDDEN, R. What Is Laminitis. In: **Understanding Laminitis**. [s.l.] The Blood-Horse, 2007b. p. 10–14.

REDDEN, R. . A techinique for performing digital venography in the standing horse. **Equine Veterinary Education**, v. 13, p. 128–134, 2001.

RENDLE, D. Equine laminitis 1. Management in the acute stage. **In Practice**, v. 28, n. 8, p. 434–443, 2006a.

RENDLE, D. Equine laminitis 2. Management and prognosis in the chronic stage. **In Practice**, v. 28, n. 9, p. 526–536, 2006b.

RIBEIRO, M. G. et al. Reparação de lesões ósseas perfurantes produzidas experimentalmente na falange distal de eqüinos normais. **Rev. educ. contin. CRMV-SP**, v. 2, p. 30–37, 1999.

RICHARD, É. **Maladies des Chevaux**. 3. ed. [s.l.] France Agricole, 2015.

RUCKER, A. Chronic Laminitis: Strategic Hoof Wall Resection. **Veterinary Clinics of North America - Equine Practice**, v. 26, n. 1, p. 197–205, 2010.

SIKKEL, R. **La Fourbure Comprendre, guérir, prévenir**. [s.l: s.n.].

STASHAK, T. S. Claudicação. In: **Claudicação em equinos segundo Adams**.

Quinta edi ed. [s.l.] Roca, 2005. p. 603–1010.

STÖCKLE, S. D. et al. Postoperative complications in equine elective, clean orthopaedic surgery with/without antibiotic prophylaxis. **Tierarztliche Praxis Ausgabe G: Grosstiere - Nutztiere**, v. 46, n. 2, p. 81–86, 2018.

THOMASSIAN, A. et al. Patofisiologia e tratamento da pododermatite asséptica difusa nos eqüinos - (Laminite eqüina). **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 3, n. 2, p. 16–29, 2000.

WAGUESPACK, R. W. Deep Digital Flexor Tenotomy. In: BLACKWELL, W. (Ed.). . **Equine Laminitis**. [s.l: s.n.]. p. 382–390.

WAGUESPACK, R. W.; CALDWELL, F. How to perform a modified standing deep digital flexor tenotomy at the level of the proximal interphalangeal joint. **Proceedings of the 55th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners, Las Vegas, Nevada, USA, 5-9 December 2009**, v. 55, p. 230–237, 2009.

WALSH, D. M.; BURNS, T. A. Historical perspective on equine laminitis. In: **Equine Laminitis**. [s.l.] Wiley-Blackwell, 2017. p. 3–10.

WHITE, N. A.; MOORE, J. N.; MAIR, T. S. **The Equine Acute Abdomen**. [s.l: s.n.].

XAVIER, V. F. et al. Estudo radiográfico do posicionamento da falange distal e suas possíveis correlações com obesidade em equinos de patrulhamento da Polícia Militar do Estado de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia**, v. 66, n. 3, p. 672–680, 2014.

Capítulo 2

O manuscrito a seguir foi redigido em português de acordo com as normas do periódico científico Veterinary Record, as normas estão disponíveis no link: https://bvajournals.onlinelibrary.wiley.com/hub/journal/20526113/author-guidelines#submission

Avaliação da tenotomia do flexor digital profundo, casqueamento e ferrageamento no tratamento de cavalos acometidos de laminite crônica

Tenotomia como tratamento da laminite

Heitor Cestari[1], MV.; Marcelo D. Pyles[2], Dr.; Celso A. Rodrigues[1]*, Dr.

[1]Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Botucatu-SP, Brasil

[2] Equiconfort®, Botucatu-SP, Brasil

* Autor para correspondência: celso.a.rodrigues@unesp.br

Resumo

Estado da arte: A tenotomia do flexor digital profundo (FDP), casqueamento e ferrageamento objetivando o realinhamento da falange distal é uma terapêutica empregada em equinos com laminite crônica. Existem poucos estudos em relação a evolução clínica a longo prazo de animais submetidos a esse tratamento.

Material e Métodos: 21 equinos submetidos a tenotomia do FDP, casqueamento e ferrageamento para o tratamento da laminite crônica foram incluídos no estudo clínico descritivo para estabelecimento do prognóstico de longo prazo, realizado por meio da avaliação clínica e radiográfica dos animais.

Resultados: 14 de 21 animais foram avaliados pós tenotomia com uma média superior a 3 anos de evolução clínica; 13 de 14 animais foram destinados a reprodução; dentre os 14 animais 35,7% (5/14) não apresentavam claudicação, 92,8% (13/14) apresentavam escore de condição corporal entre 4 e 6 e na avaliação radiográfica as variáveis mensuradas apresentavam-se semelhantes às de equinos saudáveis.

Conclusão e importância clínica: Este estudo oferece informações sobre a evolução clínica e as alterações radiográficas a longo prazo de equinos que foram submetidos a tenotomia do FDP, casqueamento e ferrageamento, e reforça a técnica como uma opção terapêutica e viável para o tratamento de laminite crônica em equinos.

PALAVRAS CHAVE

Cavalos, Laminite, Tenotomia, Falange distal, Prognóstico.

INTRODUÇÃO

A laminite crônica é um dos estágios da laminite, proveniente da fase aguda da enfermidade[1–3]. A cronicidade da laminite é caracterizada pela apresentação clínica de dor, claudicação, crescimento anormal do casco, alterações de conformação óssea e de posicionamento da falange distal (FD)[1,4,5].

As opções para o tratamento da laminite crônica incluem: terapias medicamentosas, ajustes e correções dos ângulos dos cascos por meio do casqueamento e do ferrageamento e de terapias cirúrgicas [6]. Dentre as terapias cirúrgicas empregadas, a tenotomia do FDP em conjunto com o casqueamento e ferrageamento com o objetivo de induzir o realinhamento da FD, tem mostrado resultados promissores [7].

A tenotomia do FDP tem a finalidade de remover a tensão que este tendão exerce sobre a FD, além de permitir seu realinhamento [7–9]. Sendo assim, a redução da força de tração do tendão FDP e o realinhamento da FD, promovem ao equino com laminite a diminuição do grau de dor e a melhora da perfusão sanguínea regional. Desta forma, favorece o crescimento normal do casco, além de prevenir futuros deslocamentos da FD [10–12].

Assim, a tenotomia do FDP é uma opção terapêutica viável para o tratamento de laminite crônica e pode ser capaz de reduzir o sofrimento de muitos cavalos que não apresentam melhora clínica a outras terapias, e que seriam submetidos à eutanásia [9,13]. Entretanto, existe uma pequena quantidade de estudos comparando os resultados das diferentes técnicas para o tratamento da laminite crônica, assim como poucos estudos descritivos dos resultados das técnicas terapêuticas empregadas [6,14,15].

Este trabalho tem como objetivo avaliar a tenotomia do FDP, casqueamento e ferrageamento objetivando o realinhamento da FD para o tratamento de equinos com laminite crônica, por meio de informações descritivas dos achados clínicos e dos achados radiográficos de equinos submetidos a esse procedimento após um longo período de tempo.

MATERIAL E MÉTODOS

Comitê de ética

O projeto foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia- FMVZ/UNESP protocolo 0020/2021.

Critérios de inclusão

Foram incluídos neste estudo equinos com laminite crônica que apresentavam deslocamento da FD com ângulo de rotação maior que 10 graus diagnosticado pelo exame radiográfico, que manifestavam grau 4 de claudicação e que foram submetidos a tenotomia do FDP realizada na região média de metacarpo em ambos os membros torácicos, casqueamento e ferrageamento objetivando o realinhamento da FD.

Animais e procedimentos

No estudo foram avaliados 21 equinos, sendo 18 da raça Quarto de milha e 3 Mangalarga, que apresentavam idades em um intervalo de 9 meses a 20 anos. Os animais foram submetidos ao casqueamento onde realizou-se o aparo da ranilha e posteriormente o aparo dos talões, reduzindo o ângulo palmar da FD. Em seguida efetuou-se a colocação de ferradura específica para tenotomia (Ferradura Tenotomia- Equiconfort®) paralela à superfície solear da FD. Para o preenchimento do espaço entre o casco e a ferradura em sua porção dorsal, utilizou-se massa de silicone (Siliconfort- Equiconfort®) em forma de cunha (Figura 1). O conjunto da cunha de silicone e da ferradura foram fixados ao casco com cravos e/ou com cola específica (Equiglue- Equiconfort®) associado ao gesso sintético (Hygia cast®), permanecendo por um período de seis a oito semanas. Após o casqueamento e o ferrageamento o casco foi repousado em um suporte angulado (Ultimate- Nanric®) até realização da tenotomia (Figura 1).

Imediatamente após o casqueamento e ao ferrageamento realizou-se a tenotomia do FDP no aspecto lateral na região do terço médio do terceiro metacarpiano após ser realizado tricotomia e antissepsia da região, com o animal sob sedação com xilazina 10% (0,5 mg/kg/IV) e anestesia local

infiltrativa do sítio cirúrgico com lidocaína 2%. Realizou-se uma incisão longitudinal de três a cinco centímetros de comprimento no terço médio, da face lateral do metacarpiano principal, entre o tendão FDP e o tendão flexor digital superficial, distal à união com seu ligamento acessório; realizou-se a divulsão romba dos tecidos adjacentes com pinça hemostática formando-se um túnel entre o tendão flexor digital superficial e o tendão FDP e um segundo túnel entre o ligamento suspensor do boleto e o tendão FDP, e em seguida com duas hastes rombas para tenotomia de pontas curvas inseridas uma em cada túnel isolou-se o tendão FDP e procedeu-se a incisão do tendão utilizando o bisturi número 4 com lâmina 24 (Figura 1). Por fim, realizou-se sutura simples separada da pele com fio nylon número 2 removidos após 15 dias e o sítio cirúrgico foi recoberto com bandagem estéril.

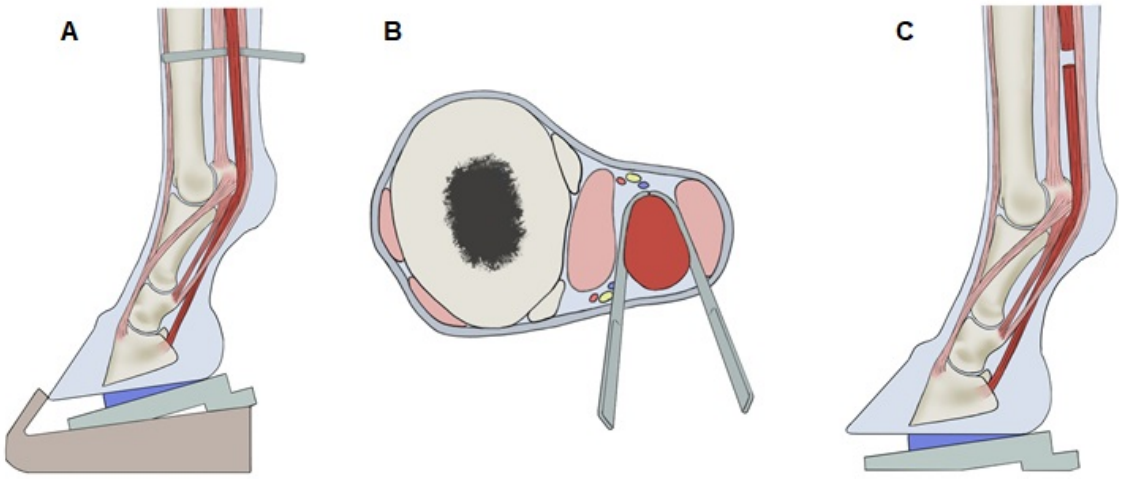

Figura 1: Representação esquemática do posicionamento da ferradura para o realinhamento da FD e representação da técnica cirúrgica de tenotomia realizada na região metacarpiana. **A:** Vista lateral do momento precedente a tenotomia, onde o casco repousa sobre suporte angulado após o casqueamento e ferrageamento objetivando o realinhamento da falange distal e a utilização das hastes rombas de ponta curva para tenotomia, isolando o tendão FDP. **B:** Corte transversal da região média de metacarpo, demostrando o posicionamento das hastes rombas de tenotomia e o isolamento do tendão FDP dos tecidos adjacentes. **C:** Vista lateral do momento posterior a tenotomia, demostrando o realinhamento da falange distal, o posicionamento do conjunto ferradura/ silicone e a separação dos cotos tendíneos.

Avaliação clínica e radiográfica

Dos animais incluídos neste estudo, foram avaliados no momento anterior a tenotomia, casqueamento e ferrageamento a raça de cada animal, o sexo, e o grau de claudicação segundo a escala de Obel (1 a 4) [16],

compreendendo o grau 1 os animais que não apresentam claudicação ao passo e apresentam alternância dos membros que suportam o peso; grau 2 os animais que apresentam dificuldade de locomoção, mas permitem que seu membro seja elevado sem relutância; grau 3 os animais que apresentam relutância ao caminhar e relutância ao tentar elevar um dos membros e grau 4 os animais que se recusam a caminhar e se recusam a elevar o membro[16].

No momento posterior a tenotomia, casqueamento e ferrageamento foram analisados as taxas de sobrevivência dos animais, assim como o tempo de evolução pós tenotomia, função atual, ambiente onde vive, utilização de ferraduras, presença ou ausência de escaras de decúbito e escore de condição corporal (1 a 9) [17,18], compreendendo o grau 1 o animal extremamente magro e o grau 9 o animal extremamente gordo[17]. Os parâmetros clínicos específicos do sistema locomotor, como grau de claudicação segundo a escala de Obel [16] e avaliação da sensibilidade de sola também foram avaliados.

Analisou-se também no momento posterior os parâmetros obtidos de imagens radiográficas latero-medial, dorso-palmar e dorso-palmar oblíqua à 45º do casco obtidas por meio do equipamento de raio x Vet 20 BT (Abla® Import), utilizando a técnica radiográfica de 70 kv e 1 mAs e posterior a obtenção das imagens as mesmas foram armazenadas e avaliadas utilizando o sistema DICOM. Destas imagens foram avaliadas as variáveis: Ângulo de casco; ângulo de rotação da FD determinado pela subtração do ângulo de casco do ângulo da FD (Ângulo de rotação da FD= Ângulo da FD- Ângulo de casco); espessura de sola (ES), distância entre o plano da banda coronária ao plano do processo extensor da falange distal (DBE); distância proximal (D1) e distal (D2) da face dorsal da FD à muralha dorsal do casco; comprimento FD; a proporção entre D1 e o comprimento da FD; ângulo palmar; espessura medial (ESM) e lateral (ESL) da sola; espessura medial (EPCM) e lateral (EPCL) da parede do casco (Figura 2) e a presença ou ausência do complexo osteíte podal.

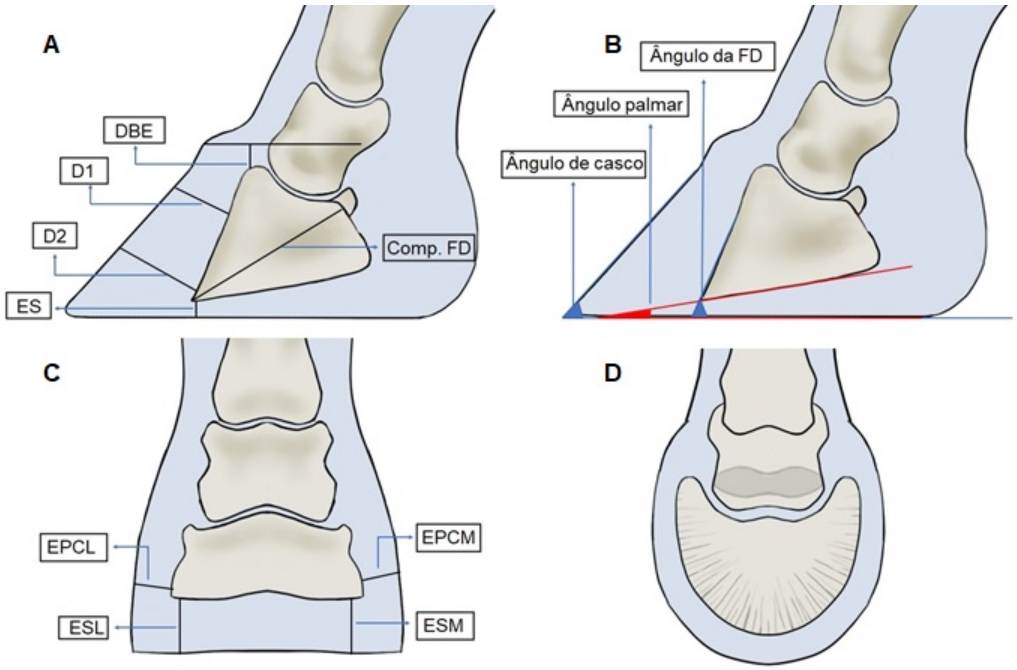

Figura 2: Representação esquemática da determinação das variáveis radiográficas do dígito equino. **A e B:** Avaliação das variáveis radiográficas da projeção latero-medial. **C:** Avaliação das variáveis radiográficas da projeção dorso palmar. **D:** Avaliação das variáveis radiográficas da projeção dorso palmar oblíqua à 45º. DBE= Distância da banda coronária ao processo extensor da falange distal, D1= Distância proximal da face dorsal da falange distal à muralha dorsal do casco, D2= Distância distal da face dorsal da falange distal à muralha dorsal do casco, ES= Espessura de sola, Comp. FD= Comprimento da falange distal, EPCM= Espessura da parede do casco medial, EPCL= Espessura da parede do casco lateral, ESM= Espessura de sola medial, ESL= Espessura de sola lateral.

Análise estatística

Os resultados estão expressos em média, valor mínimo e máximo.

As variáveis passaram pelo teste de Shapiro-Wilk para avaliar a sua distribuição normal ($p > 0,05$). E a homogeneidade dos dados foi checada pelo teste de Levene.

A comparação dos parâmetros avaliados antes e após a tenotomia procedeu-se com o teste T pareado para as variáveis com distribuição normal, e para as variáveis não paramétricas realizou-se o teste de Wilcoxon.

As variáveis radiográficas foram comparadas quanto ao membro direito e esquerdo por meio do teste T quando cumpriram o requisito de normalidade, e pelo teste de Mann-Whitney quando os dados não eram paramétricos.

As variáveis radiográficas que não apresentaram diferença estatística entre o membro anterior direito e o membro anterior esquerdo foram submetidos à média entre os pares e correlacionadas com o grau de

claudicação por meio da correlação de Spearman. Realizou-se também, por meio da correlação de Spearman, a correlação entre as variáveis clínicas.

A análise estatística foi conduzida no software Sigma Plot 12.0, e foi considerada diferença estatística quando $p<0,05$.

RESULTADOS

Estudo populacional

Observou-se na avaliação pregressa dos 21 animais submetidos a tenotomia do FDP, casqueamento e ferrageamento em ambos os membros torácicos: Laminite crônica, apresentando grau de rotação maior que 10 graus com risco de perfuração de sola e claudicação grau 4.

Dos 21 animais submetidos à tenotomia, 14,3% (3/21) foram a óbito em menos de seis meses por agravamento da enfermidade, 19% (4/21) foram a óbito por motivos não relacionados à laminite, como alterações neurológicas e distúrbios do trato gastrointestinal e 66,7% (14/21) encontravam-se vivos com uma média de 39,7 meses de evolução pós tenotomia.

Achados clínicos

Procedeu-se a avaliação clínica dos 14 animais que se encontram vivos, sendo observada uma média de 39,7 meses pós operatório, com tempo mínimo de 4 meses e tempo máximo de 120 meses de evolução pós tenotomia. Notou-se que nenhum dos animais retornou à atividade atlética, 92,8% (13/14) dos animais foram destinados a reprodução, um animal por ser macho castrado não desempenhava funções reprodutivas; todos os animais apresentavam-se em um intervalo de escore de condição corporal variando de 4 a 6; e nenhum dos animais apresentou escaras de decúbito.

Frente a avaliação específica do sistema locomotor observou-se que 35,7% (5/14) não apresentavam claudicação, 57,1% (8/14) apresentavam claudicação grau 2 e 7,1% (1/14) demonstraram claudicação grau 3, revelando média de claudicação grau 2. O grau de claudicação pós tenotomia (Grau 2) apresentou diferença estatística significativa ($p<0,001$), comparado à média do grau de claudicação pré tenotomia (Grau 4). Além disso, observou-se uma

correlação negativa entre o tempo de evolução e o grau de claudicação (p=0,024, R=-0,595).

Dentre os animais avaliados 92,8% (13/14) viviam à pasto e não utilizavam ferraduras e 78,6% (11/14) não apresentavam sensibilidade de sola ao pinçamento nos membros torácicos. O grau de claudicação não apresentou correlação com a sensibilidade de sola (p=0,0560, R=0,516), assim como o tempo de evolução pós tenotomia não apresentou correlação com a sensibilidade de sola (p=0,648, R=-0,130).

Os resultados descritivos das variáveis clínicas avaliadas no momento posterior a tenotomia do FDP, casqueamento e ferrageamento estão dispostos na tabela 1.

Tabela 1: Dados descritivos das variáveis clínicas do momento posterior a tenotomia do FDP, casqueamento e ferrageamento.

Animal	Tempo de evolução (Meses)	Grau de claudicação (Obel)	Sensibilidade de sola	Atividade em desenvolvimento	ECC	Escaras de decúbito	Ambiente	Ferraduras
1	36	2	Presente	Reprodução	5	Ausente	Pasto	Ausente
2	72	0	Ausente	Reprodução	5	Ausente	Pasto	Ausente
3	60	2	Presente	Reprodução	6	Ausente	Pasto	Ausente
4	24	2	Ausente	Reprodução	5	Ausente	Pasto	Ausente
5	36	2	Ausente	Reprodução	5	Ausente	Pasto	Ausente
6	12	2	Ausente	Reprodução	5	Ausente	Pasto	Ausente
7	48	2	Ausente	Não exerce	5	Ausente	Pasto	Ausente
8	9	2	Ausente	Reprodução	5	Ausente	Pasto	Ausente
9	8	2	Ausente	Reprodução	5	Ausente	Baia	Presente
10	4	3	Presente	Reprodução	5	Ausente	Pasto	Ausente
11	48	0	Ausente	Reprodução	4	Ausente	Pasto	Ausente
12	72	0	Ausente	Reprodução	5	Ausente	Pasto	Ausente
13	8	0	Ausente	Reprodução	5	Ausente	Pasto	Ausente
14	120	0	Ausente	Reprodução	6	Ausente	Pasto	Ausente

Achados radiográficos

Os resultados referentes à avaliação radiográfica dos membros torácicos dos 14 animais, na posição latero-medial estão contidos na tabela 2. Observou-se que as variáveis ângulo de casco, grau de rotação da FD, espessura de sola, distância da banda coronária ao processo extensor da FD, comprimento da FD, distância proximal e distância distal da face dorsal da FD à face dorsal da parede do casco, ângulo palmar e a proporção entre D1 e o comprimento da FD não apresentaram diferença estatística entre os membros torácicos direito e esquerdo (p>0,05) (Tabela 2). Observou-se também que não houve diferença estatística entre as médias da distância proximal comparado com a distância distal da face dorsal da FD à face dorsal da parede do casco do MAD (p=0,270) e da distância proximal comparado com a distância distal do MAE (p=0,448).

Tabela 2: Dados descritivos das variáveis radiográficas da projeção latero-medial.

Parâmetros	MAD Média (min.-máx)	MAE Média (min.-máx.)	P valor
Ângulo de casco (°)	42,3 (28-58)	42,8 (28-56)	0,858
Rotação FD (°)	6,6 (-6-35)	5,7 (-3-36)	0,678
Espessura de sola (mm)	13,4 (7,9-22,4)	15,3 (7,9-29,6)	0,327
DBE (mm)	15,2 (9,7-22,3)	12,8 (6,3-26,7)	0,219
Comp. FD (mm)	59,2 (46,6-71,9)	58,1 (49,6-69,4)	0,675
D1 (mm)	23,5 (18,0-35,0)	21,9 (17,4-32,5)	0,260
D2 (mm)	28,3 (15,2-61,8)	25,4 (17,7-52,9)	0,505
Ângulo palmar (°)	4,4 (-6,5-17,8)	2,6 (-6,0-16,3)	0,489
Proporção D1/Comp. FD (%)	40,6 (27,1-67,0)	38,5 (27,2-64,4)	0,765

FD= Falange distal, Rotação da falange distal= Ângulo da FD- Ângulo de casco, DBE= Distância da banda coronária ao processo extensor da falange distal, D1= Distância proximal da face dorsal da FD à muralha dorsal do casco, D2= Distância distal da face dorsal da FD à muralha dorsal do casco.

As variáveis ângulo de casco (p=0,832, R=-0,0589), grau de rotação (p=0,332, R=0,277), espessura de sola (p=0,492, R=-0,195), comprimento da falange distal (p=0,399, R=-0,238), distância distal da face dorsal da falange

distal à face dorsal da parede do casco (p=0,0977, R=0,455) e proporção entre D1 e o comprimento da falange distal (p=0,053, R=0,520) não apresentaram correlação com o grau de claudicação apresentado pelos equinos.

Enquanto que as variáveis distância da banda coronária ao processo extensor da falange distal (p=0,0262, R= 0,586), distância proximal da face dorsal da FD à face dorsal da parede do casco (p=0,0211, R=0,602) e ângulo palmar (p=0,0391, R=0,553) apresentaram correlação positiva com o grau de claudicação.

Os resultados referentes às avaliações radiográficas dos membros torácicos na projeção dorso-palmar dos 14 animais estão dispostos na tabela 3. Observou-se que as variáveis espessura de sola medial, espessura de sola lateral, espessura de parede de casco medial e espessura de parede de casco lateral não apresentaram diferença estatística entre os membros anteriores direito e esquerdo (p>0,05) (Tabela 3). Observou-se também que não houve diferença estatística entre a espessura de sola medial e a espessura de sola lateral do MAD (p=0,597) e do MAE (p=0,709), assim como não houve diferença estatística entre a espessura de parede de casco medial e a espessura de parede de casco lateral do MAD (p=0,927) e do MAE (p=1,0).

Tabela 3: Dados descritivos das variáveis radiográficas da projeção Dorso palmar.

Parâmetros	**MAD**	**MAE**	**P valor**
	Média (min.-máx.)	**Média (min.-máx.)**	
ESM (mm)	19,2 (11,7-32,3)	19,1 (11,9-27,7)	0,964
ESL (mm)	20,4 (12,5-32,6)	19,9 (11,4-31,8)	0,836
EPCM (mm)	17,4 (9,3-34,7)	16,9 (12,2-23,6)	0,662
EPCL (mm)	16,5 (10,7-22,9)	18,2 (12,2-39,8)	0,696

ESM= Espessura de sola medial, ESL= Espessura de sola lateral, EPCM= Espessura de parede de casco medial, EPCL= Espessura de parede de casco lateral.

As variáveis espessura de sola medial (p=0,308, R=-0,287), espessura de sola lateral (p=0,399, R=-0,238), espessura de parede de casco medial (p=0,88, R=0,04) e espessura de parede de casco lateral (p=0,453, R=0,215)

não apresentaram correlação com o grau de claudicação demonstrado pelos equinos pós tenotomia.

As imagens dorso-palmar oblíquas à 45º mostraram que 64,3% (9/14) apresentavam complexo osteíte podal e 35,7% (5/14) não apresentaram nenhum tipo de alteração óssea da FD. Observou-se correlação positiva entre a presença de lesão óssea da FD com o grau de claudicação (p=0,00755, R=0,674).

DISCUSSÃO

O estudo avaliou equinos com laminite crônica submetidos a tenotomia do FDP ao nível do metacarpo, casqueamento e ferrageamento. Os autores destacaram a facilidade e menores riscos de complicações durante a realização desta técnica cirúrgica na região metacarpiana, quando comparado à técnica realizada na região da quartela [7,9,19,20].

O realinhamento da FD foi obtido pela técnica de casqueamento e ferrageamento, objetivando o paralelismo da superfície solear da FD com a superfície da ferradura tornando o ângulo palmar próximo a zero grau [7]. Desta forma, levanta-se a hipótese de que o realinhamento da FD permitiu a melhora do fluxo sanguíneo regional, pela descompressão do córium solear e do córium coronário, que por sua vez diminuiu o grau de dor e possibilitou um crescimento adequado do casco, conforme relatado pela literatura [21,22].

A tenotomia do FDP foi realizada posterior ao ferrageamento para prevenir possíveis complicações pós-cirúrgicas, e teve o objetivo de reduzir a força de tração que o tendão FDP exerce sobre a FD. Com isso, permitiu o realinhamento da FD, diminuindo o grau de dor e prevenindo futuros deslocamentos da FD [8,10].

Neste trabalho a técnica empregada de tenotomia do FDP na região do metacarpo, casqueamento e ferrageamento apresenta taxas de 66,7% de animais vivos com uma média de tempo superior a três anos, após a cirurgia. O valor encontrado se mostra semelhante a outros resultados descrito, que apresentaram taxas próximo a 60%, confirmando a eficiência desta técnica terapêutica para o tratamento de laminite crônica [7,23].

Nenhum dos 14 animais avaliados retornaram a exercer atividade atlética, se assemelhando ao estudo feito por Hunt *et al*, 1991. Mas 92,8% (13/14) foram destinados à reprodução e somente um dos cavalos não apresentou função reprodutiva por ser macho castrado.

Dentre os animais avaliados, todos apresentavam escore de condição corporal entre 4 e 6 em uma escala de 1 a 9, corroborando com informações descritas que o escore de condição corporal em um intervalo de 4 a 6 é considerado um bom escore de condição corporal para os cavalos [17,18].

O grau de claudicação apresentado após o procedimento de tenotomia (Grau 2) dos animais incluídos neste estudo mostrou diferença estatística significativa quando comparado ao momento anterior à tenotomia (Grau 4). Este fato se opõe a outros trabalhos, onde pode-se observar grau de claudicação 3 e 4 no momento anterior a tenotomia que não diferiu do momento posterior a tenotomia [13]. Esta contradição entre estes estudos pode ser justificada pela diferença da técnica empregada em cada um deles, pois no experimento de Eastman et al., 1999a não houve o emprego da técnica de realinhamento da FD, e a avaliação dos animais foi feita dois anos pós cirurgia, apresentando intervalo de tempo inferior ao do presente estudo. Na presente análise foi constatada uma correlação negativa entre o passar do tempo e o grau de claudicação, o que explica uma das possíveis causas dos animais incluídos neste estudo apresentarem menor grau de claudicação.

O presente estudo corrobora com a informação de que os equinos submetidos à tenotomia do FDP para o tratamento de laminite crônica possam ter uma vida confortável soltos a pasto [24], pois 92,8% (13/14) dos animais viviam a pasto sem o uso de ferraduras ortopédicas, a maioria dos animais não apresentou sensibilidade dolorosa ao pinçamento da sola e nenhum dos animais apresentou escaras de decúbito.

Estudos apontam que uma das possibilidades da origem da dor em equinos com laminite crônica é a região solear do casco, por existir a compressão do córium solear pelo ápice da FD, presença de uma fina camada de tecido córneo na sola, chegando até mesmo a perfuração da mesma acarretando claudicação [25,26]. Neste trabalho não houve correlação entre o grau de claudicação com a sensibilidade de sola, levantando a hipótese de que a tenotomia e o realinhamento da FD permitem o crescimento do casco de

forma semelhante ao de animais saudáveis e a estrutura córnea proteja e dê sustentação às estruturas internas do dígito, além de corrigir a distribuição das forças sobre a FD. Encontramos também que o tempo não apresentou correlação com a sensibilidade de sola.

O ângulo de casco encontrado nos animais avaliados apresentou média inferior comparado ao ângulo de casco de animais saudáveis (50,5°) descritos em outros trabalhos [27]. Esta divergência levanta a hipótese de que os animais incluídos neste estudo foram submetidos a um manejo inadequado do casqueamento de manutenção pós tenotomia.

O grau de rotação da FD encontrado nos animais analisados apresentou-se superior à média de rotação descrito para animais saudáveis (-0,86°) [27,28]. Em contra partida, o grau de rotação da FD não apresentou correlação com o grau de claudicação.

O valor da espessura de sola observado encontra-se entre o intervalo descrito para animais saudáveis (11-15 mm) apresentado em outros trabalhos, mostrando que o crescimento da sola dos animais submetidos à tenotomia assemelha-se ao crescimento da sola de um animal que não foi acometido de laminite [28].

Alguns animais apresentaram valores da variável distância da banda coronária ao processo extensor da falange distal superior ao valor descrito para animais saudáveis (-2-15 mm) [28], mas em média os valores encontrados apresentam-se próximo ao limite superior descrito para animais saudáveis.

O comprimento da FD apresentou média de 59,2 mm para o membro anterior direito, e 58,1 mm para o membro anterior esquerdo, fornecendo embasamento para mostrar que a espessura proximal da parede dorsal da FD à parede dorsal da parede do casco encontra-se superior à 30%. Estes resultados indicam uma possível formação de um tecido cicatricial entre a parede do casco e a face dorsal da FD [28–30].

As distâncias proximais e distais entre a face dorsal da FD e a parede dorsal do casco apresentaram médias superiores às encontradas em outros trabalhos (D1=18,3 mm; D2= 17,9 mm), corroborando com a hipótese de que os animais avaliados apresentaram a formação de um tecido cicatricial nesta região, tornando as espessuras citadas superiores à de animais saudáveis. Em contrapartida, a distância proximal e a distância distal não apresentaram

diferença estatística significativa nos animais incluídos nesta análise, mostrando que há a manutenção do paralelismo da FD com a parede dorsal do casco para a maioria dos animais mesmo após um longo período de tempo pós tenotomia [29–32].

A média do ângulo palmar apresentado pelos animais se encontra próximo, mas com tendência a ser menor ao descrito em outros trabalhos (3-8°) [28,33]. Isto reforça a hipótese de que a não realização do casqueamento periódico após o procedimento de tenotomia pode induzir à apresentação de ângulo palmar negativo em alguns animais.

A ausência de correlação entre o ângulo de casco e o grau de claudicação, corrobora com informações presentes em outros trabalhos. Visto que um estudo prévio mostrou que o ângulo de casco não apresentou diferença estatística quando comparado entre cavalos saudáveis (52,2°) e cavalos que apresentavam claudicação (52,7°) [34].

A variável espessura de sola não apresentou correlação com o grau de claudicação, levantando a hipótese de que a tenotomia do FDP em conjunto ao casqueamento e ferrageamento foi capaz de ajustar a variável a valores semelhantes aos estipulados para animais saudáveis [27,28].

A proporção entre D1 e o comprimento da FD, apesar de apresentar-se superior aos valores estipulados para animais saudáveis (30%) [28–30], não apresentou correlação com o grau de claudicação.

A distância da banda coronária ao processo extensor da FD e a distância proximal da face dorsal da FD à face dorsal da parede do casco apresentaram correlação positiva com o grau de claudicação. Estas variáveis representam o deslocamento da FD no sentido distal/ “afundamento” da FD que a tenotomia associada ao realinhamento da FD não restabeleceu, levando a dor e a um pior prognóstico [35].

Já ângulo palmar também apresentou correlação positiva com o grau de claudicação. Esta informação corrobora com outros estudos que apontam que a pressão que o ápice da FD exerce sobre o córium solear, é uma das fontes de dor do equino com laminite [25,36].

A espessura de sola medial e lateral e a espessura de parede de casco medial e lateral, observadas nas imagens radiográficas de projeção dorso palmar, evidenciou que os animais incluídos nesta avaliação se apresentaram

em média de cada variável semelhante à descrita em outro estudo que analisou animais saudáveis (ESM= 18,9 mm; ESL= 20,7 mm; EPCM= 19,3 mm; EPCL= 19,3 mm) [31]. Estes resultados corroboram com a hipótese de que o crescimento de casco de animais que foram submetidos a tenotomia para o tratamento de laminite crônica seja semelhante ao crescimento de casco de animais saudáveis, e que em média estes animais não apresentam desvios médios laterais da FD, e por isso não foram encontradas as correlações das variáveis obtidas das imagens radiográficas dorso-palmar com o grau de claudicação [31].

Já as imagens dorso palmar oblíquas à 45° demostraram que a presença do complexo osteíte podal estavam presentes na maioria dos animais analisados (64,3% (9/14)). Isto nos sugere que essas lesões ósseas são consequências dos eventos circulatórios e inflamatórios que ocorreram em um momento anterior a tenotomia, visto que estes animais não apresentaram nenhuma enfermidade após o procedimento, que corrobora com informações de outros trabalhos [4,29].

A presença do complexo osteíte podal apresentou correlação positiva com o grau de claudicação avaliado. Esta correlação se deve ao fato de que uma das origens da dor em equinos com laminite crônica são as alterações ósseas que ocorrem na FD [25,36].

CONCLUSÃO

A avaliação da tenotomia do FDP, casqueamento e ferrageamento demostrou que esta técnica é uma opção terapêutica viável para o tratamento de equinos com laminite crônica, proporcionando redução do grau de claudicação, o retorno a atividades relacionadas a reprodução, o ajuste das variáveis radiográficas próximo aos valores esperados para animais saudáveis, além de permitir que estes animais apresentem uma vida confortável soltos a pasto.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo- FAPESP pelo suporte financeiro concedido ao projeto regular 2017/12815-0 e ao projeto 2018/09446-5.

CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram que não há conflito de interesse que possa interferir na imparcialidade da pesquisa.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Conceitualização e metodologia: Heitor Cestari, Celso Antonio Rodrigues, Marcelo Damas Pyles. Investigação: Heitor Cestari, Marcelo Damas Pyles. Escrita: Heitor Cestari. Supervisão, administração do projeto e responsabilidade pelo conteúdo: Celso Antonio Rodrigues.

ORCID

Heitor Cestari https://orcid.org/0000-0002-2508-1906

Celso Antônio Rodrigues https://orcid.org/0000-0002-4837-463X

REFERÊNCIAS

1. Rendle D. Equine laminitis 1. Management in the acute stage. In Pract. 2006;28(8):434–43.
2. Rendle D. Equine laminitis 2. Management and prognosis in the chronic stage. In Pract. 2006;28(9):526–36.
3. Hood DM. Laminitis in the horse. Vet Clin North Am Equine Pract [Internet]. 1999;15(2):287–94. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/S0749-0739(17)30145-1

4. Engiles JB, Galantino-Homer HL, Boston R, McDonald D, Dishowitz M, Hankenson KD. Osteopathology in the Equine Distal Phalanx Associated With the Development and Progression of Laminitis. Vet Pathol. 2015;52(5):928–44.
5. Pollitt CC. Equine laminitis. Clin Tech Equine Pract. 2004;3(1):34–44.
6. Moyer W, Schumacher J, Schumacher J. Chronic Laminitis : Considerations for the Owner and Prevention of Misunderstandings. J Am Vet Med Assoc. 2000;46(May):59–61.
7. Morrison S. Long-term Prognosis Using Deep Digital Flexor Tenotomy and Realignment Shoeing for Treatment of Chronic Laminitis. J Equine Vet Sci [Internet]. 2011;31(2):89–96. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.jevs.2010.12.008
8. Burba DJ, Hubert JD, Beadle R. How to Perform a Mid-Metacarpal Deep Digital Flexor Tenotomy on a Standing Horse. AAEP Proc. 2006;52:547–50.
9. Hunt RJ, Allen D, Baxter GM, Jackman BR, Parks AH. Mid-metacarpal Deep Digital Flexor Tenotomy in the Management of Refractory Laminitis in Horses. Vet Surg. 1991;20(1):15–20.
10. Waguespack RW, Caldwell F. How to perform a modified standing deep digital flexor tenotomy at the level of the proximal interphalangeal joint. Proc 55th Annu Conv Am Assoc Equine Pract Las Vegas, Nevada, USA, 5-9 December 2009 [Internet]. 2009;55:230–7. Available from: https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20103149564
11. Sikkel R. La Fourbure Comprendre, guérir, prévenir. 2020. 260 p.
12. Waguespack RW. Deep Digital Flexor Tenotomy. In: Blackwell W, editor. Equine Laminitis. 2017. p. 382–90.
13. Eastman TG, Honnas CM, Hague BA, Moyer W, Von Der Rosen HD. Deep digital flexor tenotomy as a treatment for chronic laminitis in horses: 35 cases (1988-1997). J Am Vet Med Assoc. 1999;214(4):517–9.
14. Menzies-Gow NJ. Laminitis epidemiology data: Still severely lacking... Vet J [Internet]. 2011;189(3):242. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2011.05.002
15. Cripps PJ, Eustace RA. Factors involved in the prognosis of equine laminitis in the UK. Equine Vet J. 1999;31(5):433–42.

16. Obel N. Studies on the histopathology of acute laminitis. 1948;
17. HENNEKE DR, POlTER GD, KREIDER JL, YEATES BF. Relationship between condition score, physical measurements and body fat percentage in mares. Equine Vet J [Internet]. 1983;15(4):371–2. Available from: http://www.worldhorsewelfare.org/survey-equine-welfare-england-and-wales
18. Thatcher CD, Pleasant RS, Geor RJ, Elvinger F. Prevalence of Overconditioning in Mature Horses in Southwest Virginia during the Summer. J Vet Intern Med. 2012;26(6):1413–8.
19. Parks A, O'Grady SE. Chronic laminitis: Current treatment strategies. Vet Clin North Am - Equine Pract. 2003;19(2):393–416.
20. Eastman T. Some thoughts on deep digital flexor tenotomy. J Equine Vet Sci [Internet]. 2010;30(9):525–6. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.jevs.2010.07.022
21. O'Grady SE. Realignment of P3 - the basis for treating chronic laminitis. Equine Vet Educ [Internet]. 2006;23(2):88–100. Available from: http://doi.wiley.com/10.1111/j.2042-3292.2010.00173.x
22. Morrison S. Chronic laminitis: Foot management. Vet Clin North Am - Equine Pract [Internet]. 2010;26(2):425–46. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.cveq.2010.06.003
23. Eastman TG, Honnas CM, Hague BA, Moyer W, Von Der Rosen HD. Deep digital flexor tenotomy as a treatment for chronic laminitis in horses: 35 cases (1988-1997). J Am Vet Med Assoc. 1999;214:517–9.
24. Allen D, White NA, Foerner JF, Gordon BJ. Surgical management of chronic laminitis in horses: 13 cases (1983-1985). J Am Vet Med Assoc. 1986;189:1604–6.
25. Collins SN, Pollitt C, Wylie CE, Matiasek K. Laminitic Pain: Parallels with Pain States in Humans and Other Species. Vet Clin North Am - Equine Pract. 2010;26(3):643–71.
26. Morgan SJ, Grosenbaugh DA, Hood DM. The pathophysiology of chronic laminitis. Pain and anatomic pathology. Vet Clin North Am Equine Pract [Internet]. 1999;15(2):395–417. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/S0749-0739(17)30152-9
27. Cripps PJ, Eustace RA. Radiological measurements from the feet of

normal horses with relevance to laminitis. Equine Vet J. 1999;31(5):427–32.

28. Sherlock C, Parks A. Radiographic and radiological assessment of laminitis. Equine Vet Educ. 2013;25(10):524–35.
29. Parks AH, Belknap JK. Diagnostic imaging. In: Equine Laminitis. Wiley-Blackwell; 2017. p. 226–39.
30. Collins SN, van Eps AW, Pollitt CC, Kuwano A. The Lamellar Wedge. Vet Clin North Am - Equine Pract. 2010;26(1):179–95.
31. Grundmann INM, Drost WT, Zekas LJ, Belknap JK, Garabed RB, Weisbrode SE, et al. Quantitative assessment of the equine hoof using digital radiography and magnetic resonance imaging. Equine Vet J. 2015;47(5):542–7.
32. Mullard J, Ireland J, Dyson S. Radiographic assessment of the ratio of the hoof wall distal phalanx distance to palmar length of the distal phalanx in 415 front feet of 279 horses. Equine Vet Educ. 2018;32(S10):2–10.
33. Dyson SJ, Tranquille CA, Collins SN, Parkin TDH, Murray RC. An investigation of the relationships between angles and shapes of the hoof capsule and the distal phalanx. Equine Vet J. 2011;43(3):295–301.
34. Dyson SJ, Tranquille CA, Collins SN, Parkin TDH, Murray RC. External characteristics of the lateral aspect of the hoof differ between non-lame and lame horses. Vet J [Internet]. 2011;190(3):364–71. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2010.11.015
35. Hunt RJ, Wharton RE. Clinical Presentation, Diagnosis, and Prognosis of Chronic Laminitis in North America. Vet Clin North Am - Equine Pract [Internet]. 2010;26(1):141–53. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.cveq.2009.12.006
36. Hopster K, van Eps AW. Pain management for laminitis in the horse. Equine Vet Educ. 2019;31(7):384–92.