

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

DEFORMIDADES ANGULARES EM MUARES:
DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO

BRUNO ZAMBELLI LOIACONO

Belo Horizonte
Escola de Veterinária da UFMG
2010

Bruno Zambelli Loiacono

**DEFORMIDADES ANGULARES EM MUARES:
DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Escola de Veterinária da UFMG como requisito parcial para obtenção do título de Mestre na área de concentração Medicina e Cirurgia Veterinárias.
Orientador: Prof. Geraldo Eleno Silveira Alves

Belo Horizonte
Escola de Veterinária da UFMG
2010

Ficha catalografica

Banca assinaturas

Aos amigos que me fizeram enxergar nos momentos de decepção o ganho futuro, dedico.

"The slave becomes the master."

J. Hetfield, L. Ulrich, K. Hammett e R. Trujillo

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e irmão pelo respeito às minhas convicções e financiamento parcial dos meus estudos.

Ao Cyril Alexandre de Marval pela convivência e transferência de conhecimentos aplicados de clínica e cirurgia.

Ao José Ramón Martínez Aranzales pela convivência, auxílio na execução do projeto e sugestões durante a interpretação dos resultados.

À Alessandra Silva Dias pela amizade e apoio.

À Jaqueline Rodrigues Bahia pelo apoio e conselhos durante a pós-graduação.

Ao Prof. Geraldo Eleno Silveira Alves pela orientação e transferência de conhecimentos que foram além dos acadêmicos.

Ao Prof. Rafael Resende Faleiros pela disponibilidade e sugestões fundamentais para o desenvolvimento do trabalho.

À Heloísa Maria Falcão Mendes pela amizade, auxílio nas análises laboratoriais, colheitas à campo e correção da dissertação.

Aos colegas de pós-graduação Bruno Santos Cândido de Andrade e Fabiane Cassou pela ajuda nas cirurgias.

Aos colegas de pós-graduação Ingrid Rios Lima Machado e Raquel Silva de Moura, aos estagiários Cairo Henrique Sousa de Oliveira e Thiago Silva Maia e ao tratador dos animais Ailton pela ajuda indispensável durante as colheitas à campo.

Ao Leonardo Rodrigues de Lima pela amizade e confiança.

À Luísa Alvim pelo auxílio na confecção da versão final deste trabalho.

Ao Prof. Sérgio Rates Reis por disponibilizar os seus mares e nos receber nas suas propriedades.

Aos Médicos Veterinários Frederico Augusto Mesquita e Maria Eliza Hass pela gentileza de realizar o exame radiológico e auxiliar na sua interpretação.

À Profa. Gilcinéia de Cássia Santana pela realização da análise de nitrito e confiança.

À Profa. Fabíola de Oliveira Paes Leme, às residentes em Patologia Clínica Ana Carolina Junqueira Moura e Lucina Carvalho Lacerda, às funcionárias do Laboratório de Patologia Clínica Joelma Lúcia Júnia do Nascimento e Renata Barbosa Peixoto e à estagiária Deliene de Oliveira Moreira pelo auxílio na realização dos exames pré-operatórios e nas análises do líquido sinovial.

À Profa. Rogéria Serakides, aos alunos de pós-graduação Jankerle Neves Boeloni e Juneo Freitas Silva e às funcionárias do Laboratório de Patologia Rosilene Santos Silva e Eliane Beatriz Magalhães Silva pela ajuda no processamento das biópsias e auxílio na interpretação das lâminas.

Ao Prof. Marcos Bryan Heinemann por disponibilizar o Laboratório de Gastroenterites Transmissíveis dos Animais para a execução das análises de nitrito.

Aos funcionários do DCCV pela ajuda durante o período em que os animais estavam alojados na Escola de Veterinária da UFMG.

Ao CNPq pela concessão de bolsa.

SUMÁRIO

RESUMO	16
ABSTRACT.....	17
1. INTRODUÇÃO	18
2. OBJETIVOS	18
3. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	18
3.1 Doenças ortopédicas do desenvolvimento	19
3.2 Deformidades angulares.....	21
3.2.1 Conceito.....	21
3.2.2 Incidência.....	22
3.2.3 Diagnóstico das deformidades angulares.....	22
3.2.4 Tratamento das deformidades angulares.....	24
3.2.4.1 Importância da ossificação endocondral na deformidade angular.....	24
3.2.4.2 Restrição de movimento e casqueamento corretivo	26
3.2.4.3 Técnica de estimulação do crescimento ósseo.....	27
3.2.4.4 Técnicas de inibição do crescimento ósseo	28
3.2.4.5 Osteotomia/Ostectomia	31
3.3 Líquido sinovial e óxido nítrico	31
4. MATERIAL E MÉTODOS	33
4.1 Delineamento experimental.....	33
4.2 Casqueamento Corretivo	33
4.3 Período pré-operatório.....	33
4.4 Protocolo Anestésico.....	35
4.5 Técnicas cirúrgicas.....	35
4.5.1 Transecção e elevação de perióstio do rádio	35
4.5.2 Colocação de grampos de aço inox trans-epifisários	35
4.6 Pós-operatório imediato	36
4.7 Biópsia.....	36
4.8 Resposta ao tratamento.....	36

4.8.1 Exame radiológico	37
4.8.2 Exame do líquido sinovial	37
4.9 Dados zootécnicos e nutrição	39
4.10 Análise estatística.....	39
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
5.1 Histórico obtido através do levantamento realizado no criatório.....	39
5.2 Incidência das deformidades angulares.....	41
5.3 Anestesia	44
5.4 Resposta aos protocolos de tratamento	44
5.5 Achados radiológicos	49
5.5.1 Fisite.....	49
5.5.2 Epífise, articulação e fechamento de placas de crescimento.....	58
5.6 Complicações decorrentes das intervenções cirúrgicas.....	61
5.6.1 Feridas cirúrgicas	61
5.6.2 Retirada dos grampos trans-fisários.....	63
5.7 Achados histopatológicos das placas epifisárias do rádio.....	64
5.8 Líquido sinovial e dosagem de nitrito	67
6. CONCLUSÕES.....	69
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
ANEXO 1.....	74
ANEXO 2.....	75

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Valores em graus do desvio angular da região do carpo adotados para a instituição de cada tipo de tratamento de deformidades angulares do carpo de muare. 34

TABELA 2 – Número absoluto de muare e de membros acometidos por DA no carpo em cada grupo de tratamento distribuídos em cada geração de nascimento. Os valores percentuais do tipo de DA são referentes ao número total de membros acometidos em cada grupo. 42

TABELA 3 – Incidência, em porcentagem (%), de deformidades angulares (DA) no bolete de muares distribuídas em grupos de acordo com a angulação da DA do carpo do membro correspondente.....	44
TABELA 4 – Incidência total (n) e relativa (%) de alterações radiológicas observadas na placa epifisária distal do rádio dos muares acometidos por DA do grupo TC aos 45 dias antes do início do tratamento (T0), no dia do tratamento (T1) e após 30 (T2) e 60 dias da sua instituição (T3).	50
TABELA 5 – Incidência total (n) e relativa (%) de alterações radiológicas observadas na placa epifisária distal do metacarpiano III dos muares acometidos por DA do grupo TC aos 45 dias antes do início do tratamento (T0), no dia do tratamento (T1) e após 30 (T2) e 60 dias da sua instituição (T3).....	51
TABELA 6 – Incidência total (n) e relativa (%) de alterações radiológicas observadas na placa epifisária distal do rádio dos muares acometidos por DA do grupo TEP aos 45 dias antes do início do tratamento (T0), no dia do tratamento (T1) e após 30 (T2) e 60 dias da sua instituição (T3).	52
TABELA 7 – Incidência total (n) e relativa (%) de alterações radiológicas observadas na placa de crescimento distal do metacarpiano III dos muares acometidos por DA do grupo TEP aos 45 dias antes do início do tratamento (T0), no dia do tratamento (T1) e após 30 (T2) e 60 dias da sua instituição (T3).	53
TABELA 8 – Incidência total (n) e relativa (%) de alterações radiológicas observadas na placa de crescimento distal do rádio dos muares acometidos por DA do grupo GTF aos 45 dias antes do início do tratamento (T0), no dia do tratamento (T1) e após 30 (T2) e 60 dias da sua instituição (T3).	54
TABELA 9 – Incidência em números absolutos (n) e relativos (%) de alterações radiológicas observadas na articulação do carpo dos muares acometidos por DA dos grupos TEP e GTF aos 45 dias antes do início do tratamento (T0), no dia do tratamento (T1) e após 30 (T2) e 60 dias da sua instituição (T3).	60
TABELA 10 – Incidência absoluta (n) e relativa (%) de alterações radiológicas observadas nas articulações metacarpofalangeanas de muares acometidos por DA dos grupos TEP e GTF aos 45 dias antes do início do tratamento (T0), no dia do tratamento (T1) e após 30 (T2) e 60 dias da sua instituição (T3)..	61

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Esquema ilustrativo da placa epifisária do metacarpiano III de equino. Em detalhe, observam-se as zonas de diferenciação dos condrócitos (Bramlage e Auer, 2006).	25
--	----

- FIGURA 2 – A radiografia digital dorsopalmar do carpo esquerdo de muar ilustra o método utilizado para mensurar o desvio angular. Dois segmentos de reta amarelos foram traçados no sentido transversal de cada osso para determinar os seus pontos médios (círculos azuis). Estes pontos serviram como referência para que fosse traçado um segmento de reta ao longo do eixo axial de cada osso (linhas vermelhas). O ângulo agudo formado entre os segmentos de reta vermelhos foi o ângulo mensurado para determinar o desvio angular, sendo o seu vértice o ponto circulado em verde. Todas as retas e a mensuração do ângulo foi realizada com ferramentas do *software* TigerView CD Viewer[®]. (MTE: membro torácico esquerdo; LAT: lateral)..... 34
- FIGURA 3 – Radiografias digitais dorsopalmares do carpo esquerdo de muar portador de *DA valgus*. A) O ângulo de referência 1 (AR1) é formado entre a superfície articular do rádio (segmento de reta vermelho) e a extremidade da metáfise localizada na face convexa do membro (segmento de reta verde), enquanto o ângulo de referência 2 (AR2) é formado entre a superfície articular do rádio (segmento de reta vermelho) e a extremidade da metáfise localizada na face côncava do membro (segmento de reta amarelo). B) O ângulo de referência 3 (AR3) é formado entre a superfície articular do rádio (segmento de reta vermelho) e a placa epifisária (segmento de reta azul). As mensurações foram feitas com auxílio de ferramentas do *software* Tiger View CD[®]. (MTE: membro torácico esquerdo; LAT: lateral)..... 38
- FIGURA 4 – Vista parcial do redondel existente na Fazenda de Várzea da Palma- MG onde os muares eram exercitados. 41
- FIGURA 5 - Média (\pm DPM) do desvio angular da articulação do carpo, em graus, de muares portadores de DA (TC: Tratamento conservativo; TEP: Transecção e elevação de perióstio, GTF: Grampo trans-fisário) aos 45 dias antes do início do tratamento (T0), no dia do tratamento (T1) e após 30 (T2) e 60 dias da sua instituição (T3) e em função dos diferentes tratamentos. (*) – Diferença significativa em um mesmo grupo ao longo do tempo. (**) – Diferença significativa entre grupos dentro de um mesmo período de tempo. 45
- FIGURA 6 – Vista frontal dos membros torácicos de muares antes da instituição dos tratamentos (T1) e a após 60 dias da sua realização (T3). A) Animal pertencente à G2, acometido por *Carpus valgus* em ambos os membros. O membro direito foi alocado no grupo TEP e o esquerdo no grupo TC. B) Animal pertencente a G1, portador de *Carpus varus* nos dois membros, sendo ambos alocados no grupo GTF. 48
- FIGURA 7 - Média (\pm DPM) do desvio angular da articulação metacarpofalangeana em graus, de muares portadores de DA aos 45 dias antes do início do tratamento (T0), no dia do tratamento (T1) e após 30 (T2) e 60 dias da sua instituição (T3) e em função dos diferentes tratamentos. Nesta situação, a articulação metacarpofalangeana foi agrupada no mesmo grupo onde a articulação do carpo do membro correspondente estava alocada. (*) – Diferença significativa ao longo do tempo..... 49
- FIGURA 8 – Radiografia digital em projeção craniocaudal da porção distal do rádio do membro torácico direito (MTD) de muar do grupo GTF portador de fisite. No lado lateral da radiografia (LAT) as duas setas amarelas indicam o local onde está presente o alargamento da placa de crescimento. A seta azul aponta para uma proeminência proliferativa. Dentro do perímetro formado pelo círculo vermelho existe uma ponte de exostose. A seta verde indica o alargamento do lado medial da metáfise distal do

rádio. Ainda é possível observar a presença de linhas de calcificação na placa epifisária e a formação de osteófito na extremidade lateral da superfície articular proximal do osso radial. 56

FIGURA 9 - Média (\pm DPM) do ângulo de referência 1 (AR1) da articulação do carpo, em graus, de mueres portadores de DA (TC: Tratamento conservativo; TEP: Transecção e elevação de periósteo, GTF: Grampo trans-fisário) aos 45 dias antes do início do tratamento (T0), no dia do tratamento (T1) e após 30 (T2) e 60 dias da sua instituição (T3) e em função dos diferentes tratamentos. (*) – Diferença significativa em um mesmo grupo ao longo do tempo. (**) – Diferença significativa entre grupos dentro de um mesmo período de tempo..... 57

FIGURA 10 - Média (\pm DPM) do ângulo de referência 2 (AR2) da articulação do carpo, em graus, de mueres portadores de DA (TC: Tratamento conservativo; TEP: Transecção e elevação de periósteo, GTF: Grampo trans-fisário) aos 45 dias antes do início do tratamento (T0), no dia do tratamento (T1) e após 30 (T2) e 60 dias da sua instituição (T3) e em função dos diferentes tratamentos. (**) – Diferença significativa entre grupos dentro de um mesmo período de tempo..... 57

FIGURA 11 - Média (\pm DPM) do ângulo de referência 3 (AR3) da articulação do carpo, em graus, de mueres portadores de DA aos 45 dias antes do início do tratamento (T0), no dia do tratamento (T1) e após 30 (T2) e 60 dias da sua instituição (T3) e em função dos diferentes tratamentos. (*) – Diferença significativa ao logo do tempo. 58

FIGURA 12 – Evolução da ferida cirúrgica presente na face lateral da porção distal do antebraço esquerdo de muar submetido à transecção e elevação de periósteo. Após a retirada do curativo (RC) no oitavo dia de pós-operatório, observou-se eczema distalmente à ferida cirúrgica. No trigésimo dia de pós operatório (T2), houve redução do tamanho da ferida, mas a ferida permanecia aberta e com área de alopecia ao seu redor. Passados sessenta dias da cirurgia (T3), a área estava cicatrizada. Porém, foi observada área de alopecia e leucotriquia. 63

FIGURA 13 – Corte histológico de placa epifisária distal do rádio. A seta preta indica um agrupamento de condrócitos (*clusters*). As amarelas apontam para condrócitos com núcleo picnóticos, enquanto as vermelhas para lacunas vazias de condrócitos, devido ao provável processo de apoptose. As setas verdes indicam colunas de condrócitos em processo de diferenciação com morfologia levemente alterada em relação à de uma placa epifisária sadia. Observar que os condrócitos presentes na biópsia dois apontados pelas setas amarelas apresentam tamanho menor do que os condrócitos presentes na biópsia três. Coloração de hematoxilina e eosina. Aumento de 400X..... 65

FIGURA 14 – Esquema ilustrativo da falha da biópsia da placa de crescimento distal do rádio (Diáfise (D); Metáfise (M); Epífise (E)). A placa epifisária é representada pela cor vermelha e a agulha *Jamshidi* pelas duas retas.A) Ilustração da posição da agulha após a sua inserção através da metáfise, placa epifisária e epífise do rádio. B) Presença de fragmento ósseo proveniente da metáfise dentro da agulha, enquanto a porção da placa de crescimento permanece unida à epífise. 66

FIGURA 15 - Média (\pm DPM) da concentração de proteína total no líquido sinovial (LS) da articulação do carpo, em mg/dL, de muare portadores de DA aos 45 dias antes do início do tratamento (T0), no dia do tratamento (T1) e após 30 (T2) e 60 dias da sua instituição (T3) e em função dos diferentes tratamentos. (*) – Diferença significativa ao logo do tempo. 67

FIGURA 16 - Média (\pm DPM) da concentração de nitrito no líquido sinovial (LS) da articulação do carpo, em μ mol/mL, de muare portadores de DA aos 45 dias antes do início do tratamento (T0), no dia do tratamento (T1) e após 30 (T2) e 60 dias da sua instituição (T3) e em função dos diferentes tratamentos. (*) – Diferença significativa ao logo do tempo. 68

RESUMO

Foi objetivo diagnosticar, tratar e monitorar um surto de deformidade angular (DA) em um plantel de muares. Os membros foram tratados de acordo com o desvio. Membros com desvio $\leq 3^\circ$ foram casqueados (TC); desvios $>3^\circ$ e $\leq 7^\circ$ foram tratados com transecção e elevação de perióstio e casqueados (TEP); desvio $>7^\circ$ foram submetidos às mesmas medidas adotadas no grupo TEP associadas ao grampo trans-fisário (GTF). A variação da DA avaliada em radiografias obtidas 45 dias antes (T0), no início do tratamento (T1) e com 30 (T2) e 60 (T3) após a sua instituição. Em T1, T2 e T3 realizou-se exame de rotina do líquido sinovial e determinação da sua concentração de nitrito (Ni). A incidência de DA (37,1%) foi atribuída ao protocolo de treinamento instituído e foi menor do que a relatada em equinos. Entre T0 e T1 não houve variação da DA. No grupo TEP a redução a partir de T2 foi semelhante à relatada nos equinos, porém esta ocorreu em menos tempo e em muares mais velhos. No grupo GTF a DA reduziu apenas em T3, provavelmente devido à idade elevada do grupo. No LS foi detectada redução da concentração de Ni, porém dentro dos valores de referência. Conclui-se que o protocolo de exercícios acarretou na ocorrência de DA nos muares. O tratamento instituído no grupo TEP foi capaz de reduzir a DA, apesar da idade dos muares. A intensidade da DA não foi capaz de provocar alterações no LS.

Palavras-chave: Deformidade angular, elevação e transecção de perióstio, líquido sinovial, nitrito, muar.

ABSTRACT

The objective was to diagnose, treat and monitor an outbreak of angular limb deformity (ALD) in a herd of mules. Members were treated according to the deviation. Members with deviation $\leq 3^\circ$ were subjected to trimming correction (TC); deviations $> 3^\circ$ and $\leq 7^\circ$ were treated with transection and elevation of the periosteum and trimmed (TEP), deviations $> 7^\circ$ were subjected to the same measures adopted in the group TEP associated with the trans-physeal staple (GTF). The variations of ALD were evaluated on radiographs obtained 45 days before (T0), at baseline (T1) and 30 (T2) and 60 (T3) after establishment of the treatment. In T1, T2 and T3, were performed routine examination of synovial fluid (SF) and determination of nitrite concentration (Ni). The incidence of ALD (37.1%) was attributed to the training protocol established and was less significant than those described in horses. Between T0 and T1 there was no variation of the ALD. In the TEP group, the reduction starting from T2 was similar to those reported in horses, but it occurred in less time and in elder mules. In the GTF group, the ALD reduced only in T3, probably due to the advanced age of the group. In SF was detected a reduced concentration of Ni, although it was within the reference patterns. It is concluded that the exercise protocol resulted in the occurrence of ALD in mules. The treatment in the TEP group, was able to reduce the ALD, despite the age of the mules. The intensity of the ALD was not able to result in changes in SF.

Keywords: Angular limb deformities, elevation and elevation of the periosteum, synovial fluid, nitrite, mule.

1. INTRODUÇÃO

As doenças ortopédicas do desenvolvimento (DOD) são afecções caracterizadas por distúrbios musculoesqueléticos associados ao crescimento e desenvolvimento dos potros (Aldred, 1998), podendo acometer até 67,7% dos equinos durante a fase de crescimento (O'Donohue et al., 1992). As principais anormalidades observadas em animais portadores de DOD são: displasia fisária, osteocondrose, osteocondrite dissecante, deformidades flexurais e/ou angulares (Aldred, 1998).

A deformidade angular (DA) pode ser diagnosticada em até 80% dos potros, podendo demandar tratamento cirúrgico em até 8% dos casos (Aldred, 1998). O insucesso e complicações durante o seu tratamento acarretam em sequelas que depreciam o animal (O'Donohue et al., 1992). A incidência elevada e os prejuízos decorrentes da deformidade angular fizeram com que a afecção se tornasse objeto de estudo e pesquisa nos equinos, onde as técnicas de diagnóstico e de tratamento são o foco dos estudos.

O diagnóstico da DA tem sido baseado no exame clínico associado ao exame radiológico. O tratamento da afecção é realizado através de técnicas conservativas, como o casqueamento corretivo e a restrição de movimento, e de técnicas cirúrgicas, sendo as técnicas de estimulação e inibição do crescimento ósseo as mais consagradas. Apesar de vastas, as informações referentes ao assunto são descritas em sua maioria em equinos, o que resulta em déficit de dados científicos referentes à DA em muare. Uma vez que a demanda do mercado por esses animais e o seu valor agregado tem crescido nos últimos anos, estudos sobre a DA em muare são necessários.

2. OBJETIVOS

O intuito desse trabalho foi estudar um grupo de muare naturalmente acometidos por DA no carpo, considerando-se os seguintes objetivos:

- avaliar as possíveis causas para a ocorrência da afecção;
- realizar biópsias da placa epifisária a fim de caracterizar histologicamente o processo patológico;
- implementar tratamentos clínico e cirúrgico, de acordo com o grau de desvio angular;
- avaliar a resposta aos tratamentos por meio de exames clínico, radiológico e pela avaliação do líquido sinovial da articulação carpometacárpica.

3. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

As DOD possuem etiologia multifatorial e estão presentes em porcentagem significativa dos potros durante o seu crescimento. Dentre elas, a deformidade angular situa-se entre as mais comuns (Aldred, 1998). A sua ocorrência nos equinos acarreta em gastos com diagnóstico e tratamento, além da depreciação de animais em decorrência de complicações ou da ineficácia do tratamento (O'Donohue et al., 1992).

Para o sucesso na resolução das deformidades angulares, deve-se conhecer particularidades do processo de ossificação das placas de crescimento, do diagnóstico e das principais opções de tratamento conservativo e cirúrgico (Auer e von Rechenberg, 2006). Além disso, a ocorrência de outras patologias como a fisite e a osteoartrite, associadas à deformidade angular podem comprometer o sucesso do tratamento. Portanto, é necessário determinar a presença dessas afecções através de exame radiológico (Bertone et al., 1985). A osteoartrite

também pode ser diagnosticada pela avaliação do líquido sinovial (Carmona e Prades, 2009).

3.1 Doenças ortopédicas do desenvolvimento

Doenças ortopédicas do desenvolvimento é o termo que engloba varias afecções que ocorrem em potros durante o crescimento, sendo estas: deformidades angulares, fisite, deformidades flexurais, cistos subcondrais, osteoartrite juvenil, osteocondrose, osteocondrite dissecante e deformidade dos ossos do carpo e tarso (McIlwraith, 2004).

Lepeule et al. (2009) mostraram que 47% de 378 potros avaliados apresentaram algum achado radiológico característico das DOD. Entretanto, a incidência pode chegar a 67,7% em potros, sendo constatado que 11,3% dos animais portadores de DOD necessitaram de algum tipo de tratamento. Porém, 27,5% dos potros tratados foram comercializados abaixo dos seus valores de venda, enquanto 18,7% foram vendidos por valor simbólico, considerados inadequados para a comercialização ou sacrificados (O'Donohue et al., 1992). Em outra população de equinos, as deformidades angulares ocorreram em 80% dos potros, havendo demanda por intervenção cirúrgica em 8% dos casos (Aldred, 1998). Isso demonstra que as DOD acarretam em perdas econômicas decorrentes da demanda por tratamento, problemas na comercialização e até sacrifício dos animais.

As lesões decorrentes das DOD comumente são atribuídas à distúrbios do processo de ossificação endocondral, sendo a displasia fisária alteração mais comum. Além disso, qualquer fator predisponente à ocorrência desses distúrbios pode desencadear as patologias supracitadas (Jeffcott e Henson, 1998). A ossificação endocondral que ocorre nas cartilagens de crescimento localizadas entre as metáfises e epífises dos

ossos longos baseia-se na expansão dessa cartilagem e posterior degeneração seguida por calcificação. Após isso, é formado o tecido ósseo trabecular (Bramlage e Auer, 2006). Numerosos são os fatores que comprometem a ossificação endocondral, sendo que falhas neste processo predis põem os animais às DOD e as suas consequências (Bertone, 2002)

Os principais fatores predisponentes à ocorrência de DOD estão relacionados à nutrição da égua e/ou do potro, taxa de crescimento do potro e ao programa de treinamento instituído (NRC, 2007). Em relação à nutrição do potro, o excesso de energia, deficiência de fósforo, cálcio e cobre ou combinações dessas situações caracterizam a oferta de dieta desbalanceada, o que predis põem a distúrbios da ossificação endocondral (Savage e Lewis, 2002). A taxa de crescimento está relacionada ao peso do animal e, conseqüentemente, ao estresse biomecânico exercido sobre a cartilagem de crescimento (Jeffcott e Henson, 1998). Programas de treinamento intensivo também acarretam em estresse biomecânico (Savage e Lewis, 2002).

Dietas com excesso de energia digestível contendo carboidratos solúveis presentes nos alimentos concentrados, principalmente grãos, constituem um dos principais fatores responsáveis por alterações do processo de ossificação endocondral, denominadas displasia fisária (Savage e Lewis, 2002). A osteocondrose caracteriza-se por um processo de displasia fisária instalado na placa de crescimento da epífise (Jeffcott e Henson, 1998).

Em potros submetidos à dieta com alta concentração de amido (37,5% da MS) os escores de lesões associadas à osteocondrose não diferiram dos animais alimentados com dieta isoenergética com menor concentração de amido (17%) onde a energia digestível foi igualada através da

adição de óleo de soja (Ott et al., 2005). Portanto, Ott et al. (2005) demonstraram que a fonte de energia não é o fator determinante para a incidência desta afecção. O excesso de energia, seja proveniente de carboidrato solúvel ou de lipídeo, acarreta em desequilíbrios endocrinológicos, especialmente dos fatores de crescimento atuantes no processo de ossificação endocondral. Essa quebra da homeostasia contribui para a instalação da displasia fisária (Savage e Lewis, 2002).

Quanto ao crescimento dos potros, recomenda-se que sejam tomadas medidas para promover taxa de crescimento lenta e constante (NRC, 2007). Taxas altas de crescimento aumentaram em até 2,8 vezes a susceptibilidade dos potros às DOD (Lepeule et al., 2009). Após o desmame, potros que não têm acesso a alimento concentrado durante o período de amamentação apresentam queda repentina na taxa de crescimento. Isso ocorre porque logo após o desmame o animal ainda não está adaptado a consumir a quantidade necessária da nova dieta, apresentando, portanto, déficit energético. A partir do momento que ele se adapta, rapidamente passa a consumir todo o alimento concentrado, o que leva a um aumento rápido e compensatório da taxa de crescimento (Aldred, 1998).

Foi demonstrado em teste de desafio à glicose, que os potros que ingeriram baixa concentração de amido apresentaram pico de glicemia maior e precoce além de concentrações mais baixas de glicose nos tempos subsequentes do que animais alimentados com altas concentrações de amido (Ott et al., 2005). A elevação da concentração de insulina decorrente principalmente da hiperglicemia leva à alteração do tipo de colágeno sintetizado na matriz extracelular da cartilagem epifisária, o que compromete a sua qualidade (Jeffcott e Henson, 1998). Portanto, o desmame e a instituição, sem adaptação, de dieta rica em

energia promove flutuações na taxa de crescimento e compromete a qualidade da cartilagem epifisária, sendo assim indesejável por ser relacionada à ocorrência de DOD (Aldred, 1998). Apenas uma alteração de dieta em potros entre o nascimento e o sexto mês de vida aumenta em 2,1 vezes a chance de ocorrência de DOD (Lepeule et al., 2009).

O excesso de grãos na dieta também pode interferir na relação cálcio:fósforo (Ca:P), devido à alta concentração de fitatos e oxalatos presentes nesse tipo de alimento. Esses compostos tornam o cálcio e o fósforo do alimento indisponível levando a uma Ca:P inadequada (Savage e Lewis, 2002). Baixas concentrações de cálcio e de fósforo acarretam em distúrbios no processo de calcificação endocondral e redução da mineralização óssea que resultam em vários distúrbios do sistema musculoesquelético, incluindo claudicação, redução da densidade óssea, fratura e DOD (Aldred, 1998). Apesar concentração de cálcio elevada também ter sido implicada na ocorrência de DOD devido ao aumento da produção de calcitonina (Savage e Lewis, 2002), potros suplementados com quantidade de cálcio três vezes maior a recomendada pelo NRC de 1989 não foi capaz de induzir osteocondrose (McIlwraith, 2004).

Desequilíbrios de alguns micro elementos também são responsáveis pela ocorrência de DOD. O cobre é um cofator importante para a síntese de colágeno e elastina, componentes da matriz extracelular da cartilagem epifisária (Savage e Lewis, 2002). O volume de leite ingerido pelos potros é insuficiente para suprir a sua demanda de cobre (100ppm) (Aldred, 1998). Em vista disto, foi demonstrado que a suplementação de cobre para a égua no final da gestação reduz a incidência de fisite e a prevalência de lesões articulares nos potros aos 150 dias. Porém, a suplementação de cobre para os potros não

apresentou vantagem em relação aos potros não suplementados (Pearce et al., 1998).

A baixa concentração de cobre também pode ser originada de concentrações elevadas de zinco na dieta (McIlwraith, 2004). Isso acarreta em DOD por deficiência de cobre induzida por excesso de zinco. Chumbo e molibdênio podem também exercer efeito sobre o cobre (Aldred, 1998). A suplementação adequada desses micro minerais e do alimento concentrado em potros a partir dos dois meses de idade é capaz de reduzir a incidência de fisite e promover melhor mineralização óssea do que nos potros suplementados a partir do 165º dia de vida (Rezende et al., 2000).

O estresse biomecânico na placa epifisária pode ser originado por excesso de peso, desvio de aprumos, concentração do peso em um dos membros devido à dor ou claudicação no membro contralateral ou exercício excessivo (Aldred, 1998). Potros mantidos em pastos grandes que não apresentam restrições à sua movimentação têm 3,6 vezes maior probabilidade de apresentar DOD do que animais criados em piquetes. Além disso, os potros que são submetidos a programas de exercícios têm aumentada em 2,8 vezes a chance de serem acometidos por DOD (Lepeule et al., 2009). A ação do trauma como agente primário de lesão da cartilagem epifisária ainda é discutido, mas é provável que seja responsável por lesão em vasos sanguíneos da epífise, o que acarreta em morte dos condrócitos (McIlwraith, 2004).

Apesar das DOD possuírem etiologia multifatorial, nota-se que mudanças abruptas no manejo nutricional, assim como a prática de exercícios irregulares e o desequilíbrio de minerais são considerados como os principais fatores envolvidos na sua fisiopatologia.

3.2 Deformidades angulares

Conceituar os tipos de deformidades angulares é necessário para facilitar a compreensão dos aspectos que serão revisados e discutidos no decorrer do texto. Além disso, a incidência dessas deformidades e de cada um dos seus tipos demonstra a importância dessa DOD nos equinos. Devido a isso e às consequências que os animais portadores dessa afecção estão sujeitos, foram desenvolvidas ao longo dos anos diversas técnicas para diagnosticá-las e tratá-las.

3.2.1 Conceito

A deformidade angular (DA) é a DOD caracterizada por desvio do membro torácico ou pélvico, em relação ao seu eixo axial (Aldred, 1998). Quando o animal é inspecionado de frente, o eixo axial do membro é determinado por uma linha imaginária traçada a partir da articulação escapuloumeral até o solo. No caso dos membros pélvicos, a linha imaginária tem origem no túber isquiático. Se o animal não apresentar defeitos de aprumos, a linha dividirá o membro em duas partes semelhantes em toda extensão (Thomassian, 2005). Quando a articulação se apresentar posicionada medialmente ao eixo axial do membro (Thomassinan, 2005) e a parte distal a esta estiver desviada lateralmente, está caracterizada a DA do tipo *valgus* (Aldred, 1998). A deformidade *varus* é definida pelo posicionamento lateral da articulação ao eixo axial (Thomassian, 2005) e pelo desvio medial do seu segmento distal (Aldred, 1998). No caso de desvio *valgus* na articulação do carpo (*Carpus valgus*), esse está posicionado medialmente ao eixo axial e o metacarpiano III apresenta um desvio lateral ao eixo. Já na DA *varus* do carpo (*Carpus varus*), esse se posiciona lateralmente ao eixo axial e o metacarpiano III apresenta um desvio medial ao eixo axial.

As DA ainda são classificadas em dois tipos: congênita e adquirida. A DA congênita ocorre em potros prematuros ou dismaturados devido à associação de distúrbios de mineralização dos ossos do carpo ou do tarso, comprometimento dos ligamentos colaterais e sustentação do próprio peso (Bertone, 2002). A DA adquirida é consequência de distúrbios do processo de ossificação endocondral das placas de epifisárias (Witte e Hunt, 2009).

3.2.2 Incidência

A incidência de DA nos plantéis de equinos é variável. Em potros da raça Puro Sangue Inglês a DA foi a DOD de maior importância (62,1%) entre os potros avaliados (O'Donohue, 1992). Em potros da mesma raça nascidos anualmente na Austrália, estima-se que 80% sejam acometidos com algum grau de DA (Aldred, 1998).

Rieck et al. (2000) avaliaram em plantéis de potros Puro Sangue de Corrida a incidência de DA nas diversas articulações. Dentre as articulações estudadas, 48% dos carpos apresentaram algum grau de DA. Na articulação metacarpofalangeana a incidência foi maior (6,1%) do que nas articulações metatarsofalangeanas (5,1%) e do tarso (1%). Estudos sobre a incidência de DA em plantéis de equinos são poucos, sendo a maioria referentes à casuística hospitalar.

Em um estudo onde 35 animais (87,5%) eram portadores de DA no carpo, 61,4% dos membros eram *valgus*, 35,7% não apresentaram DA e em 2,9% dos membros foi observado *Carpus varus* (Bathe e Hilton, 2008). Em relação ao tarso, 28% da população avaliada apresentou DA, sendo 78,6% *valgus* e 21,4% *varus* (Aranzaes et al., 2007).

Em outro estudo foi observado que 85,7% eram *Carpus valgus* e 14,3% *Carpus varus* (Bertone et al., 1985). Caston et al. (2007)

realizaram a colocação de grampo trans-fisário em 63 animais, sendo que 20 apresentaram *Carpus valgus* bilateral e 32 unilateral. Três eram *Carpus varus* unilateral. Em relação à articulação metacarpofalangeana, cinco potros eram portadores de DA *varus* bilateral e cinco unilateral. Em estudo retrospectivo em potros portadores de DA, 50% dos membros foram diagnosticados com DA, sendo 87,1% *Carpus valgus* e 22,9% *Carpus varus*. Também foi diagnosticado que 19,3% apresentaram DA *varus* na articulação metacarpofalangeana e 11,3% na articulação metatarsofalangeana (Pharr e Fretz, 1981). Normalmente, animais portadores de desvio *varus* na articulação metacarpofalangeana apresentam *Carpus valgus* discreto (Bramlage e Auer, 2006). Com isso, observa-se que a incidência de DA nas populações é alta e o desvio *Carpus valgus* é o mais comum, sendo que o mesmo pode ocorrer associado à DA compensatória *varus* da articulação metacarpofalangeana na articulação metacarpofalangeana.

3.2.3 Diagnóstico das deformidades angulares

Para diagnosticar os diferentes tipos de DA são necessários alguns cuidados. O examinador deve tomar o cuidado de se posicionar absolutamente em posição frontal ou caudal do animal durante a inspeção, para permitir a mais precisa avaliação da conformação do membro em relação ao seu eixo axial. Além disso, é essencial que o animal se mantenha em posição ortostática durante o exame. Nesse momento deve-se ficar atento à articulação metacarpofalangeana, pois o fato do potro possuir o peito estreito pode influir no diagnóstico de DA nessa articulação. Ainda deve-se realizar a palpação direta das articulações, pois isso auxilia no diagnóstico de possíveis lesões periarticulares que possam estar envolvidas. Em seguida, recomenda-se que seja feita a

inspeção dinâmica, porque esta possibilita detectar anormalidades referentes ao alinhamento da articulação em relação ao solo e a presença de movimentos convergentes e divergentes do casco (Bramlage e Auer, 2006). Porém, para determinar com exatidão a intensidade e local do desvio é necessário o exame radiológico. Recomenda-se que o mesmo seja feito com chassi grande, sendo a posição dorsopalmar a mais importante (Bramlage e Auer, 2006).

A determinação da intensidade e sítio da DA por meio de mensurações geométricas nas radiografias foi descrita por Pharr e Fretz (1981). A técnica baseia-se em traçar uma linha sobre o eixo sagital do osso proximal à articulação e outra sobre o eixo sagital do osso distal à mesma. Para traçar cada uma das linhas são feitos dois pontos na diáfise equidistantes das corticais medial e lateral. Deve-se evitar que os pontos sejam marcados em regiões que apresentam alterações de contorno ósseo e próximas de articulações. Além disso, os pontos devem estar afastados entre si. O ângulo agudo formado pelo cruzamento das duas linhas é utilizado para determinar a intensidade da DA, enquanto o ponto onde as linhas se cruzam é denominado ponto pivô (Pharr e Fretz, 1981). Considera-se DA leve quando o ângulo for inferior a 3°, moderada entre 3 e 12° e severa com angulação superior a 15° (Auer e von Rechenberg, 2006).

Bertone (2002) considerou que a estrutura anatômica sobre a qual o ponto pivô se localiza é a principal responsável pelo desvio observado. O ponto pivô foi também considerado indicativo de prognóstico (Pharr e Fretz, 1981). Entretanto, em estudo anterior não foi observada correlação entre a região anatômica onde o ponto pivô se localizava com a porcentagem de animais recuperados (Bertone et al., 1985).

Ainda são descritos na literatura outros tipos de mensuração geométrica para diagnosticar e monitorar a DA. Para determinar a ocorrência de *Carpus valgus*, mensura-se o ângulo formado entre uma linha traçada da borda palmar proximal do metacarpiano III à crista sagital e outra traçada da crista sagital ao aspecto medial do metacarpiano IV. Se o ângulo formado for menor do que 135°, o animal é portador de *Carpus valgus* (Bertone et al., 1985). Brauer et al. (1999) desenvolveram outra técnica baseada no somatório de diversos ângulos traçados no carpo, tendo como referência a placa de crescimento distal do rádio, articulação radiocárpica, intercárpica e carpometacárpica. Porém, não houve diferença entre este método de avaliação geométrica e o desvio angular do membro (Brauer et al., 1999). Apesar de apresentarem resultados satisfatórios no diagnóstico e monitoração da DA, os dois últimos métodos não são utilizados atualmente. Um dos métodos é limitado apenas para a DA *valgus*, o outro apresenta certa complexidade para ser determinado, sendo que ambos são limitados à articulação do carpo.

A realização das mensurações geométricas nas articulações metacarpo e metatarsofalangeanas foi questionada devido à dificuldade de se obter imagens adequadas, decorrente de dificuldades no posicionamento do animal e no alinhamento do chassi inerentes às DA. Acredita-se que o exame clínico seja suficiente para diagnosticar a DA, recomendar o tipo de tratamento e monitorar a sua evolução (Roberts et al., 2009). Porém, é necessário que a avaliação seja feita por um profissional bem treinado (Kay e Hunt, 2009).

O exame radiológico também é importante para determinar a presença de lesões na articulação que possam comprometer o prognóstico do tratamento da DA. Os achados mais comuns são: alargamento da

metáfise distal, alteração da espessura da placa epifisária, esclerose do osso subcondral, proeminências proliferativas (Bertone, 2002) e várias linhas de calcificação (Pharr e Fretz, 1981). Esses achados são característicos de fisite.

O diagnóstico da fisite, também denominada epifisite, é importante porque os potros portadores apresentam maior chance (1,4 vezes) de desenvolver DA em relação aos potros hípidos (O'Donohue et al., 1992). Esta afecção é caracterizada clinicamente pelo alargamento da placa epifisária da metáfise distal do rádio, metacarpo, tíbia ou metatarso (Hurtig e Pool, 1996). Além do alargamento, podem estar presentes claudicação, aumento de temperatura e dor local (Bertone, 2002). Os achados clínicos e radiológicos são decorrentes do crescimento anormal da placa epifisária (Hurtig e Pool, 1996). Acredita-se que o trauma associado ao excesso de peso e desvio de aprumos sejam os principais responsáveis pela ocorrência da fisite (Gee et al., 2005).

Na tentativa de diagnosticar precocemente a fisite, foi desenvolvido um modelo matemático que determina se os contornos da metáfise são indicativos de fisite (Ineson, 2004). Entretanto, o diagnóstico deve ser criterioso e baseado em exame radiológico, pois em potros da raça Puro Sangue Inglês foi observado clinicamente o alargamento da metáfise do metacarpiano III sem a presença dos demais achados radiológicos que caracterizam a fisite. Consequentemente, o alargamento da metáfise pode superestimar a ocorrência de fisite em potros da raça referida (Gee et al., 2005). Portanto, a realização apenas do exame clínico pode acarretar em erros de diagnóstico.

Outros achados radiológicos associados à DA são a entre os lados medial e lateral da epífise (Pharr e Fretz, 1981) e alteração no formato da superfície articular do

metacarpiano IV (Bertone et al., 1985). São achados radiológicos menos frequentes fraturas no osso subcondral e na placa epifisária e sinais de osteoartrite. Estes são observados principalmente em animais portadores de *Carpus varus* (Bertone, 2002).

Apesar de ser simples, o diagnóstico da DA requer cuidados e demanda a realização do exame radiológico. O médico veterinário deve ponderar achados clínicos, radiológicos e a manifestação de outras patologias para indicar tratamento e prognóstico adequados para animais portadores de DA.

3.2.4 Tratamento das deformidades angulares

A necessidade e o tipo de tratamento a ser instituído deve ser recomendado por profissional capacitado, considerando-se o tipo e intensidade da DA, placa epifisária acometida e idade do potro (Kay e Hunt, 2009; Roberts et al., 2009). Independentemente da conduta a ser implementada, o manejo da DA deve ser iniciado oportunamente, devido ao potencial de crescimento que a placa epifisária ainda possui (Bramlage e Auer, 2006). Para justificar a importância da precocidade do tratamento são necessárias algumas observações referentes ao processo de ossificação endocondral e suas particularidade na DA.

3.2.4.1 Importância da ossificação endocondral na deformidade angular

A ossificação endocondral tem início sobre uma placa de cartilagem hialina. A cartilagem epifisária é dividida em cinco zonas onde ocorrem sucessivamente divisão, multiplicação, diferenciação e degeneração de condrócitos com posterior calcificação da matriz celular remanescente (FIGURA 1). O processo tem início na

extremidade distal da placa e término na porção proximal. Na zona de repouso, localizada na extremidade distal da cartilagem, estão situados os condrócitos que servem de reserva para o restante do processo. Nesta zona a quantidade de matriz extracelular é abundante. Em seguida, os condrócitos se multiplicam formando colunas paralelas de células achatadas no sentido longitudinal do osso, caracterizando a zona de multiplicação. Na camada seguinte denominada zona hipertrófica, os condrócitos são volumosos devido à abundância de citoplasma adquirido durante o processo de diferenciação. Durante este evento, a matriz extracelular presente entre as fileiras de condrócitos fica reduzida a tabiques

delgados. Posteriormente, inicia-se o processo de calcificação desses tabiques da matriz extracelular e degeneração e morte dos condrócitos hipertrofiados, sendo esta zona nomeada como zona de cartilagem calcificada. Na zona de calcificação, capilares sanguíneos e células osteoprogenitoras invadem as lacunas deixadas pelos condrócitos mortos. Estas células se diferenciam em osteoblastos que depositam camada contínua de matriz óssea sobre os restos da matriz extracelular cartilaginosa (Junqueira e Carneiro, 1999). O formato dos condrócitos é redondo na zona de reserva, levemente delgado no sentido longitudinal na zona de multiplicação e poligonal na zona hipertrófica (Craig, 2001).

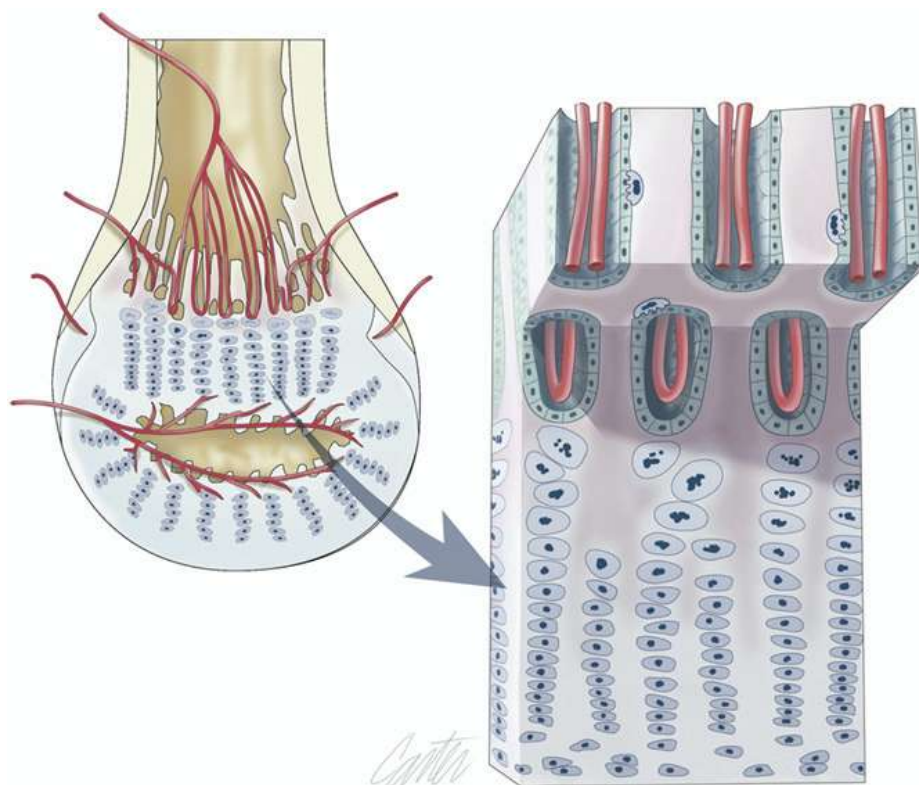


FIGURA 1 – Esquema ilustrativo da placa epifisária do metacarpiano III de equino. Em detalhe, observam-se as zonas de diferenciação dos condrócitos (Bramlage e Auer, 2006).

A melhor denominação dos distúrbios da placa epifisária é displasia fisária (Jeffcott e Henson, 1998). Denominava-se fisite ou epifisite, pois se acreditava tratar de um processo inflamatório da placa de crescimento. Como isso não foi confirmado, é considerada incorreta essa denominação para classificar a lesão histopatológica (Hurtig e Pool, 1996).

Os fatores etiológicos participantes na ocorrência de DOD alteram a fisiologia da ossificação endocondral, prejudicam a síntese de matriz extracelular e/ou o processo de diferenciação dos condrócitos, impedindo o processo de mineralização e crescimento do osso (Jeffcott e Henson, 1998). Na displasia fisária os achados histopatológicos mais comuns são: desalinhamento das colunas de condrócitos (Gee et al., 2005) e agrupamentos de condrócitos arredondados (Jeffcott e Henson, 1998). Essas alterações podem acarretar em danos permanentes à cartilagem de crescimento (Jeffcott e Henson, 1998). No caso da DA, as lesões ocorrem no lado medial ou lateral. Devido a diferenças na taxa de crescimento entre os lados sadio e lesado da placa epifisária, surgem os desvios angulares (Witte e Hunt, 2009).

Durante o processo de ossificação endocondral, existe um mecanismo compensatório que proporciona a correção de desvios promovendo o crescimento ósseo homogêneo. Em alguns casos, esse mecanismo pode ser estimulado no lado lesado da placa epifisária em animais portadores de DA para permitir a correção do desvio. Em outros casos, se utilizam técnicas que inibem o crescimento do lado sadio, permitindo que o lado lesado continue se desenvolvendo até atingir o equilíbrio com o lado oposto. Desse modo, após algum tempo o lado lesado atingirá o mesmo comprimento do lado que teve crescimento restrito (Bramlage e Auer, 2006). Visto isso, fica claro a necessidade

do potro possuir potencial de crescimento na cartilagem epifisária para a correção da DA. Com isso, é importante conhecer com maiores detalhes o tempo de fechamento das placas epifisárias envolvidas nos diferentes tipos de DA.

O tempo para o fechamento da placa epifisária distal do rádio de potros ocorre entre os 22 e 36 meses (Witte e Hunt, 2009). Em um estudo, as placas em questão fecharam mais cedo nas fêmeas (23 meses) do que nos machos (26 meses) (Vulcano et al., 1997). Em relação ao metacarpiano III, as placas epifisárias se apresentavam fechadas a partir dos seis meses de idade, enquanto aos onze meses de idade o fechamento era completo em todos os animais (Reynolds, 1992). Na tíbia, o fechamento ocorre entre 17 e 24 meses de idade, enquanto no metatarso a idade varia entre seis e 15 meses (Witte e Hunt, 2009).

A taxa de crescimento de cada uma das placas epifisárias também varia de acordo com a idade do animal. O período onde a taxa de crescimento é maior deve ser explorado na realização das correções da DA para garantir maior porcentagem de resultados satisfatórios. Este período é observado do momento do nascimento do potro até os três meses de idade na placa epifisária distal do metacarpiano III e metatarsiano III, até os seis meses na tíbia e até oito meses no rádio (Witte e Hunt, 2009).

As informações sobre a placa epifisária descritas acima auxiliam na recomendação do tratamento. Em casos de DA moderada em uma placa epifisária na fase de maior taxa de crescimento, pode-se optar pelo tratamento conservativo ou estimulação do crescimento. Caso a DA seja mais intensa e/ou a fase da maior taxa de crescimento da placa tenha passado, normalmente o tratamento de escolha são as técnicas que inibem o crescimento ósseo (Auer e von Rechenberg, 2006).

3.2.4.2 Restrição de movimento e casqueamento corretivo

A restrição de movimento e o casqueamento corretivo são recomendados em todos os tratamentos para DA adquirida, sendo que em alguns casos apenas a instituição dessas práticas é suficiente para a correção do desvio. Esta conduta é indicada para potros novos que não apresentem distúrbios de ossificação e que apresentem desvio angular inferior a 10°. O repouso em baias também auxilia nos casos onde a frouxidão do aparato periarticular está presente (Auer e von Rechenberg, 2006).

Entretanto, em potros com *Carpus valgus* com intensidade de 15° induzido em ambos os membros, não foi observada diferença entre os membros operados e não operados. Neste caso, a restrição de movimento dos potros em piquetes pequenos e o casqueamento corretivo instituído aos 90 dias de idade foi capaz de corrigir a DA induzida (Read et al., 2002).

Para obter bons resultados com o casqueamento corretivo e evitar lesões decorrentes da sua realização algumas etapas devem ser seguidas. Primeiramente, deve-se inspecionar o potro em posição ortostática e realizar a avaliação dinâmica do mesmo (Greet e Curtis, 2003). Em seguida, os talões devem ser inspecionados com os cascos erguidos para buscar diferenças de altura entre o talão axial e o abaxial. No caso de DA *varus* na articulação metacarpofalangeana, a porção axial do casco é mais longa do que a abaxial e, portanto, deve ser aparada (Greet e Curtis, 2003).

O objetivo do casqueamento corretivo é promover distribuição homogênea de forças nas estruturas do casco. Assim sendo, a região mais longa do casco deve ser aparada até ficar proporcional com a outra, de maneira que o casco fique balanceado. A prática de aparar o casco além do

recomendado utilizada por alguns autores para promover a correção da DA não deve ser realizada. Esta conduta submete as estruturas do dígito às forças que apenas aumentam a probabilidade de induzir lesões nas demais estruturas. Recomenda-se que o casqueamento seja gradativo com intervalos quinzenais (Greet e Curtis, 2003).

Outra maneira de promover distribuição homogênea de forças no casco é através da adição de extensões no casco. Trata-se da colocação de próteses de polímeros sintéticos deslocadas medial ou lateralmente ao casco. Potros com *Carpus valgus* demandam a extensão medial, enquanto no *Carpus varus* a extensão recomendada é a lateral. A utilização de próteses é recomendada quando não é notada redução da DA após dois casqueamentos corretivos (Floyd, 2007).

Existem produtos comerciais para realização das extensões, mas alguns se soltam do casco rapidamente e quando isso não ocorre observa-se lesão no casco devido à restrição de crescimento. A utilização de cravos para a fixação da extensão acarreta em riscos de trauma nos tecidos moles e de fissuras na muralha devido ao fato do casco dos potros serem pequenos. Por isso, é recomendada a utilização de adesivo à base de metacrilato para manter a extensão fixada pelo tempo desejado (Greet e Curtis, 2003). As extensões devem ser retiradas após duas semanas para evitar impedimento da expansão do casco (Floyd, 2007).

Em casos onde a correção da DA não ocorrer após o período de quatro a seis semanas após o início do tratamento conservativo, o tratamento cirúrgico deve ser considerado. Não é possível afirmar no momento do diagnóstico que essa modalidade de tratamento será absolutamente efetiva. Em alguns casos, o longo tempo de espera pela correção do desvio por métodos conservativos pode

comprometer os resultados da cirurgia (Auer e von Rechenberg, 2006).

3.2.4.3 Técnica de estimulação do crescimento ósseo

A técnica de transecção e elevação de perióstio (TEP) é a técnica de estimulação de crescimento mais utilizada para a correção de DA (Auer e von Rechenberg, 2006). Ela foi descrita pela primeira vez em camundongos por Warrel e Taylor (1979) e em eqüinos portadores de *Carpus valgus* por Auer e Martens (1982).

A TEP baseia-se em uma incisão no perióstio em “T” invertido imediatamente proximal à placa epifisária distal na face cônica do osso. Em seguida, o perióstio é elevado. A resposta ao tratamento resulta da descompressão da placa epifisária que acarreta em crescimento ósseo compensatório (Auer e Martens, 1982). Além disso, foi confirmado que a TEP também promove crescimento ósseo compensatório devido à retroalimentação negativa que ocorre entre o perióstio e os condrocitos da placa de crescimento. (Auer e von Rechenberg, 2006; Auer e von Rechenberg, 2008).

Atualmente, a TEP é utilizada para correção de DA *valgus* e *varus* do carpo, tarso e articulações metacarpo e metatarsifalangeanas intensas ou que não responderam ao tratamento conservativo. Os sítios cirúrgicos são: metáfise distal do rádio, tíbia, metacarpiano III e metatarsiano III. Para a correção de DA das articulações metacarpo e metatarsifalangeanas, a TEP pode ser realizada na placa epifisária proximal das falanges proximais juntamente com a técnica empregada nos ossos metacarpiano III e metatarsiano III. A técnica cirúrgica para cada situação foi descrita em detalhes por Auer e von Rechenberg (2006).

As vantagens da TEP são: caráter minimamente invasivo e ausência do risco de correção excessiva (por exemplo, articulação *valgus* passa a apresentar DA *varus*). Se o pós-operatório for conduzido de maneira adequada, a chance de ocorrer comprometimento estético é mínimo (Hunt, 2008). A TEP tem eficiência por dois meses, pois após esse período ocorre a cicatrização do perióstio. Essa técnica pode ser repetida se necessário (Auer e von Rechenberg, 2006), apesar da repetição aumentar a probabilidade de ocorrerem resultados estéticos insatisfatórios (Witte e Hunt, 2009). Além disso, é relatada a infecção da bainha do tendão extensor comum após TEP devido a erro de técnica (Hawkins e Lescun, 1997). Como foi visto, a TEP é uma técnica segura, mas a sua eficácia tem sido questionada (Hunt, 2008).

A realização de TEP na face medial do rádio de potros hípidos não foi capaz de induzir *Carpus valgus*. Devido a isso, concluiu-se que a realização da TEP em animais portadores de DA não está relacionada às melhoras observadas. Portanto, acredita-se que a redução dos desvios esteja relacionada apenas à cura espontânea ou à cura decorrente da restrição de exercícios e casqueamento corretivo que, na maioria dos casos, são associados à TEP (Slone et al., 2000).

Em outro experimento, foi realizada TEP para corrigir *Carpus valgus* induzido através de cerclagem. No momento da retirada do implante, os potros tinham idade de 90 dias e DA média de 14° no membro submetido a TEP e 13,2° no membro controle. Após 60 dias da realização da TEP, a DA de todos os membros haviam sido corrigidas. Conclui-se que, apenas a restrição de exercício associada ao casqueamento corretivo foi capaz de corrigir os desvios induzidos. Ainda foi comentado que os resultados satisfatórios da TEP são decorrentes da falsa impressão de correção do desvio devido ao edema

observado no local da incisão e de experimentos sem grupo controle (Read et al., 2002).

Porém, na TEP não ocorre correção excessiva, o que explica a dificuldade em induzir DA através da utilização dessa técnica. Além disso, atualmente é estudada a influência do perióstio sobre a placa de crescimento. A TEP estimularia a retroalimentação negativa sobre alguns mediadores químicos. Ao serem inibidos, ocorre aumento na síntese de fatores de crescimento que estimulariam o processo de ossificação endocondral. Sendo assim, a retirada da cerclagem, que demanda manipulação de perióstio, exerceria o mesmo efeito da TEP (Auer e von Rechenberg, 2008). Como no experimento realizado por Read et al. (2002) a retirada da cerclagem foi realizada no mesmo momento da TEP, os resultados semelhantes entre membros podem ser decorrentes da influência da manipulação do perióstio sobre a placa epifisária (Auer e von Rechenberg, 2008).

Em potros portadores de DA adquiridas foram testados três técnicas promotoras de crescimento. Em um grupo foi realizada incisão na placa epifisária e TEP, no outro grupo ao invés da TEP foi feita apenas uma incisão vertical no perióstio e no terceiro grupo foi feita apenas punção trans-cutânea na placa epifisária. As DA variaram entre 5 e 20° e estavam presentes no carpo, tarso e articulações metacarpo e metatarsofalangianas. Em todas as articulações foi observada a resolução dos problemas (Colles, 2008). Isso pode ser explicado pela influência que a estimulação do perióstio exerce sobre a placa epifisária. Baseado nesse experimento, também foi observado que técnicas menos invasivas de estimulação do crescimento ósseo foram utilizadas com sucesso no tratamento das DA.

Apesar dos questionamentos relacionados à eficácia da TEP, a técnica permanece recomendada. Acredita-se que os resultados satisfatórios observados até o momento não justificam o desuso da técnica. Além disso, acredita-se que o modelo de indução de DA apresentado por Read et al. (2002) não mimetiza as condições patológicas da placa epifisária de potros portadores de DA adquirida (Witte e Hunt, 2009).

3.2.4.4 Técnicas de inibição do crescimento ósseo

Todas as técnicas de inibição do crescimento ósseo baseiam-se em implantes aplicados na face convexa do osso sede de DA. Estes implantes impedem o crescimento ósseo no lado do osso onde foram colocados, acarretando na correção do desvio. Quando o alinhamento for considerado satisfatório o implante deve ser removido. Os implantes mais utilizados são: o grampo trans-fisário, dois parafusos corticais associados à cerclagem e parafuso trans-fisário. Também foi descrita a utilização de terapia com ondas de choque para inibir o crescimento ósseo (Auer e von Rechenberg, 2006).

As técnicas supracitadas são recomendadas para casos de potros com DA maior que 10° e idade inferior a três meses (Auer e von Rechenberg, 2006), em casos que não apresentaram resposta ao tratamento conservativo ou em casos em que a taxa de crescimento máxima da placa epifisária foi ultrapassada (Witte e Hunt, 2009). Com exceção da terapia de ondas de choque, as demais técnicas podem ser associadas à TEP para aumentar a velocidade de correção do desvio (Auer e von Rechenberg, 2006).

As técnicas de inibição do crescimento ósseo são comparadas em relação à facilidade de execução, velocidade para a correção do desvio, complicações no pós-operatório e comprometimento estético, além da sua eficácia.

Grampo trans-fisário

A colocação de grampo trans-fisário foi a primeira técnica descrita em potros para inibir o crescimento ósseo (Auer e von Rechenberg, 2006). Baseia-se na colocação de uma das extremidades do grampo na metáfise distal e a outra na epífise distal. Estando a placa epifisária localizadas entre as pontas, o grampo restringe o crescimento ósseo. A técnica foi descrita em detalhes por Caston et al. (2007). Os resultados provenientes da sua colocação são melhores quando utilizados em potros com idade inferior a 120 dias (Hunt, 2008).

Em um estudo com 63 potros, o tempo médio gasto para colocação do implante foi de 19 minutos e foram gastos aproximadamente dez minutos para a sua remoção. Em todos os animais os desvios foram corrigidos satisfatoriamente. A idade média dos potros foi de 43 dias e o tempo de permanência do grampo variou entre 13 e 193 dias (Caston et al., 2007).

Entretanto, foram observadas algumas complicações referentes aos grampos e às feridas cirúrgicas. Em 2% dos grampos colocados houve afastamento das suas pontas. O implante foi retirado e substituído por dois grampos, de modo que a correção do desvio não foi prejudicada (Caston et al., 2007). A porcentagem de afastamento da extremidade dos grampos pode ser maior. Em outro estudo, 34% dos implantes apresentaram algum grau de alteração do formato original. Além disso, 7% dos grampos quebraram (Brauer et al., 1999).

Complicações referentes à ferida cirúrgica são comuns quando o grampo trans-fisário é utilizado e podem acarretar em prejuízos da estética (Auer e von Rechenberg, 2006). Dos 63 potros submetidos a colocação do grampo trans-fisário, 9% dos casos ocorreram distúrbios do processo cicatricial. As alterações observadas foram: seroma (3%), deiscência da sutura (3%), cicatriz fibrótica (1,5%) e infecção (1,5%),

sendo neste caso feita a remoção do implante. Em todos os casos, após o tratamento sintomático realizado eliminaram-se as complicações sem prejudicar a estética da região (Caston et al., 2007). Normalmente, a incidência de complicações é maior quando o grampo é colocado na face lateral do osso (Hunt, 2008).

Apesar das complicações observadas a utilização de grampos trans-fisários é recomendada, pois apresenta boa velocidade de correção da DA e o comprometimento estético é mínimo. Além disso, a fabricação do implante a partir de pinos de Steinmann e a possibilidade de remoção do mesmo com o animal em posição ortostática reduzem o custo do tratamento (Caston et al., 2007).

Cerclagem

A técnica de cerclagem para tratamento de DA foi desenvolvida com o intuito contornar alguns inconvenientes do grampo trans-fisário. Objetivou-se facilitar a remoção do implante e realizar incisão de tamanho menor, o que acarreta em menor risco de comprometimento estético. Além disso, esta é a única técnica que permite corrigir deformidades rotacionais associadas às deformidades angulares (Bertone, 2002).

Resumidamente, a técnica de cerclagem é realizada através da cerclagem trans-fisária ancorada em dois parafusos corticais. Na face convexa do osso é feita uma incisão do tamanho da cabeça de um parafuso cortical na fossa da epífise e outra na metáfise distal distante, aproximadamente a 3cm da placa epifisária. Feito isso, são colocados um parafuso cortical através de cada incisão pela técnica de rotina de maneira que os parafusos fiquem ligeiramente inclinados em direção à placa epifisária. Em seguida, através de um túnel subcutâneo que comunica as duas incisões é colocado um fio de aço moldado em forma de oito, que é apertado sob a cabeça do parafuso

proximal. Recomenda-se a colocação de dois fios de aço para garantir o resultado caso um deles se rompa. Posteriormente, os parafusos são apertados. A pressão exercida pela cerclagem nos parafusos será responsável pela inibição do crescimento ósseo (Bertone, 2002).

A necessidade de equipamentos ortopédicos para a realização da cerclagem é um fator que agrega, indiretamente, valor ao custo final do tratamento. Além disso, o tempo gasto na realização da cirurgia é maior do que nas outras técnicas de inibição de crescimento. Os problemas citados em maior frequência em relação ao uso de implantes são a quebra do fio de aço e o desprendimento do mesmo da cabeça do parafuso (Hunt, 2008).

A maior vantagem da cerclagem em relação ao grampo trans-fisário é a menor incidência de problemas relacionados à estética, principalmente nas cirurgias realizadas nas faces laterais do rádio e da tíbia. Entretanto, reação óssea e proliferação de tecido mole podem ocorrer. Outras vantagens são: remoção do implante em posição ortostática e custo menor em relação aos grampos comerciais (Hunt, 2008).

Apesar do maior tempo de cirurgia e o maior custo final do tratamento, a cerclagem tem sido utilizada desde 1980, principalmente devido a melhores resultados estéticos em relação ao grampo trans-fisário (Hunt, 2008).

Parafuso trans-fisário

O emprego do parafuso cortical trans-fisário é a técnica de inibição do crescimento ósseo mais recente. As principais vantagens são: menor tempo de cirurgia para colocação e remoção do implante, maior velocidade de correção da DA, baixo custo e melhores resultados estéticos em relação às demais técnicas (Hunt, 2008). A técnica utilizando parafuso

do tipo *lag* também foi descrita para ser utilizada na tíbia (Witte et al., 2004a). Este parafuso apresenta maior dificuldade para ser removido do que o parafuso cortical, além de predispor a placa epifisária à calcificação precoce. Isso fez com que o emprego do parafuso do tipo *lag* em equinos não fosse recomendado (Hunt, 2008).

A técnica do parafuso cortical trans-fisário foi descrita pela primeira vez em 2004. A técnica baseia-se na colocação de um parafuso cortical na face convexa do osso através da placa epifisária, formando um ângulo de aproximadamente 20° com o eixo axial do osso (Witte et al., 2004b).

A utilização do parafuso trans-fisário também foi desenvolvida para DA do carpo e das articulações metacarpo e metatarsofalangeanas. Foi observado que 96,39% dos 438 implantes realizados nessas articulações apresentaram DA final inferior a 4°, sendo que em 77,1% dos casos os resultados estéticos foram excelentes e em 14,46% foram considerados bons (Kay et al., 2005).

Em um estudo que comparou o parafuso trans-fisário com a cerclagem, foi observado que a redução da DA foi maior e obtida em menos tempo com a colocação do parafuso. Além disso, os tempos de execução da cirurgia, de pós-operatório e de confinamento também foram menores. Entretanto, foi observado índice de infecção semelhante ao da cerclagem (Roberts et al., 2009).

As infecções estão relacionadas à qualidade e tempo de manutenção dos curativos. Os principais aspectos a serem observados são a pressão da atadura, o tempo de troca entre as bandagens, a remoção prematura da mesma e a umidade excessiva do curativo. Outras complicações são: dificuldade na localização do implante e o parafuso pode entortar ou o encaixe da chave na sua

cabeça pode ser danificado no momento da retirada. Isso aumenta o tempo da cirurgia e pode impedir a remoção do parafuso em posição ortostática (Hunt, 2008).

Outras desvantagens são a possível quebra do parafuso e a ocorrência de correção excessiva mesmo quando o parafuso trans-fisário é retirado no momento adequado (Kay e Hunt, 2009). Apesar de não ter sido descrita em equinos, a possibilidade de calcificação da placa epifisária ao redor do parafuso deve ser considerada (ROBERTS et al., 2009). Isso acarretaria em correção excessiva do membro sem possibilidade de tratamento.

Atualmente, existem técnicas para contornar a maioria dos problemas inerentes à colocação do parafuso trans-fisário (Hunt, 2008; Kay et al., 2005), o que resulta na sua recomendação para o tratamento das diversas DA nas diferentes articulações.

Terapia com ondas de choque

Bathe e Hilton (2008) avaliaram a variação da DA após terapia de ondas de choque semanais realizadas sobre o lado convexo da placa epifisária acometida. Foi utilizado emissor de 15mm de diâmetro acoplado a um emissor de ondas de choque ajustado a 2,5-3 bar, 15 Hertz e 1500-2000 ciclos. Essa terapia resultou em redução de 1° na DA do carpo por semana nos potros. A taxa de redução foi 2,68 vezes maior do que nos animais submetidos ao tratamento conservativo. A principal vantagem da técnica é permitir a correção de DA maiores que 9° sem a necessidade de cirurgia e de submeter os potros aos riscos inerentes ao procedimento. No estudo clínico foi observada resolução das DA em 90% dos casos. Entretanto, 12% dos animais apresentaram claudicação após a primeira sessão, 4% apresentaram escoriações no local do tratamento e outros demandaram sedação durante todas as sessões.

Apesar de serem necessários estudos controlados para comprovar a sua eficácia, a realização de terapias com ondas de choque é desejável, principalmente por apresentar caráter não invasivo e ser capaz de corrigir DA severas.

3.2.4.5 Osteotomia/Ostectomia

A associação de osteotomia e ostectomia é recomendada nos casos onde ocorreu o fechamento da placa de crescimento e naqueles onde as alterações anatômicas observadas na epífise, metáfise e diáfise são intensas (Auer e von Rechenberg, 2006). Baseada no ponto pivô, são traçadas linhas para determinar as porções ósseas a serem removidas. Após a remoção dos fragmentos ósseos, as partes remanescentes do osso são estabilizadas através de placas de compressão dinâmica e parafusos corticais. Apesar de eficiente, o procedimento é caro e o pós-operatório é acompanhado por complicações, além do prognóstico ser reservado (Epp, 2007).

Outra técnica basea-se na realização de apenas uma osteotomia transversal associada à fixação externa com aparelho em formato de anel foi descrita. Apesar da intervenção ortopédica ser mais simples neste caso, a manutenção do fixador externo se mostrou complicada por demandar cuidados e ajustes diários por longo período de tempo, sendo o mesmo foco de complicações durante o período pós-operatório (Eggleston et al., 2000). A indicação da osteotomia e ostectomia deve ser criteriosa, pois são procedimentos de risco para o paciente que demandam pós-operatório intensivo por período prolongado.

3.3 Líquido sinovial e óxido nítrico

O líquido sinovial (LS) é originado de um ultrafiltrado do plasma sanguíneo associado à moléculas produzidas pela sinóvia e por

condrócitos. Além de promover a lubrificação e a nutrição das cartilagens articulares, nele estão presentes inúmeras citocinas. Entretanto, variadas afecções podem influenciar a homeostasia do LS, alterando assim suas características (Steel,2008).

As características são coloração, aspecto, viscosidade, tixotropia, proteína total, contagem total de hemácias e contagens total e diferencial de leucócitos. A interpretação dessas características indica a natureza do distúrbio (séptico ou não) e sua intensidade (Steel, 2008).

A osteoartrite é a doença articular mais comum nos equinos e provoca alterações na composição do LS (Carmona e Prades, 2009). Nesta afecção, tanto a contagem total de leucócitos como a concentração de proteínas totais apresenta-se dentro dos valores fisiológicos ou levemente elevados, podendo aumentar caso ocorra sinovite aguda (Steel, 2008). A osteoartrite pode ocorrer concomitantemente com a DA. Quando isso ocorre, nota-se redução na taxa de sucesso no tratamento da DA (Bertone, 2002).

O fato da osteoartrite não alterar os parâmetros de análise do LS na maioria dos casos demonstra que esse exame possui limitações para o seu diagnóstico. Atualmente, busca-se por indicadores bioquímicos que possibilitem o diagnóstico precoce da afecção (Bertone et al., 2001). A maioria dos marcadores são citocinas pró-inflamatórias, sendo as principais a prostaglandina E₂ e o óxido nítrico (ON) (Sutton et al., 2009).

O óxido nítrico é produzido a partir do aminoácido L-Arginina pela enzima óxido nítrico sintase (ONS). Existem duas classes principais da enzima: a ONS constitutiva que participa de funções fisiológicas como vasodilatação, inibição da agregação plaquetária e condução do impulso nervoso

e ONS induzida (ONSi) que é responsável também pelo aumento da citotoxicidade dos leucócitos. O fator de necrose tumoral α e a interleucina 1B são os responsáveis pelo aumento da síntese de ONSi (Hunter, 2002).

Sabe-se que na osteoartrite o ON é produzido pelos sinoviócitos e pelos condrócitos, sendo os últimos responsáveis pela maior parte da produção. Entretanto, a participação dos condrócitos na patogenia da osteoartrite é motivo de controvérsias. Ele possui funções catabólicas, como a estimulação da síntese de metaloproteinases da matriz e função anabólica, como a inibição da degradação de glicosaminoglicanos (Carmona e Prades, 2009).

Entretanto, a quantificação de ON no LS é difícil devido ao fato da sua meia vida ser curta, em torno de seis segundos. Por isso, determina-se a concentração de nitrito (Ni). Este é o produto da reação entre o ON e a oxihemoglobina, o que resulta em um metabólito estável capaz de possibilitar a estimativa indireta da concentração de ON no LS (Hunter, 2002).

Observou-se variação da concentração de Ni no LS em diferentes tipos de lesões envolvendo a membrana sinovial e a cartilagem articular da articulação metacarpofalangeana de cavalos recém-abatidos (Adarmes et al., 2009). Também foi observada variação na sua concentração após artrocentese em articulação saudável (van den Boom et al., 2005). Isso demonstra que a mensuração de Ni no LS é capaz de indicar a intensidade da lesão articular e, ao mesmo tempo, é uma técnica sensível capaz de detectar processos inflamatórios discretos. Portanto, a determinação da concentração de Ni no LS de animais acometidos por DA é capaz de indicar a presença de inflamação articular nesses pacientes.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados 35 muares de um criatório situado no município de Várzea da Palma-MG. Os animais, com idade entre cinco e 20 meses, oriundos de cruzamentos de dois jumentos da raça Pega com éguas da raça Mangalarga Marchador, Appaloosa e sem raça definida nasceram durante as estações reprodutivas 2007-2008 (oito animais) e 2008-2009 (27 animais). A geração mais velha será denominada G1 e a geração nascida na estação de reprodutiva 2008-2009 será nomeada G2.

Através de inspeção clínica, foram triados os muares portadores de DA no carpo, sendo que quatro pertenciam à G1 e nove à G2. Estes foram transportados para uma propriedade em Santa Luzia-MG para tratamento. No local esses muares foram medicados contra endo e ectoparasitas e alocados em piquetes de 3.000m².

4.1 Delineamento experimental

O tratamento de cada membro acometido por DA no carpo foi instituído de acordo com a sua intensidade determinada em graus, conforme recomendado por Auer e von Rechenberg (2006). Para isso, foi obtida radiografia digital em projeção dorsopalmar do carpo dos muares através da utilização de emissor de raios-X *Dong-A Ray* e *scanner Scan-X*.

A mensuração geométrica realizada para determinar o desvio da articulação cárpica foi feita com auxílio de ferramentas do *software TigerView CD Viewer*[®] e está ilustrada abaixo (Figura 2).

Baseado no ângulo mensurado no dia da instituição dos tratamentos, o membro poderia ser submetido a uns dos protocolos de tratamento, que eram: tratamento conservativo (TC), transecção e elevação de periósteo (TEP) ou TEP associada à colocação de grampo trans-fisário (GTF).

A angulação adotada para a instituição de cada protocolo de tratamento está descrita na Tabela 1.

Os animais que necessitaram de tratamento cirúrgico foram operados no Hospital Veterinário da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (HV-UFMG), Belo Horizonte-MG.

4.2 Casqueamento Corretivo

O casqueamento corretivo foi realizado em todos os animais de cada grupo para promover distribuição homogênea de forças no casco. O procedimento seguiu as recomendações de Greet e Curtis (2003). Após a inspeção dos cascos, as regiões mais longas foram aparadas. Objetivou-se equilibrar os talões e corrigir o comprimento das pinças.

Nos animais que demandaram tratamento cirúrgico, o primeiro casqueamento corretivo foi realizado durante a recuperação anestésica. Nas demais situações, os animais foram sedados com xilazina (1,5mg/kg) e contidos fisicamente com auxílio de cachimbo e cordas, quando necessário. Os casqueamentos corretivos foram repetidos em todos os animais após 30 e 60 dias do primeiro casqueamento. Nos dois animais em que se fez necessária a remoção dos grampos trans-fisários, o terceiro casqueamento também foi realizado durante a recuperação anestésica.

4.3 Período pré-operatório

No dia anterior à cirurgia, realizaram-se exame clínico e colheita de amostra de sangue de cada animal para realização de

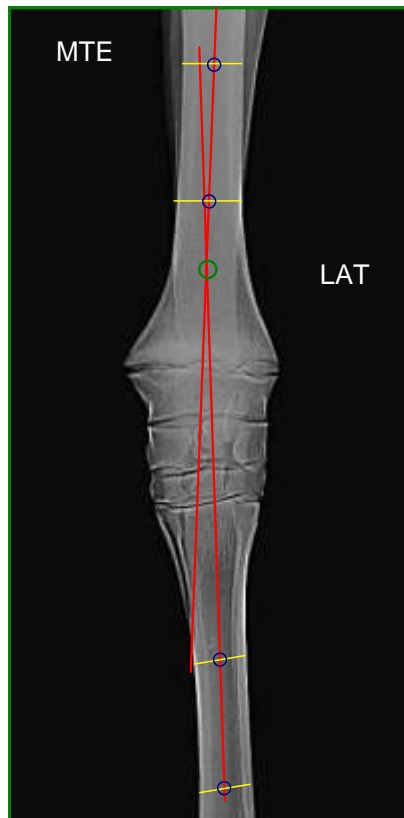


FIGURA 2 – A radiografia digital dorsopalmar do carpo esquerdo de muar ilustra o método utilizado para mensurar o desvio angular. Dois segmentos de reta amarelos foram traçados no sentido transversal de cada osso para determinar os seus pontos médios (círculos azuis). Estes pontos serviram como referência para que fosse traçado um segmento de reta ao longo do eixo axial de cada osso (linhas vermelhas). O ângulo agudo formado entre os segmentos de reta vermelhos foi o ângulo mensurado para determinar o desvio angular, sendo o seu vértice o ponto circulado em verde. Todas as retas e a mensuração do ângulo foi realizada com ferramentas do *software* TigerView CD Viewer®. (MTE: membro torácico esquerdo; LAT: lateral).

TABELA 1 – Valores em graus do desvio angular da região do carpo adotados para a instituição de cada tipo de tratamento de deformidades angulares do carpo de muares.

Tratamento	Ângulo	Tratamento
TC	$\leq 3^\circ$	Casqueamento corretivo
TEP	$>3^\circ$ e $\leq 7^\circ$	Transecção e elevação de perióstio + casqueamento corretivo
GTF	$>7^\circ$	Elevação e transecção cirúrgicas de perióstio + grampo trans-fisário + casqueamento corretivo

hemograma, determinação de proteína plasmática total e perfis hepático e renal. Além disso, instituiu-se jejum alimentar e hídrico de 12 e 2 horas, respectivamente.

4.4 Protocolo Anestésico

Os animais foram pré-medicados com 0,8mg/kg/IV de xilazina e 0,08mg/kg/IV de diazepam após cinco minutos. Decorridos mais cinco minutos foi administrada 2mg/kg/IV de cetamina para promover a indução anestésica. Após a indução, a veia jugular foi cânulada com cateter 14G para manutenção anestésica por infusão contínua. A solução utilizada era composta por 50g de éter gliceril guaiacol (EGG), 500mg de xilazina e 1g de cetamina, diluídos em 1L de solução glicosada a 5%. A taxa de infusão intituída foi de 2 a 4mL/kg/h.

4.5 Técnicas cirúrgicas

Após a realização da tricotomia, foi utilizada bandagem de Smarch para promover hemostasia, sendo que o garrote foi feito sobre a metáfise proximal do rádio. Em seguida, realizou-se antisepsia com povidine degermante e, posteriormente, álcool iodado, sendo a sequência repetida três vezes.

4.5.1 Transecção e elevação de periósteo do rádio

Com o auxílio de uma agulha hipodérmica 30X0,8mm foi determinada a localização da placa epifisária distal na face côncava do rádio. Quando o procedimento era realizado na face lateral do rádio (*Carpus valgus*), foi feita incisão longitudinal na pele e subcutâneo até que o periósteo fosse visualizado. A incisão realizada caudalmente ao tendão extensor lateral do dedo com aproximadamente 3cm de extensão foi interrompida logo acima da placa epifisária. Em seguida, com o auxílio

de uma pinça hemostática curva, o tecido subcutâneo foi separado do periósteo cranial e caudalmente à borda distal da incisão. Consequentemente, foi formado um espaço entre o periósteo e a pele, que se estendeu da face cranial à face caudal do rádio. Após isso, realizou-se incisão no periósteo em forma de “T” invertido e a elevação do periósteo de acordo com Auer e von Rechenberg (2006). Após o reposicionamento do periósteo, foi realizada a secção da ulna rudimentar conforme recomendação dos mesmos autores. A sutura do tecido subcutâneo foi realizada em padrão festonado com fio categute cromado 2-0. O mesmo fio foi utilizado na sutura intradérmica da pele, feita em padrão *Cushing*. Após ser finalizado, cada plano de sutura foi tratado com rifamicina tópica 1%, na ferida cirúrgica.

Quando a elevação do periósteo foi realizada na face medial do membro (*Carpus varus*), a incisão foi feita na face medial do rádio, seguindo-se os mesmos procedimentos descritos para a face lateral, exceto a secção da ulna rudimentar.

4.5.2 Colocação de grampos de aço inox trans-epifisários

A realização do procedimento foi realizada apenas na face lateral do membro (*Carpus varus*). A incisão localizou-se caudalmente ao tendão extensor lateral e foi feita no sentido longitudinal do membro com 4cm de extensão, de modo que a placa epifisária ficasse localizada no centro da mesma. A incisão foi aprofundada até atingir o tecido subcutâneo e periósteo.

Os grampos utilizados foram confeccionados de acordo com as recomendações de Caston et al. (2007) e mediam 3cm. Com o auxílio de propulsor de grampos e martelo ortopédico, os grampos foram cravados acompanhando o sentido da incisão, de maneira que a placa epifisária se localizasse entre as pontas do

grampo. Em seguida, foi realizada a sutura do tecido subcutâneo e da pele conforme descrito anteriormente. Todos os grampos foram retirados após 60 dias da sua colocação. Para isso, os animais foram submetidos ao mesmo o mesmo protocolo anestésico utilizado para a sua colocação. Para a remoção dos grampos, foi realizada incisão sobre a cicatriz da incisão anterior. Em seguida, o grampo foi localizado através de palpação indireta feita com pinça hemostática e removido com auxílio de um osteótomo.

4.6 Pós-operatório imediato

Após a sutura, foi colocada sobre a ferida cirúrgica gaze estéril enrolada e embebida com rifamicina tópica 1%. Em seguida, foi feita bandagem composta por uma camada de algodão hidrófobo envolto por atadura de crepon de 12 fios com 15 cm de largura que foi recoberta por uma bandagem elástica auto-aderente¹. Essa bandagem permaneceu no local por até dez dias.

Durante o período pós-operatório, os animais submetidos à cirurgia foram mantidos por dez dias em cocheiras com cama de maravalha, alimentados com capim *Panicum maximum* e ração a base de farelo de milho e de soja acrescida de núcleo mineral equino². Os muare receberam por via oral sulfametoxazol (25mg/kg SID) por cinco dias e fenilbutazona (4,4mg/kg SID) por três dias.

Neste período de dez dias, foi feita análise do processo cicatricial das feridas cirúrgicas. Além disso, os animais foram avaliados em relação à manifestação de dor, claudicação e edema de membro. Após a retirada das bandagens, os animais foram encaminhados de volta à propriedade em Santa Luzia-MG, onde as feridas cirúrgicas

foram reavaliadas após 30 e 60 dias da realização das cirúrgias.

4.7 Biópsia

Nos animais tratados cirurgicamente, foi realizada biópsia da placa epifisária durante a cirurgia. Para isso, utilizou-se agulha do tipo *Jamshidi* com 20cm de comprimento por 0,5cm de diâmetro. Após a incisão demandada pela cirurgia realizada, a agulha foi colocada proximalmente à placa epifisária com angulação de aproximadamente 30° em relação ao eixo axial do rádio. Nos casos onde foram realizados procedimentos em ambas as faces do membro, a biópsia foi feita na face lateral. Em seguida, a agulha foi introduzida no sentido proximodistal até se perceber a redução da resistência para a sua introdução, indicando que a placa epifisária fora atingida. Após o que, a agulha foi introduzida mais 1cm e, em seguida, removida. Os fragmentos ósseos foram retirados da agulha com o auxílio do mandril e fixados em solução de formol tamponado a 10%.

Foi objetivo do exame histológico das biópsias avaliar a morfologia dos condrócitos e a sua distribuição nas zonas de diferenciação da cartilagem epifisária. Para isso, as amostras foram descalcificadas por sete dias em solução de ácido fórmico, trocada a cada dois dias, e lavadas em água corrente por 24 horas. Em seguida, foi feito o processamento rotineiro de inclusão das amostras em parafina, que foram coradas em hematoxilina e eosina. A composição da solução de ácido fórmico e o protocolo utilizado no processamento de inclusão e coloração das lâminas está descrito em detalhes no Anexo 1.

4.8 Resposta ao tratamento

Para acompanhar a resposta dos muare ao tratamento foram realizados exames radiológicos e do líquido sinovial (LS)

¹ Co-Flex® - Andover Healthcare, Salisbury/EUA.

² Prodap®, Belo Horizonte, Brasil.

seriados. Os exames radiológicos foram realizados 45 dias antes (T0), no dia anterior (T1) e com 30 (T2) e 60 (T3) dias após a instituição dos tratamentos. A colheita de LS foi realizada apenas em T1, T2 e T3.

Devido a impossibilidades, não foram realizados o exame radiológico e a colheita de LS no momento T1 em quatro animais (oito membros) do grupo TC. O número de exames radiológicos e de LS também foi comprometido no grupo TC nos tempos T2 e T3, devido ao fato de um dos animais alocado nesse grupo ter morrido.

4.8.1 Exame radiológico

De cada membro, foi obtida radiografia digital dorsopalmar da região do carpo com o equipamento descrito acima. Em todas as radiografias a mensuração geométrica descrita anteriormente na Figura 1 foi realizada. Além disso, foram avaliados: tipo de DA, conformação dos ossos cárpicos, presença de osteófitos, proeminências proliferativas, pontes de exostoses, esclerose subcondral, cisto do osso subcondral, osteocondrose, osteocondrite dissecante, alargamento da metáfise distal, linhas de calcificação na placa epifisária e desalinhamento entre as superfícies articulares dos metacarpianos II e IV (Pharr e Fretz, 1981).

Para avaliar a influência da DA do carpo sobre a DA do boleto, foi realizada radiografia digital dorsopalmar da articulação em questão. Nestas radiografias, foram avaliados os mesmos parâmetros citados anteriormente. Além disso, também foi determinada a angulação dessa articulação através de ferramentas do *software* TigerView CD Viewer®.

Também foi mensurado o ângulo de referência 1 (AR1) formado entre a superfície articular distal do rádio e a extremidade da metáfise distal situada na

face convexa do osso. Foi aferido ainda o ângulo de referência 2 (AR2), sendo nesta situação utilizada como referência a extremidade da metáfise distal localizada na face côncava do membro. Isso foi feito para avaliar o efeito da DA sobre a largura da metáfise distal do rádio no lado côncavo e convexo do membro. Além disso, foi mensurado o ângulo de referência 3 (AR3) formado entre a placa epifisária e a superfície articular distais do rádio, com o objetivo de determinar influência da DA sobre a relação entre as alturas dos lados côncavo e convexo da epífise. Os ângulos mensurados estão exemplificados na Figura 3.

4.8.2 Exame do líquido sinovial

Amostras de LS da articulação carpometacárpica de cada membro foram colhidas imediatamente antes do procedimento cirúrgico. Nos animais que não demandaram cirurgia, a colheita foi realizada antes do primeiro casqueamento (D0). Nessas situações, os animais foram sedados com xilazina (1,5mg/kg) e contidos de maneira mecânica com auxílio de cachimbo e cordas, quando necessário. Nos animais que foram submetidos à nova cirurgia Amostras de LS da articulação carpometacárpica de cada membro foram colhidas imediatamente antes do procedimento cirúrgico. Nos animais que não demandaram cirurgia, a colheita foi realizada antes do primeiro casqueamento (D0). Nessas situações, os animais foram sedados com xilazina (1,5mg/kg) e contidos de maneira mecânica com auxílio de cachimbo e cordas, quando necessário. Nos animais que foram submetidos à nova cirurgia para retirada de grampos trans-fisários, a última colheita (D60) também foi realizada antes do início do procedimento.

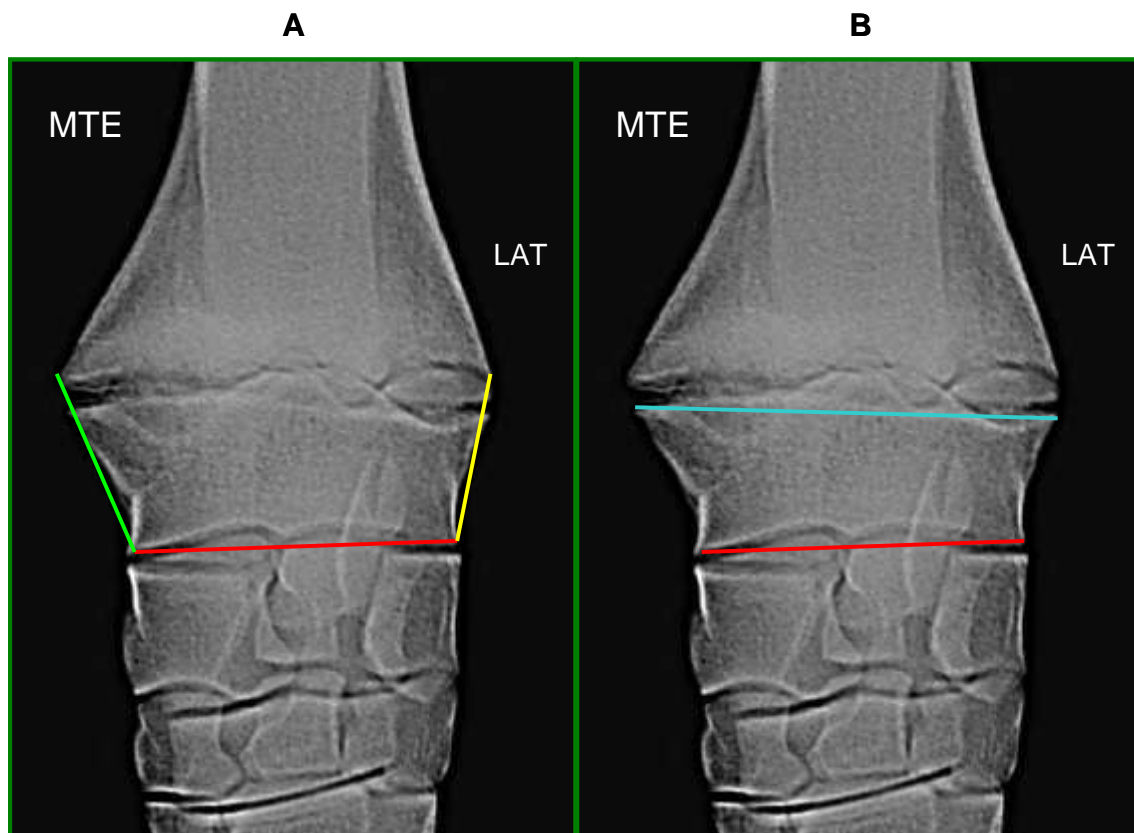


FIGURA 3 – Radiografias digitais dorsopalmares do carpo esquerdo de muar portador de DA *valgus*. A) O ângulo de referência 1 (AR1) é formado entre a superfície articular do rádio (segmento de reta vermelho) e a extremidade da metáfise localizada na face convexa do membro (segmento de reta verde), enquanto o ângulo de referência 2 (AR2) é formado entre a superfície articular do rádio (segmento de reta vermelho) e a extremidade da metáfise localizada na face côncava do membro (segmento de reta amarelo). B) O ângulo de referência 3 (AR3) é formado entre a superfície articular do rádio (segmento de reta vermelho) e a placa epifisária (segmento de reta azul). As mensurações foram feitas com auxílio de ferramentas do *software* Tiger View CD[®]. (MTE: membro torácico esquerdo; LAT: lateral).

Depois de realizada antissepsia com povidine degermante e álcool-iodado foram colhidos 3mL de LS da articulação com auxílio de seringa descartável de 10mL e agulha hipodérmica 30X0,8mm. Em seguida, o LS foi transferido para um tubo de vidro com EDTA com capacidade para 5mL. Após ser homogeneizado, 1,5mL de LS foi transferido para criotubo e congelado a -80°C para análise posterior de nitrito (Ni). Nas colheitas realizadas a campo, o criotubo foi submerso em

nitrogênio líquido e transportado até o HV-UFG, onde foi transferido para freezer a -80°C. O volume remanescente no tubo com EDTA foi resfriado a 5°C e transportado ao Laboratório de Patologia Clínica da Escola de Veterinária da UFG para exame de rotina do LS, sendo avaliadas as seguintes variáveis: tixotropia, viscosidade, teste de mucina, cores e turbidez pré e pós-centrifugação e proteínas totais.

A análise de Ni foi feita através da reação colorimétrica de Griess, adaptada à descrita por Adarmes et al. (2009). As amostras foram incubadas em estufa de 37°C *overnight* com coquetel enzimático composto por nitrato redutase, Sal hidratado dissódico de flavina adenina dinucleotídeo (FAD) e Sal tetrasódico reduzido de β -nicotinamida adenina dinucleotídeo 2-fosfato (NADPH).. Em seguida, foi realizada desproteïnização com solução de óxido de zinco a 30%. No sobrenadante foi adicionada a solução de Griess e, após dez minutos, foi feita leitura em espectrofotômetro a 540nm. Para a realização da curva padrão foi utilizada solução base de nitrito de sódio 1mM. A confecção da curva foi feita com concentrações variando entre 0,31 e 78 μ mol/L de nitrito, com precisão de 98,77%. A metodologia utilizada está descrita em detalhes no Anexo 2.

4.9 Dados zootécnicos e nutrição

Para avaliar a possibilidade de influência de manejo, de trabalho e nutricional no desenvolvimento das deformidades angulares nos muares foi investigada presença de fatores causadores de DA no criatório dos animais em Várzea da Palma-MG, dentre eles idade ao desmame, área de criação, oferta de concentrados, disponibilidade de sal mineral, além de particularidades do treinamento dos muares, no criatório em Várzea da Palma-MG

4.10 Análise estatística

Neste experimento o membro foi considerado como unidade experimental. As variáveis paramétricas, exceto a angulação da DA do carpo, foram estudadas utilizando-se delineamento inteiramente casualizado com arranjo em parcelas subdivididas, sendo os tratamentos as parcelas e os tempos as subparcelas. A angulação da DA da articulação do carpo

foi estudada através de delineamento inteiramente casualizado com covariância em arranjo em parcelas subdivididas, sendo os tratamentos as parcelas e os tempos as subparcelas. As médias foram comparadas pelo teste t-Student ou Tukey. Para os dados não paramétricos, os tratamentos foram comparados em cada tempo pelo teste de Kruskal-Wallis e os tempos foram comparados em cada tratamento pelo teste de Friedman. Nesse caso as médias foram comparadas pelo teste de Dunn. A verificação de ocorrência de correlações entre variáveis paramétricas foi feita pelo método de Pearson, enquanto as verificações entre variáveis não paramétricas e entre variáveis paramétrica e não paramétrica foram realizadas pelo método de Spearman. O nível de significância foi fixado em $P \leq 0,05$. Os achados radiológicos e dados referentes à incidência das deformidades angulares foram feitos através de estatística descritiva.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Histórico obtido através do levantamento realizado no criatório

No criatório de Várzea da Palma-MG, as éguas prenhes eram mantidas em sistema de pastejo rotacionado em piquetes com área de 7ha. Na metade dos piquetes a forrageira presente era o capim *Andropogon gayanus* enquanto na outra metade era cultivada a *Brachiaria humidicola*. O parâmetro para a entrada e saída dos animais nos piquetes era a altura da forrageira, sendo 1,2m e 0,8m, respectivamente. A única suplementação oferecida era o sal mineral na época das chuvas e o sal mineral proteinado na época da seca. Os suplementos eram fabricados pela Prodap® e eram disponibilizados para os animais em todos os piquetes.

Aproximadamente sete dias antes do parto, as éguas eram transferidas para um piquete maternidade onde permaneciam até cinco

dias após o parto. Após esse período as éguas eram reintroduzidas ao plantel. Não foram relatados problemas de parto e deformidades angulares ao nascimento.

Os muares recém-nascidos, pesando entre 30 e 45kg, eram mantidos sob o mesmo manejo de pastejo rotacionado das éguas e tinham acesso à mesma suplementação mineral até os cinco meses de idade quando eram desmamados. Após o desmame era formado um novo lote, mantido sob o mesmo manejo.

Devido à disponibilidade de piquetes, os muares da G1 permaneceram durante o primeiro ano de vida apenas em piquetes de *Brachiaria humidicola*. Com o início dos nascimentos da G2, todos os potros foram agrupados e iniciou-se o pastejo rotacionado em piquetes de *Brachiaria humidicola* e *Andropogon gayanus*. A suplementação mineral era a mesma disponível às éguas.

Por volta dos quatro meses de idade todos os potros foram submetidos à exercícios forçados em redondel para adquirirem massa muscular (Figura 4). Este possuía 16m de diâmetro e piso de areia, com profundidade aproximada entre 10 e 15cm. Os animais eram exercitados durante uma hora por dia, seis vezes na semana. Este protocolo de exercício foi instituído por três semanas. Os animais da G1 ainda foram submetidos novamente à mesma sequência de exercícios quando os animais da G2 começaram a ser exercitados.

As deformidades angulares foram notadas pelos funcionários durante o treinamento da G2, tanto nos animais dessa geração com nos muares da G1. Entretanto, os funcionários da propriedade não souberam informar se os animais da G1 já apresentavam DA no momento em que foram submetidos ao segundo protocolo de treinamento. Quando as deformidades

angulares foram evidenciadas, o treinamento dos animais foi suspenso.

A ausência de distocia e de colapso dos ossos cuboidais nas radiografias eliminam a possibilidade de influência de fatores congênitos nas DA dos muares avaliados (Bertone 2002; Witte e Hunt, 2009). Além disso, os funcionários perceberam o surgimento de DA concomitantemente com o decorrer do treinamento dos animais. Apesar de não ser atribuído ao trauma proveniente do exercício o papel de agente primário (McIlwraith, 2004), foi evidente que a instituição do treinamento nos muares jovens foi o fator desencadeante para a ocorrência de DA adquirida no rebanho estudado.

O protocolo de treinamento ao qual os muares foram submetidos consistia de exercícios diário e com tempo controlado, porém esses animais não foram adaptados gradativamente ao estresse biomecânico causado pelo trauma do exercício, o que caracteriza o método utilizado como irregular. Exercícios irregulares aumentam em 2,8 vezes a chance de um potro desenvolver DOD (Lepeule et al., 2009). O fato dos muares terem sido criados em piquetes grandes também pode ter influenciado na ocorrência de DA, uma vez que potros criados em pastagens apresentam maiores chances de serem acometidos pela afecção devido à sua maior movimentação (Lepeule et al., 2009).

Uma vez que não era fornecido aos muares e as éguas alimentos concentrados em energia, foi descartada a possibilidade do excesso de energia ter influenciado a ocorrência de DA nos muares deste estudo. Embora os animais tivessem acesso a sal mineral nos cochos, pode ter ocorrido deficiência de cálcio devido à particularidades de uma das forrageiras presentes nos piquetes. Acredita-se que essa deficiência possa ter contribuído para a instalação da afecção no rebanho.



FIGURA 4 – Vista parcial do redondel existente na Fazenda de Várzea da Palma- MG onde os muares eram exercitados.

A *Brachiaria humidicola* é uma gramínea que apresenta teor elevado de oxalato (Puoli Filho et al., 1999). Este sal torna o cálcio do alimento indisponível (Savage e Lewis, 2002), acarretando em deficiência de cálcio. Baixa relação cálcio:fósforo interfere no processo de ossificação endocondral predispondo à displasia fisária (Aldred, 1998). Além disso, foram observados sinais de desmineralização óssea em potros da raça Quarto-de-Milha mantidos por um ano em pastagens de *Brachiaria humidicola*. Estes sinais foram observados inclusive nos animais que receberam suplementação de cálcio até duas vezes maior do que a recomendada pelo NRC de 1989 (Puoli Filho et al., 1999). Portanto, pode ter ocorrido deficiência de cálcio nos muares, mesmo que a suplementação de sal mineralizado comercial tenha sido realizada.

Pelas informações levantadas e analisadas, acredita-se que a DA adquirida pelos muares foi desencadeada pelo protocolo de treinamento instituído e predisposta pela provável deficiência de cálcio decorrente do

teor de oxalato presente na *Brachiaria humidicola*.

5.2 Incidência das deformidades angulares

Dos 35 muares triados por inspeção clínica, 13 (37,1%) apresentaram DA bilateral na articulação cárpica, sendo quatro pertencentes a G1 e nove a G2. A incidência de DA foi de 50% na G1 e de 33,3% na G2, enquanto a idade média no dia da instituição dos tratamentos nos animais foi de 20 meses na G1 e 7,9 meses na G2.

Entre os animais portadores de DA, 66,9% apresentaram *Carpus valgus* e 23,1% *Carpus varus*, sendo que cada muar apresentava o mesmo tipo de DA em ambos os membros. O número de animais portadores de DA, quantidade de membros acometidos e o tipo de DA estão especificados para cada geração na Tabela 2.

TABELA 2 – Número absoluto de muares e de membros acometidos por DA no carpo em cada grupo de tratamento distribuídos em cada geração de nascimento. Os valores percentuais do tipo de DA são referentes ao número total de membros acometidos em cada grupo.

Grupo	Nº de animais			Nº de membros			% de <i>valgus</i>			% de <i>varus</i>		
	G1	G2	Tota I	G1	G2	Tota I	G1	G2	Tota I	G1	G2	Tota I
TC	2	7	9	3	12	15	20	80	100	0	0	0
TEP	1	4	5	1	6	7	14,3	57,1	71,4	0	28,6	28,6
GTF	0	2	2	0	4	4	0	0	0	100	0	100
TOTAL	3	13	16*	4	22	26	-	-	-	-	-	-

TC: Tratamento conservativo; TEP: Transecção e elevação de periósteo; GTF: Associação da transecção e elevação de periósteo à colocação de grampo trans-fisário.

*O total de animais acometidos por DA no carpo foi maior do que o descrito no texto (13 animais) porque em três muares foi instituído um tipo de tratamento para cada membro. Em um animal da G1 e em dois da G2, todos portadores de *Carpus valgus*, um membro foi alocado no grupo TC e o outro no grupo TEP.

Estudos epidemiológicos de incidência de DA em equinos mostraram índices elevados da afecção, entre 62,1 e 80% (Aldred, 1998; O'Donohue et al., 1992). Essas taxas são superiores do que as observadas entre os muares do presente trabalho. Isso ocorreu porque nos estudos citados foi considerada a ocorrência de DA em outras articulações dos equinos estudados. O fato de terem sido consideradas apenas as DA do carpo nos muares indica que a incidência de DA na população avaliada no presente estudo pode estar subestimada.

A incidência de DA observada entre os muares (37,1%) do presente estudo apresentou valor próximo ao observado por Rieck et al. (2000). Foi observado que 31,6% dos potros da raça Puro Sangue Inglês com 30 dias de idade foram acometidos por DA (Rieck et al., 2000). Entretanto, a comparação entre os estudos deve ser feita com cautela. A diferença de idade entre os animais de cada experimento indica a ocorrência de dois tipos diferentes de DA. Rieck et al. (2000) atribuíram

caráter congênito à ocorrência de DA nos animais do seu estudo, enquanto a observada nos muares deste trabalho teve caráter adquirido, tendo em vista a ausência de distocia, o trauma biomecânico relatados e a provável deficiência de cálcio.

A incidência de DA foi maior nos muares da G1 do que da G2, o que pode ser explicado pelo fato dos animais nascidos na G1 terem sido submetidos a maior tempo de pastejo em *Brachiaria humidicola*, o que acarretaria em deficiência de cálcio mais intensa nestes animais. Dessa forma, a deficiência de cálcio observada em equinos que pastejam essa forrageira (Puoli Filho et al., 1999) pode ter ocorrido de maneira mais intensa nos muares da G1. Entretanto, efeitos relativos ao pastejo de *Brachiaria humidicola* sobre a incidência de DOD ainda não foi descrito em muares.

A incidência dos tipos de DA presente no carpo dos muares é próxima às descritas em equinos. A deformidade *Carpus valgus* é a mais comum observada nos equinos,

portanto a mais observada no carpo (Bramlage e Auer, 2006). Em alguns casos, é o único tipo de DA observada nessa articulação (Rieck et al., 2000). Em estudos realizados através de casuística hospitalar foi observado que a incidência de *Carpus valgus* é de duas a seis vezes maior que a incidência de *Carpus varus* (Bertone, 1985; Kay et al., 2005; Pharr e Fretz, 1981). Entre os muares, a incidência de *Carpus valgus* foi 2,9 vezes maior do que a de *Carpus varus*. Portanto, a proporção entre as DA que ocorreram no carpo dos muares está de acordo com os valores descritos em equinos.

A necessidade de alguma modalidade de tratamento em 37,1% dos muares assemelha com a descrita para equinos (Aldred, 1998; O'Donohue et al., 1992). Porém, a demanda por tratamento cirúrgico dos muares acometidos (53,8%) foi 6,7 vezes maior do que a observada nos equinos referidos por Aldred (1998). Porém, este valor pode ter sido superestimado. Devido ao temperamento dos muares no momento da triagem, não foi possível realizar as recomendações preconizadas por Roberts et al. (2009) para realização de exame clínico preciso. Isto pode ter colaborado para que DA mais discretas não fossem diagnosticadas, acarretando em valores superestimados de DA intensas que demandam tratamento cirúrgico.

A incidência de DA no carpo dos muares se comportou de maneira semelhante à relatada na literatura para equinos, com exceção da necessidade de tratamento cirúrgico, que foi maior nos muares.

Todos os membros acometidos por DA na articulação do carpo apresentaram, também, DA no boleto. Observou-se a ocorrência da DA *varus* em 84,6% destas articulações, enquanto 15,4% apresentaram DA *valgus*. A incidência destas está descrita na Tabela 3.

Um animal portador de *Carpus valgus* nascido na G2 com um membro alocado no grupo TC e o outro no TEP apresentou DA *valgus* nas dois boletos. Dois muares acometidos por *Carpus varus*, sendo um nascido na G1 com membros alocados no grupo GTF e outro nascido na G2 com membros alocados no grupo TEP, apresentaram DA *varus* na articulação metacarpofalangeana. Em geral, os equinos portadores de *Carpus valgus* apresentam DA *varus* na articulação metacarpofalangeana, enquanto potros acometidos por *Carpus varus* a articulação metacarpofalangeana foi acometida por DA *valgus* (Bramlage e Auer, 2006; Witte e Hunt, 2009). Isso caracteriza a ocorrência de desvios compensatórios entre as duas articulações (Auer e von Rechenberg, 2006). Esta relação entre as DA do carpo e da articulação metacarpofalangeana foi observada em dez dos treze animais em ambos os membros. Portanto, nos muares desse estudo foi observada a ocorrência de desvios compensatórios de maneira semelhante à observada nos equinos.

Não foram instituídos tratamentos com o objetivo de corrigir as DA da articulação metacarpofalangeana devido à idade dos animais. Na placa epifisária dessa articulação, o período de maior taxa de crescimento ocorre até os três meses de idade, sendo que a partir dos seis meses alguns animais já as apresentam fechadas (Witte e Hunt, 2009). Os muares da G2, com média de idade 7,9 meses, ainda apresentavam as placas epifisárias abertas, porém foi considerado que o potencial remanescente de crescimento era limitado para proporcionar resultados satisfatórios, independentemente da modalidade de tratamento. Isso foi confirmado pelas radiografias que mostraram fechamento das placas de crescimento durante o período experimental.

TABELA 3 – Incidência, em porcentagem (%), de deformidades angulares (DA) no boleto de muares distribuídas em grupos de acordo com a angulação da DA do carpo do membro correspondente.

Grupo	% de DA <i>valgus</i>			% de DA <i>varus</i>		
	G1	G2	Total	G1	G2	Total
TC	0	6,7	6,7	20	73,3	93,3
TEP	0	14,3	14,3	14,3	71,4	85,7
GTF	50	0	50	50	0	50

TC: Tratamento conservativo; TEP: Transecção e elevação de periósteo; GTF: Associação da transecção e elevação de periósteo à colocação de grampo trans-fisário; G1: Geração 1; G2: Geração 2.

5.3 Anestesia

O protocolo de anestesia mostrou-se satisfatório, sendo o mesmo utilizado na rotina de equinos no HV-UFGM para procedimentos cirúrgicos de curta duração. Apesar de recomendado o aumento da dose de xilazina e cetamina em 50% para muares em relação às doses utilizadas em equinos (Reagle, 2006), foi observado que as mesmas doses utilizadas em equinos foram satisfatórias para promover sedação e indução anestésica nos muares. Porém, o tempo de recuperação anestésica dos muares foi, em média, 5 vezes maior do que o observado nos equinos da rotina. É recomendado que a dose de EGG para muares seja de apenas 40% menor do que a utilizada em equinos (Reagle, 2006). O aumento do tempo de recuperação observado nos muares deste estudo foi atribuído à sobredose de EGG decorrente da utilização da dose recomendada para equinos. Muares submetidos a protocolos de anestesia intravenosa de curta duração com a dose de EGG recomendada para a espécie recuperaram da anestesia em tempo médio de 36 minutos (Carmona et al., 2007), sendo este valor semelhante ao

observado nos equinos anestesiados no HV-UFGM.

Durante a manutenção anestésica ocorreu um óbito. Tal ocorrência teve caráter acidental. Este animal pertencia ao grupo TC e havia sido submetido à anestesia geral para a realização de biópsia da placa epifisária. Após cinco minutos do início da manutenção anestésica notou-se parada cardiorespiratória no paciente. Foram feitas tentativas de ressuscitação sem resultados satisfatórios. Não foram observadas alterações dignas de nota nos exames pré-operatórios e na necrópsia deste animal. Devido ao ocorrido, optou-se pela não realização de biópsia da placa epifisária dos animais do grupo TC, para evitar riscos anestésicos desnecessários.

5.4 Resposta aos protocolos de tratamento

A avaliação da resposta ao tratamento foi feita através da variação da angulação da DA da região do carpo de cada membro. A variação da angulação da DA em função dos tratamentos instituídos está descrita na Figura 5.

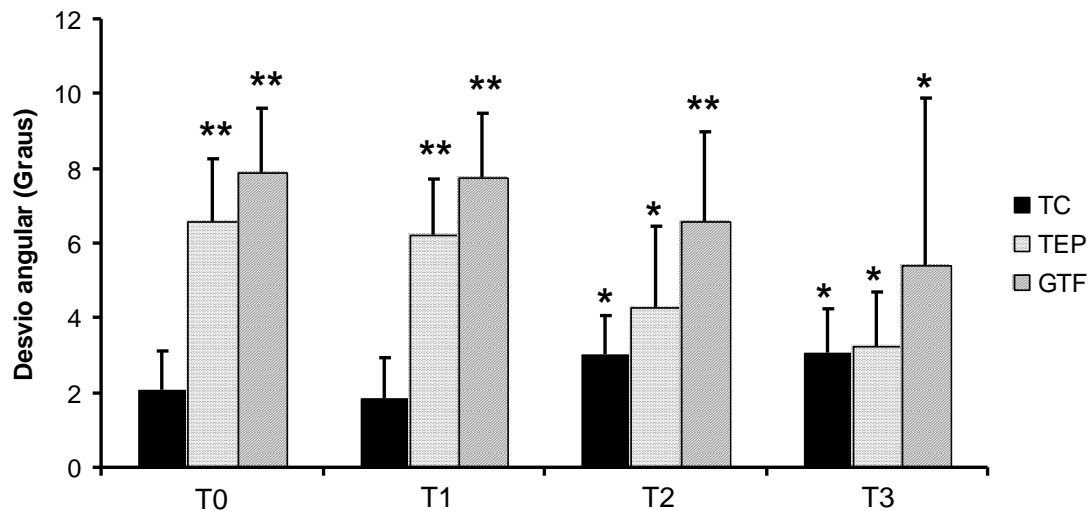


FIGURA 5 - Média (\pm DPM) do desvio angular da articulação do carpo, em graus, de muares portadores de DA (TC: Tratamento conservativo; TEP: Transecção e elevação de periósteo, GTF: Grampo trans-fisário) aos 45 dias antes do início do tratamento (T0), no dia do tratamento (T1) e após 30 (T2) e 60 dias da sua instituição (T3) e em função dos diferentes tratamentos. (*) – Diferença significativa em um mesmo grupo ao longo do tempo. (**) – Diferença significativa entre grupos dentro de um mesmo período de tempo.

Não foi observada melhora significativa em nenhum dos três grupos durante os 45 dias que antecederam a instituição dos tratamentos. Slone et al. (2000) descreveram que equinos com DA menor que 8° respondem ao tratamento conservativo. A restrição de movimento associada ao casqueamento corretivo foi capaz de corrigir DA do carpo em animais com DA de 13° (Read et al., 2002). Os muares do presente trabalho acometidos por DA eram mantidos em piquetes de 7ha, sendo que a partir do início do experimento eles foram transferidos para piquete menor, com área de 3.000m^2 . Apenas essa restrição de espaço não foi suficiente para promover redução da angulação do carpo, pois se recomenda que os animais sejam alocados em baias. (Auer e von Rechenberg, 2006; Witte e Hunt, 2009). Além disso, os equinos que apresentaram resultados frente ao tratamento conservativo eram mais jovens do que os muares estudados (Read et

al., 2002). Portanto, os muares portadores de DA na articulação cárpica com angulação superior a 3° e com média de idade de 6,4 meses mantidos em piquetes não apresentaram redução espontânea da DA.

Nos animais do grupo TC foi observado aumento significativo da angulação do membro após a instituição do casqueamento corretivo em T1. Isso é explicado pelo aumento do desvio dos membros dos três animais que tiveram um membro alocado no grupo TC e o outro no grupo TEP. Foi observado aumento de $1,1^\circ$ no grupo TC após um mês do início do tratamento, sendo que a angulação se manteve estável até o final do período de monitoração. Auer e Martens (1982) relataram aumento de $1,7^\circ$ na angulação dos membros não operados após 60 dias da cirurgia no membro contralateral. Entretanto, foi relatado que o aumento foi gradativo e significativo ao

longo do tempo, o que não ocorreu nos muares deste trabalho. O fato dos animais terem sido mantidos em piquetes no período pós-operatório também pode ter contribuído para o aumento do desvio devido à movimentação dos animais, como considerado por Auer e Martens (1982).

Nos membros submetidos apenas à TEP foi observada redução significativa do desvio. No primeiro mês após a cirurgia, foi observada redução média de 2° na angulação. Auer e Martens (1982) relataram redução de 1,8° durante o mesmo período. Neste estudo a angulação inicial era 6,83° e após três meses diminuiu para 3,7°, ou seja, houve redução de 3,2°. Entre os muares, a redução observada após dois meses de cirurgia foi de 3°. Apesar dos valores serem próximos entre os dois estudos, a diferença de idade entre os animais e o tempo de resposta ao procedimento devem ser considerados. Ainda, o fato dos animais terem sido mantidos em piquetes não impediu a redução da DA, o que também foi observado por Auer e Martens (1982).

A realização de qualquer método de tratamento de DA após o período em que a taxa de atividade da placa epifisária é máxima diminui a possibilidade de resultados satisfatórios. Na placa epifisária distal do rádio de equinos a atividade máxima ocorre até os oito meses de idade (Witte e Hunt, 2009). Dos cinco muares presentes no grupo TEP, quatro pertenciam a G2, ou seja, os mais jovens do grupo tinham média de idade de 7,9 meses. Apesar da idade, os muares submetidos à TEP apresentaram resposta semelhante à observada em potros com idade média de 1,5 meses (Auer e Martens, 1982). Entretanto essa correção foi observada em 60 dias, enquanto o tempo necessário para que a mesma correção fosse atingida no equinos foi de 90 dias (Auer e Martens, 1982). A variação da angulação do carpo de

muares submetidos à TEP não foi relatada na literatura consultada.

Informações referentes à fase de crescimento onde a atividade epifisária é máxima também não foram descritas em muares. Com isso, não é conhecido o período durante o qual os muares portadores de DA respondem melhor à TEP. Pelo fato da resposta dos muares à TEP ser diferente à reportada para equinos, informações de que a TEP apresenta a mesma eficiência que o tratamento conservativo (Slone et al., 2000; READ et al., 2002) devem ser interpretadas com cautela. Nos muares, a TEP foi capaz de reduzir o desvio do carpo de 6,2° para 3,2° em dois meses, apesar da idade dos animais e a sua manutenção em piquetes. Além disso, a angulação obtida foi apenas 0,2° maior do que o considerado fisiológico para equinos (Auer e von Rechenberg, 2006). Portanto, a instituição da TEP em muares com média de idade de 7,9 meses foi capaz de reduzir o desvio angular do carpo em menos tempo do que o relatado nos equinos portadores de DA semelhantes.

A redução de 2,3° da DA decorrente da associação da TEP à colocação do grampo trans-fisário observada nos animais do grupo GTF não foi significativa. A menor redução da angulação em relação à observada ao grupo TEP provavelmente ocorreu devido à idade elevada dos animais. A idade média destes foi de 20 meses. Em equinos, foi observado que o sucesso na redução da DA através da utilização de parafusos trans-fisários tem maior chance de ocorrer quando estes são aplicados até os 12 meses de idade (Witte e Hunt, 2009). A idade elevada está diretamente relacionada à menor taxa de crescimento e, conseqüentemente, à menor resposta ao tratamento das DA observados no grupo GTF.

Falhas na confecção ou no posicionamento dos grampos também comprometem a

correção da DA (Pharr e Fretz, 1981; Caston et al., 2007). Contudo, no presente trabalho não ocorreu quebra ou afastamento das pontas dos grampos. Isso demonstra que a baixa resposta à associação de técnicas não foi decorrente de falha do implante. Assim, acredita-se que a falta de sucesso na aplicação dos grampos trans-fisários nos mueres do grupo GTF esteja relacionada à idade avançada dos animais.

A remoção do implante é recomendada quando a correção da DA for atingida (Bertone, 2002; Auer e von Rechenberg, 2006; Witte e Hunt, 2009). Entre os membros do grupo GTF, apenas um deles atingiu a angulação de 3° após dois meses da realização da cirurgia. Devido à falta de expectativa na correção da DA nos demais membros, a problemas de logística e financeiros, optou-se pela retirada de todos os grampos simultaneamente. Foi relatada a necessidade de permanência do grampo por até 193 dias (Caston et al., 2007) e de parafuso trans-fisário por até 143 dias para que a correção da DA fosse atingida em equinos (Roberts et al., 2009). Apesar da idade dos mueres, a redução da DA do carpo poderia ser maior caso os implantes tivessem sido mantidos por mais tempo, uma vez que as placas epifisárias distais do rádio estavam abertas em todos eles no final do experimento.

A participação da TEP e do grampo trans-fisário não puderam ser analisadas separadamente no grupo GTF. A associação de técnicas de estimulação e inibição de crescimento é recomendada (Auer e von Rechenberg, 2006). Nos equinos, o efeito isolado da TEP seria considerado irrisório, pois esta técnica só apresenta resultados satisfatórios até os oito meses de idade (Witte e Hunt, 2009). Nos mueres avaliados não foi possível determinar de maneira isolada a participação da TEP na redução da angulação dos membros do grupo GTF, uma vez que não é conhecida a sua resposta em mueres com idade acima de 20 meses. Resultados das cirurgias nos mueres são ilustrados na Figura 6.

Dentre os grupos tratados, apenas no TEP houve redução da DA. Além disso, a correção obtida foi mais eficiente do que a relatada nos equinos. Porém, quando a TEP foi realizada em apenas um membro do animal, observou-se aumento do desvio na articulação cárpica contralateral. Considerou-se que a falta de sucesso do tratamento do grupo GTF foi diretamente influenciada pela idade dos mueres e pelo tempo de permanência dos grampos trans-fisários.

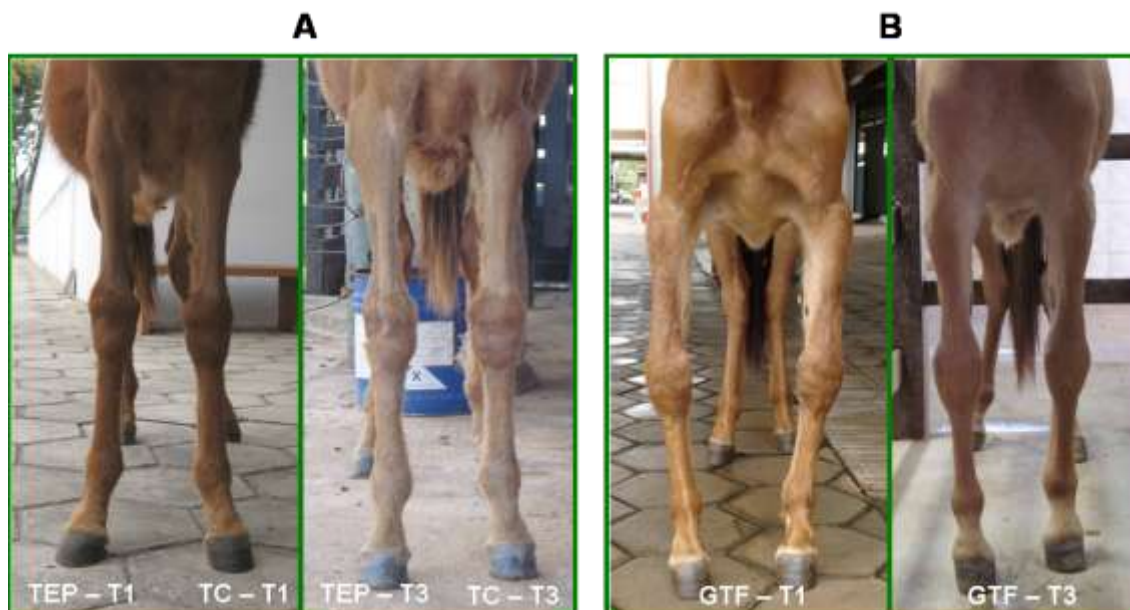


FIGURA 6 – Vista frontal dos membros torácicos de muares antes da instituição dos tratamentos (T1) e a após 60 dias da sua realização (T3). A) Animal pertencente à G2, acometido por *Carpus valgus* em ambos os membros. O membro direito foi alocado no grupo TEP e o esquerdo no grupo TC. B) Animal pertencente a G1, portador de *Carpus varus* nos dois membros, sendo ambos alocados no grupo GTF.

Apesar de não ter sido o objetivo deste estudo, o tratamento da DA do boleto, sabe-se que o casqueamento corretivo possui maior influência na correção desta situação do que sobre as DA na articulação do carpo (Witte e Hunt, 2009). Portanto, também foi avaliado a variação do ângulo nessa articulação ao longo do tempo. A variação do desvio angular na articulação metacarpofalangeana dos muares avaliados está representada na Figura 7.

Não houve interação entre os tratamentos e os tempos, além de não ter sido observado efeito dos grupos sobre a DA. Ao longo do tempo foi observada variação dos desvios angulares. Para determinar este ângulo é necessário que o animal esteja em posição ortostática (Bertone, 2002; Bramlage e

Auer, 2006; Witte e Hunt, 2009), sendo recomendada a sedação dos animais se necessário (Bramlage e Auer, 2006). Nos muares, a realização dessa recomendação foi inexecutável na maioria das situações devido ao temperamento dos animais. Como foi notada piora do comportamento após a sedação com xilazina na dose de 0,7mg/kg em três animais, o seu uso foi descontinuado.

No momento em que a radiografia era obtida na articulação metacarpofalangeana, os muares apresentaram comportamento indócil, o que comprometeu o posicionamento correto dos mesmos e do chassi. Isso impediu que o desvio fosse evidenciado nessa articulação, o que impediu atribuir a variação da angulação da articulação ao longo do tempo ao casqueamento corretivo.

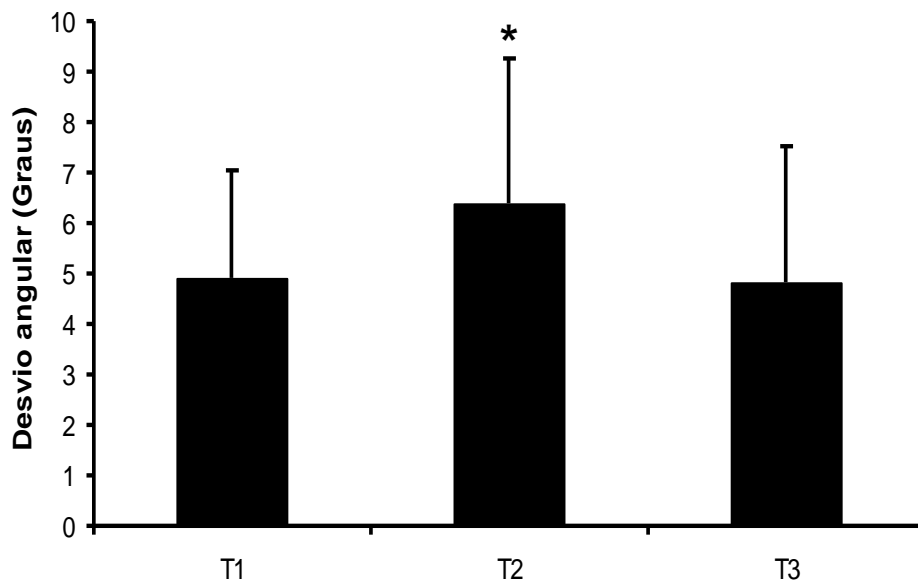


FIGURA 7 - Média (\pm DPM) do desvio angular da articulação metacarpofalangeana em graus, de muares portadores de DA aos 45 dias antes do início do tratamento (T0), no dia do tratamento (T1) e após 30 (T2) e 60 dias da sua instituição (T3) e em função dos diferentes tratamentos. Nesta situação, a articulação metacarpofalangeana foi agrupada no mesmo grupo onde a articulação do carpo do membro correspondente estava alocada. (*) – Diferença significativa ao longo do tempo.

5.5 Achados radiológicos

5.5.1 Fisite

Nos muares avaliados radiologicamente, a fisite esteve presente em 100% dos membros. Bertone et al. (1985) relataram a ocorrência da fisite em 71% dos membros de potros acometidos por DA (Bertone et al., 1985). A incidência desta afecção entre os muares provavelmente está superestimada, uma vez que pode ter ocorrido ausência de diagnóstico de muares portadores fisite que não eram acometidos por DA.

Apesar do alargamento da metáfise distal do metatarsiano III ser considerado fisiológico em equinos criados a pasto (Gee et al., 2005), o alargamento observado no

rádio e metacarpiano III dos muares do presente estudo foi considerado patológico e associado à fisite devido a presença de pelo menos um dos demais sinais radiológicos característicos da afecção (Gee et al., 2005). Estes foram descritos em detalhes por Pharr e Fretz (1981).

Tanto na articulação cárpica como na metacarpofalangeana dos muares foram observados alargamento das metáfises, várias linhas de calcificação na cartilagem epifisária, proeminências proliferativas, exostoses e pontes de exostoses. As variações da quantidade desses achados ocorreram devido ao surgimento, evolução e resolução dos achados ou devido à intervenção cirúrgica. Deve-se ressaltar que para a determinação dessas alterações, a utilização de radiografias digitais foi se

suma importância. Nas Tabelas abaixo (4, 5, 6, 7 e 8) são demonstrados os achados radiológicos referentes à fisite em cada

grupo nas articulações do carpo e metacarpofalangeanas.

TABELA 4 – Incidência total (n) e relativa (%) de alterações radiológicas observadas na placa epifisária distal do rádio dos mueres acometidos por DA do grupo TC aos 45 dias antes do início do tratamento (T0), no dia do tratamento (T1) e após 30 (T2) e 60 dias da sua instituição (T3).

Alterações Radiológicas	T0		T1		T2		T3	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Número de animais	8	-	4	-	8	-	8	-
Número de membros	13	-	5	-	13	-	13	-
Alargamento da metafise	13	19,1	5	19,2	13	19,4	13	20,6
Esclerose subcondral	11	16,2	5	19,2	12	17,9	11	17,5
Linhas de calcificação	13	19,1	5	19,2	13	19,4	13	20,6
Proeminência proliferativa medial	12	17,6	5	19,2	13	19,4	12	19,0
Proeminência proliferativa lateral	8	11,8	2	7,7	8	11,9	7	11,1
Ponte de exostose medial	0	0	1	3,8	2	3,0	2	3,2
Ponte de exostose lateral	0	0	0	0	1	1,5	1	1,6
Fechamento irregular da placa	6	8,8	2	7,7	4	6,0	4	6,3
Exostose lateral	5	7,4	1	3,8	1	1,5	0	0
Total	68	100	26	100	67	100	63	100

OBS: São informados os números de mueres e de membros avaliados em cada exame. Em cada tempo, as lesões radiológicas são quantificadas em números absolutos (n) e relativos (%). Estes foram determinados a partir do número total de lesões radiológicas observadas em cada período.

TABELA 5 – Incidência total (n) e relativa (%) de alterações radiológicas observadas na placa epifisária distal do metacarpiano III dos muares acometidos por DA do grupo TC aos 45 dias antes do início do tratamento (T0), no dia do tratamento (T1) e após 30 (T2) e 60 dias da sua instituição (T3).

Alterações Radiológicas	T0		T1		T2		T3	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Número de animais	6	-	3	-	6	-	6	-
Número de membros	10	-	4	-	10	-	10	-
Alargamento da metáfise	2	6,9	0	0	0	0	0	0
Esclerose subcondral	7	24,1	1	14,3	5	27,8	3	30,0
Linhas de calcificação	6	20,7	1	14,3	5	27,8	2	20,0
Proeminência proliferativa medial	4	13,8	1	14,3	3	16,7	2	20,0
Proeminência proliferativa lateral	2	6,9	0	0	2	11,1	3	30,0
Ponte de exostose medial	3	10,3	1	14,3	1	5,6	0	0
Ponte de exostose lateral	2	6,9	1	14,3	2	11,1	0	0
Fechamento irregular da placa	3	10,3	2	28,6	0	0	0	0
Total	29	100	7	100	18	100	10	100

OBS: São informados os números de muares e de membros avaliados em cada exame. Em cada tempo, as lesões radiológicas são quantificadas em números absolutos (n) e relativos (%). Estes foram determinados a partir do número total de lesões radiológicas observadas em cada período.

TABELA 6 – Incidência total (n) e relativa (%) de alterações radiológicas observadas na placa epifisária distal do rádio dos muares acometidos por DA do grupo TEP aos 45 dias antes do início do tratamento (T0), no dia do tratamento (T1) e após 30 (T2) e 60 dias da sua instituição (T3).

Alterações Radiológicas	T0		T1		T2		T3	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Número de animais	5	-	5	-	5	-	5	-
Número de membros	7	-	7	-	7	-	7	-
Alargamento da metáfise	6	17,6	7	19,4	6	17,6	7	21,2
Esclerose subcondral	7	20,6	7	19,4	7	20,6	7	21,2
Linhas de calcificação	7	20,6	7	19,4	7	20,6	7	21,2
Proeminência proliferativa medial	4	11,8	6	16,7	6	17,6	5	15,2
Proeminência proliferativa lateral	5	14,7	7	19,4	7	20,6	5	15,2
Ponte de exostose medial	1	2,9	0	0	0	0	0	0
Fechamento irregular da placa	4	11,8	2	5,6	1	2,9	2	6,1
Total	34	100	36	100	34	100	33	100

OBS: São informados os números de muares e de membros avaliados em cada exame. Em cada tempo, as lesões radiológicas são quantificadas em números absolutos (n) e relativos (%). Estes foram determinados a partir do número total de lesões radiológicas observadas em cada período.

TABELA 7 – Incidência total (n) e relativa (%) de alterações radiológicas observadas na placa de crescimento distal do metacarpiano III dos muares acometidos por DA do grupo TEP aos 45 dias antes do início do tratamento (T0), no dia do tratamento (T1) e após 30 (T2) e 60 dias da sua instituição (T3).

Alterações Radiológicas	T0		T1		T2		T3	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Número de animais	4	-	4	-	4	-	4	-
Número de membros	6	-	6	-	6	-	6	-
Alargamento da metáfise	4	16,7	3	21,4	1	14,3	0	0
Esclerose subcondral	5	20,8	3	21,4	2	28,6	1	33,3
Linhas de calcificação	3	12,5	3	21,4	2	28,6	1	33,3
Proeminência proliferativa medial	1	4,2	0	0	0	0	0	0
Proeminência proliferativa lateral	3	12,5	2	14,3	0	0	0	0
Ponte de exostose medial	4	16,7	2	14,3	1	14,3	0	0
Ponte de exostose lateral	2	8,3	1	7,1	1	14,3	1	33,3
Fechamento irregular da placa	2	8,3	0	0,0	0	0,0	0	0
Total	24	100	14	100	7	100	3	100

OBS: São informados os números de muares e de membros avaliados em cada exame. Em cada tempo, as lesões radiológicas são quantificadas em números absolutos (n) e relativos (%). Estes foram determinados a partir do número total de lesões radiológicas observadas em cada período.

TABELA 8 – Incidência total (n) e relativa (%) de alterações radiológicas observadas na placa de crescimento distal do rádio dos muares acometidos por DA do grupo GTF aos 45 dias antes do início do tratamento (T0), no dia do tratamento (T1) e após 30 (T2) e 60 dias da sua instituição (T3).

Alterações Radiológicas	T0		T1		T2		T3	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Número de animais	2	-	2	-	2	-	2	-
Número de membros	4	-	4	-	4	-	4	-
Alargamento da metáfise	4	25,0	4	25,0	4	28,6	4	28,6
Esclerose subcondral	4	25,0	4	25,0	4	28,6	4	28,6
Linhas de calcificação	4	25,0	4	25,0	4	28,6	4	28,6
Proeminência proliferativa lateral	2	12,5	1	6,3	0	0	0	0
Ponte de exostose medial	2	12,5	2	12,5	2	14,3	2	14,3
Ponte de exostose lateral	0	0	1	6,3	0	0	0	0
Total	16	100	16	100	14	100	14	100

OBS: São informados os números de muares e de membros avaliados em cada exame. Em cada tempo, as lesões radiológicas são quantificadas em números absolutos (n) e relativos (%). Estes foram determinados a partir do número total de lesões radiológicas observadas em cada período.

As placas epifisárias distais do metacarpiano III dos animais da G1 já estavam fechadas no início do experimento. Portanto, não foi confeccionada a tabela da placa epifisária do grupo GTF, uma vez que todos os mueres desse grupo pertenciam à G1. Como no grupo TC e TEP também foram alocados animais da G1, o número de placas epifisárias avaliadas foi menor do que o número total de articulações metacarpofalangeanas examinadas.

As proeminências proliferativas lateral e medial foram os achados radiológicos mais comuns, o que está de acordo com achados de fisite em equinos (Pharr e Fretz, 1981; Gee et al., 2005). Em algumas situações, as proeminências proliferativas inferior e superior apresentaram-se unidas, formando uma ponte de exostose entre elas. No grupo GTF o número das pontes laterais reduziu devido a sua eliminação após a colocação dos grampos trans-fisários. A redução no número de pontes de exostose no lado medial da placa epifisária do rádio nos membros do grupo TEP foi atribuída à remodelação óssea. As pontes de exostoses não foram descritas em mueres na literatura consultada. Pode ser que estas tenham sido classificadas como proeminências proliferativas, independentemente do fato de se apresentarem unidas. Os achados supracitados confirmam que a fisite é uma afecção onde os achados radiológicos variaram ao longo do tempo e sofreram influência dos tratamentos instituídos.

A presença das várias linhas de calcificação em toda a extensão da placa epifisária dos mueres foi observada em todos os membros. Nos casos que isso não ocorria, era observado aumento da espessura da placa epifisária. Estes achados foram observados por Pharr e Fretz (1981). A presença de linhas de calcificação metatarsiano III é fisiológico em em toda a extensão das placas epifisárias distais do rádio e do metacarpiano III e o fechamento irregular das placas são indicativos de distúrbios do processo de ossificação endocondral, pois o processo de calcificação tem início no centro e se estende

para as extremidades da placa epifisária (Vulcano et al., 1997). Isso não ocorreu nas placas de crescimento avaliadas. Na Figura 8 estão ilustradas as principais alterações observadas relativas à fisite.

Gee et al. (2005) relataram que o alargamento da metáfise distal dos equinos criados a pasto e o mesmo começa a regredir por volta do sexto mês de vida.

Nos mueres ocorreu diminuição da largura da metáfise distal do rádio. Isso foi observado através da diminuição do ângulo de referência 1 (AR1) formado entre a superfície articular distal do rádio e a extremidade da metáfise distal do lado convexo do membro. A redução também foi observada no ângulo de referência 2 (AR2), que é formado entre a superfície articular distal do rádio e a extremidade da metáfise distal do lado côncavo do membro, conforme exemplificado nas Figuras 9 e 10.

Em relação ao AR1, no Grupo TC o valor foi maior do que no GTF nos tempos 0 e 1, enquanto o AR2 do foi maior em GTF do que no TC nos mesmos tempos. O tipo de deformidade pode ter influenciado o ocorrido, uma vez que o grupo TC era composto de membros apresentando *Carpus valgus* enquanto no grupo GTF os membros apresentavam *Carpus varus*. Entretanto, no grupo GTF todos os animais eram da G1, ou seja, a diferença entre os ângulos pode ser decorrente de remodelação.

A variação significativa do AR1 observada no grupo TC ao longo do tempo também foi atribuída à remodelação óssea da metáfise distal descrita em equinos (Gee et al., 2005), uma vez que não houve correlação entre o AR1 e o AR2 com a angulação da articulação. Na articulação metacarpofalangeana não houve variações significativas em relação aos AR1 e 2.

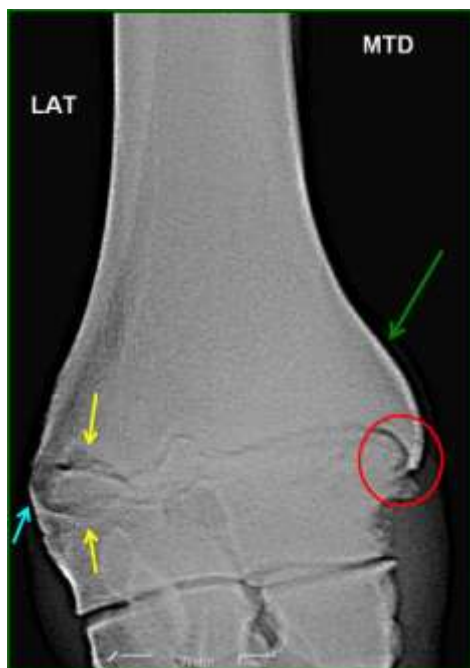


FIGURA 8 – Radiografia digital em projeção craniocaudal da porção distal do rádio do membro torácico direito (MTD) de muar do grupo GTF portador de fisite. No lado lateral da radiografia (LAT) as duas setas amarelas indicam o local onde está presente o alargamento da placa de crescimento. A seta azul aponta para uma proeminência proliferativa. Dentro do perímetro formado pelo círculo vermelho existe uma ponte de exostose. A seta verde indica o alargamento do lado medial da metáfise distal do rádio. Ainda é possível observar a presença de linhas de calcificação na placa epifisária e a formação de osteófito na extremidade lateral da superfície articular proximal do osso radial.

A maioria dos métodos de avaliação do alargamento da metáfise distal de ossos longos acometidos ou não por fisite é subjetiva (Ineson, 2004, Gee et al., 2005). A metodologia quantitativa descrita por Ineson et al. (2004) para tal propósito é de difícil aplicação clínica. Os AR1 e 2 foram capazes de determinar quantitativamente variações discretas da largura da metáfise distal do rádio de muars portadores de DA.

Além disso, o método é simples, podendo também ser realizado em imagens radiológicas convencionais.

Adicionalmente, foi observado que ocorre variação nos achados radiológico da fisite ao longo do tempo e entre membros com diferentes graus de DA. Também foi demonstrado que através dos AR1 e 2 é possível mensurar variações na largura da metáfise distal.

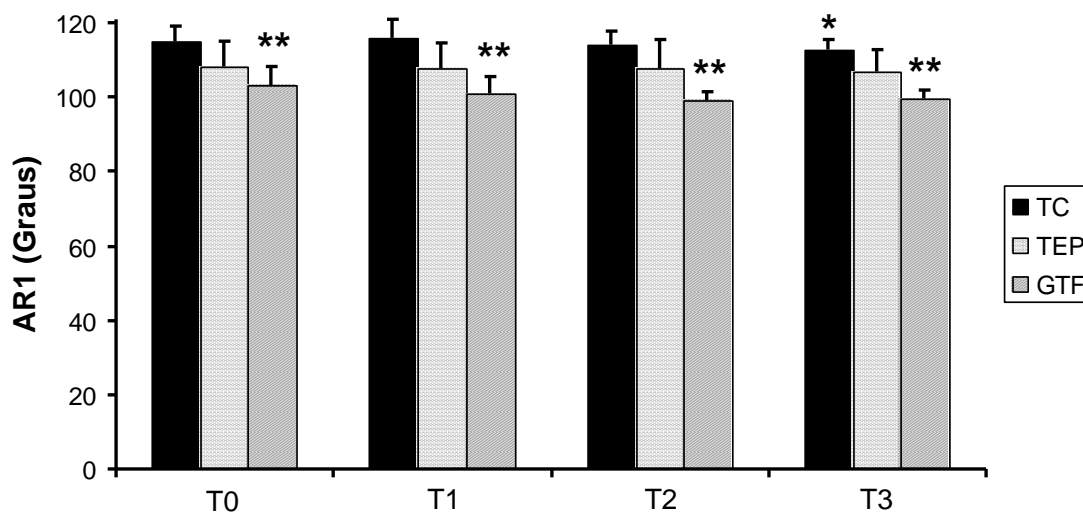


FIGURA 9 - Média (\pm DPM) do ângulo de referência 1 (AR1) da articulação do carpo, em graus, de mueres portadores de DA (TC: Tratamento conservativo; TEP: Transecção e elevação de periósteo, GTF: Grampo trans-fisário) aos 45 dias antes do início do tratamento (T0), no dia do tratamento (T1) e após 30 (T2) e 60 dias da sua instituição (T3) e em função dos diferentes tratamentos. (*) – Diferença significativa em um mesmo grupo ao longo do tempo. (**) – Diferença significativa entre grupos dentro de um mesmo período de tempo.

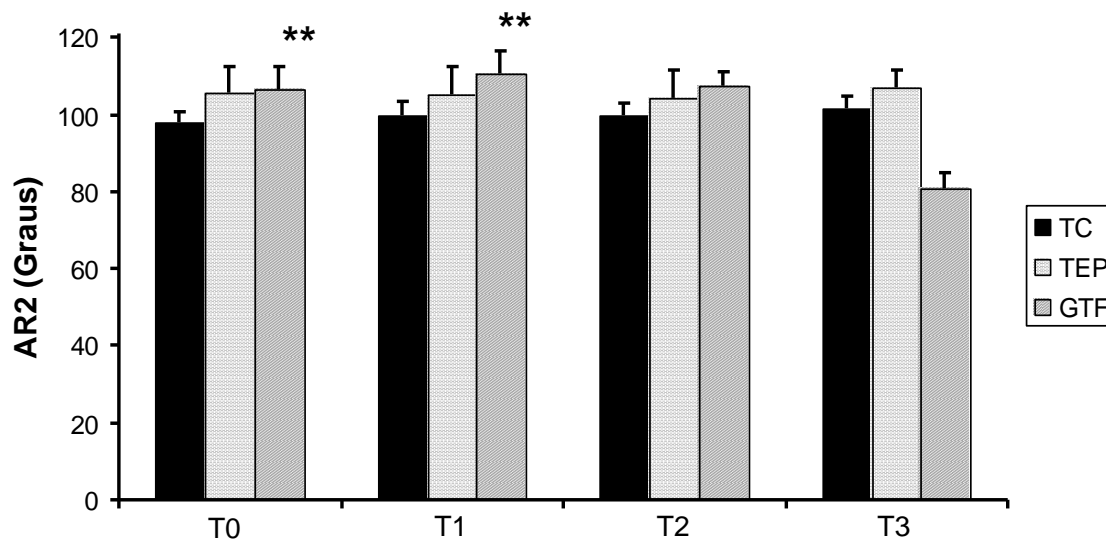


FIGURA 10 - Média (\pm DPM) do ângulo de referência 2 (AR2) da articulação do carpo, em graus, de mueres portadores de DA (TC: Tratamento conservativo; TEP: Transecção e elevação de periósteo, GTF: Grampo trans-fisário) aos 45 dias antes do início do tratamento (T0), no dia do tratamento (T1) e após 30 (T2) e 60 dias da sua instituição (T3) e em função dos diferentes tratamentos. (**) – Diferença significativa entre grupos dentro de um mesmo período de tempo.

5.5.2 Epífise, articulação e fechamento de placas de crescimento

Um achado radiológico característico de animais portadores de DA é o achatamento de uns dos lados da epífise (Pharr e Fretz, 1981; Bertone, 2002). Para determinar a ocorrência desta alteração foi determinado o ângulo de referência 3 (AR3), que é formado entre a placa epifisária e a superfície articular. Este foi mensurado no rádio e no metacarpiano III. Nesses ossos foi observada apenas a influência do tempo sobre o AR3 (Figura 11).

Houve variação significativa a partir dos 30 dias de pós-operatório do AR3 no rádio. A redução desse ângulo indica que os lados medial e lateral da epífise adquiriu tamanho equivalente. Caso o ângulo fosse 0°, os dois lados da epífise teriam medidas iguais. Com

isso, foi observado que o lado da epífise do muare adquiriu tamanho mais próximos. O achatamento da epífise distal, nos equinos, é mais comum no metacarpiano III (Pharr e Fretz, 1981). Nos muare, o desvio esteve presente em todos os ossos avaliados, sendo que o AR3 do rádio e do metacarpiano III apresentaram valores e variações semelhantes. Como não houve correlação entre o desvio angular e os dois AR3 aferidos, é provável que a variação observada seja fisiológica. Para determinar com precisão se houve influência da DA no AR3, é necessário que o mesmo seja determinado em muare sem desvios de aprumo, pois seu valor fisiológico não é conhecido. Apesar disso, o AR3 foi eficiente em demonstrar a variação entre o tamanho dos lados da epífise distal do rádio e do metacarpiano III.

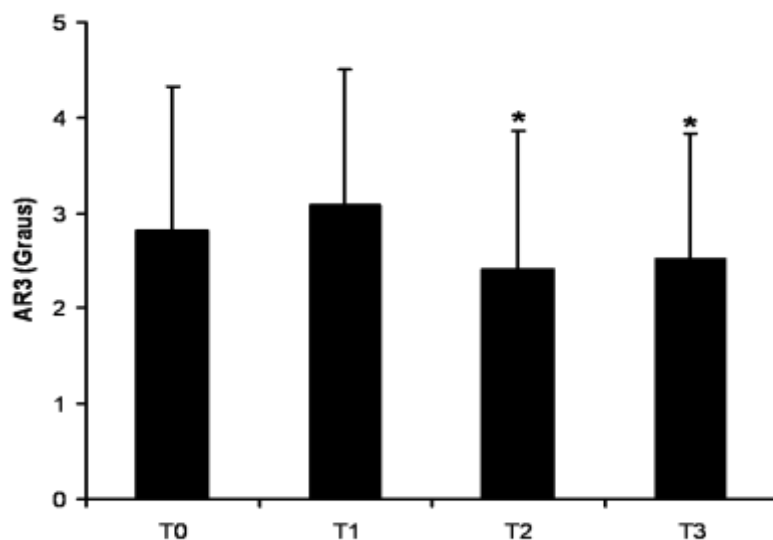


FIGURA 11 - Média (\pm DPM) do ângulo de referência 3 (AR3) da articulação do carpo, em graus, de muare portadores de DA aos 45 dias antes do início do tratamento (T0), no dia do tratamento (T1) e após 30 (T2) e 60 dias da sua instituição (T3) e em função dos diferentes tratamentos. (*) – Diferença significativa ao longo do tempo.

Os achados radiológicos relacionados as articulações do carpo e metacarpofalangeanas estão descritos nas Tabelas 9 e 10.

No grupo GTF ocorreu redução de espaço articular na articulação cárpica e na metacarpofalangeana, enquanto no grupo TEP foi observada redução no espaço articular apenas na articulação cárpica, sendo a sua incidência menor neste grupo do que no GTF. A presença de osteófitos na borda lateral do osso carpo-radial também foi menor no grupo TEP. Esses fatos somados à ausência de achados radiológicos na articulação do carpo dos animais do grupo TC indicam que o número de alterações articulares está relacionado à gravidade da DA.

A redução das alterações de espaço articular pode estar associada à redução da DA e ao casqueamento corretivo devido à melhora na distribuição de forças no membro (Floyd, 2007). A variação do número de osteófitos pode estar relacionada à algumas variações em relação ao posicionamento do chassi no momento do exame radiológico. Por serem pequenos, um posicionamento levemente oblíquo pode acarretar em sobreposição de estruturas. A presença de osteófitos e a redução de espaço articular das articulações intercárpicas e carpometacárpica ocorreram apenas nos animais *Carpus varus*. Sinais radiológicos de osteoartrite são mais comuns neste tipo de DA (Bertone, 2002).

A periostite observada a partir do trigésimo dia de pós-operatório, ocorreu em todos os sítios onde foi realizada a técnica de transecção e elevação de perióstio. Este processo inflamatório ainda estava presente em 72,3% dos membros após decorridos 60 dias da cirurgia. Relata-se que nos equinos a TEP estimula o crescimento por dois.

Passado esse período ela pode ser realizada novamente caso haja necessidade (Auer e von Rechenberg, 2006). Atualmente, o efeito dessa técnica foi atribuído a alterações bioquímicas decorrente do processo inflamatório provocado no perióstio (Auer e von Rechenberg, 2008). Como foi observado anteriormente, a TEP proporcionou redução no desvio angular do carpo semelhante e mais rápida nos muars do que a relatada em equinos (Auer e Martens, 1982). A presença da periostite durante todo o período experimental na maioria dos animais pode ter influenciado na resposta da intervenção no grupo TEP. Entretanto, na literatura não existem dados referentes a periostite decorrente dessa intervenção cirúrgica que permitam afirmação convicta das informações supracitadas.

O edema e o fragmento ósseo observado no rádio foram decorrentes de complicação de cicatrização e da retirada do grampo trans-fisário, respectivamente. O fragmento apresentava cerca de 3mm de diâmetro e estava presente na região de onde foi retirada a ponta que estava situada na metáfise distal do rádio.

Os achados observados na articulação metacarpofalangeana foram o desalinhamento da superfície articular proximal da falange proximal e redução do espaço.

A redução do espaço articular da articulação metacarpofalangeana pode ter ocorrido devido ao mal posicionamento do animal no momento do exame radiológico. Já o desalinhamento da superfície articular proximal da falange proximal é comum nessa articulação em equinos acometidos por DA (Auer e von Rechenberg, 2006).

TABELA 9 – Incidência em números absolutos (n) e relativos (%) de alterações radiológicas observadas na articulação do carpo dos muare acometidos por DA dos grupos TEP e GTF aos 45 dias antes do início do tratamento (T0), no dia do tratamento (T1) e após 30 (T2) e 60 dias da sua instituição (T3).

Alterações Radiológicas	T0		T1		T2		T3	
	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Grupo TEP</i>								
REA* radiocárpico	2	100	2	100	1	11,1	1	16,7
Periostite	0	0	0	0	7	77,8	4	66,7
Osteófito no osso radial	0	0	0	0	1	11,1	1	16,7
Total 1	2	100	2	100	9	100	6	100
<i>Grupo GTF</i>								
REA* radiocárpica	2	33,3	4	44,4	2	18,2	2	16,7
Osteófito no osso carpo- radial	2	33,3	3	33,3	3	27,3	4	33,3
REA* intercárpico	1	16,7	1	11,1	0	0,0	0	0,0
REA* carpometacárpico	1	16,7	1	11,1	0	0,0	0	0,0
Periostite	0	0,0	0	0,0	4	36,4	4	33,3
Edema	0	0,0	0	0,0	2	18,2	1	8,3
Fragmento ósseo	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	8,3
Total 2	6	100	9	100	9	100	12	100

*REA – Redução do espaço articular

Um animal com deformidade *varus* na articulação metacarpofalangeana apresentou subluxação da articulação interfalangeana proximal, presente até o dia da cirurgia. A resolução desse achado radiológico foi atribuída ao casqueamento corretivo.

Com relação ao fechamento da placa epifisária distal do rádio, todas se apresentavam abertas na época do último

exame radiográfico. Neste tempo, os animais da G1 tinham em média 22 meses de idade. Em cavalos da raça Mangalarga, o fechamento completo destas placas ocorreu, em média, aos 24 meses (Vulcano et al., 1997), podendo ocorrer até os 36 meses (Witte e Hunt, 2009).

No início do experimento, todos os animais da G1 apresentavam as placas epifisárias distais do metacarpiano III fechadas. Entre

os animais da G2, exceto o que foi a óbito, dois animais com idade de sete e oito meses apresentavam as placas fechadas. Dois animais fecharam as placas aos oito meses, dois aos nove, um aos dez e outro aos 11 meses de idade. Dois animais com idade de dez meses ainda apresentavam as placas epifisárias distais do metacarpiano III abertas. Em potros da raça Quarto-de-Milha o fechamento foi observado a partir dos seis meses de idade, sendo que todos os animais apresentaram as placas fechadas aos 11,5 meses (Reynolds et al., 1992). Foi observado que o fechamento dessa placa

pode ocorrer até os 15 meses de idade (Witte e Hunt, 2009).

Nos muares, as placas epifisárias distais do rádio e metacarpiano III apresentaram tempo de fechamento semelhante ao relatado nos equinos. Entretanto, a presença de fisite pode influenciar no seu tempo de fechamento (Hurtig e Pool, 1996). Portanto, os resultados obtidos devem ser considerados com cautela ao serem utilizados como referências para muares hípidos.

TABELA 10 – Incidência absoluta (n) e relativa (%) de alterações radiológicas observadas nas articulações metacarpofalangeanas de muares acometidos por DA dos grupos TEP e GTF aos 45 dias antes do início do tratamento (T0), no dia do tratamento (T1) e após 30 (T2) e 60 dias da sua instituição (T3)..

Alterações Radiológicas	T0		T1		T2		T3	
	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Grupo TC</i>								
DSAP da falange proximal	1	100	1	100	3	75,0	6	100
REA metacarpofalangeana	0	0	0	0	1	25,0	0	0
Total	1	100	1	100	4	100	6	100
<i>Grupo TEP</i>								
DSAP da falange proximal	2	100	2	100	2	100	2	100
Total	2	100	2	100	2	100	2	100

*DSAP – Desalinhamento da superfície articular

*REA – Redução do espaço articular

5.6 Complicações decorrentes das intervenções cirúrgicas

5.6.1 Feridas cirúrgicas

Ao total 11 membros foram submetidos à TEP, sendo sete pertencente ao grupo TEP e quatro ao GTF. Esta técnica tem caráter minimamente invasivo e não compromete a estética quando o pós-operatório é realizado

de maneira adequada (Hunt, 2008). Entre os muares, 63,6% dos membros apresentaram ao menos uma complicação decorrente do pós-operatório instituído.

O período de dez dias de manutenção das bandagens foi atingido em apenas 36,3% dos membros. Foi necessário antecipar a retirada dos curativos em 27,3% dos membros após oito dias de pós-operatório e

dos 27,3% restantes no nono dia. Em um membro (9,1%) a retirada da bandagem ocorreu no quarto dia. A retirada precoce da bandagem ocorreu devido ao edema distal de membro ocasionado pela estase circulatória decorrente do deslocamento distal da bandagem. O curativo foi refeito sem a adição da bandagem elástica apenas no membro onde o mesmo foi retirado no quarto dia, sendo este removido no décimo dia de pós-operatório.

Em 63,6% dos membros ocorreram eczemas sobre ou ao redor da incisão, sendo que em um destes esta lesão também foi observada na área tricotomizada. Além disso, estava presente pequeno volume de exsudato não purulento na ferida de outro membro. Em todos os membros foi observado edema discreto ao redor da de ferida cirúrgica e escoriações decorrentes da tricotomia.

A presença de eczema, exsudato e edema ocorreram devido ao tempo de permanência dos curativos. Kay et al. (2005) e Roberts et al. (2009) recomendaram a troca da bandagem em equinos submetidos à colocação de parafuso trans-fisário a cada três dias durante duas semanas. Essa conduta contribuiu para que fossem obtidos resultados estéticos satisfatórios, sendo considerados os melhores entre as técnicas atuais de implantes trans-fisários (Hunt, 2008).

O temperamento indócil dos muares impunha riscos aos membros da equipe, o que impediu que a troca sistemática dos curativos fosse implementada. Devido aos eczemas presentes e a impossibilidade de troca de bandagens, optou-se por suspender o seu uso e instituir tratamento tópico. Este consistia na lavagem da ferida com solução fisiológica e aplicação de rifamicina 1% e unguento até a cura.

No grupo GTF um animal apresentou eczemas nas duas feridas cirúrgicas feitas

para a colocação dos grampos, devido ao mesmo motivo considerado anteriormente. No outro animal desse grupo foram observadas deiscências nos dois membros. Após a retirada das bandagens, o animal se debateu contra o tronco provocando a ruptura da sutura devido ao trauma mecânico. O posicionamento da incisão pode ter colaborado para o ocorrido. Para a colocação do grampo trans-fisário, é recomendado a pele seja deslocada dorsalmente e fixada com pinças de campo antes da realização da incisão. O objetivo desta técnica é impedir que a sutura fique sobre o implante (Caston et al., 2007), o que poderia comprometer a cicatrização devido a pressão exercida pelo grampo na ferida. Neste animal foi instituído o mesmo curativo tópico descrito acima associado à bandagem com algodão e atadura que foi trocada a cada três dias.

Passados 30 dias da intervenção cirúrgica, o edema não estava presente nos muares submetidos à TEP. Entretanto, observou-se fibrose na área de cicatrização associada à alopecia em 63,6% dos membros. Estas áreas eram as mesmas onde foram diagnosticados os eczemas. Em um animal foi observado leucotriquia. No mesmo período, um dos membros submetidos à colocação de grampo trans-fisário apresentava fibrose associada a alopecia na região da ferida cirúrgica. Nas feridas que apresentaram deiscência, foi observada a presença de úlceras de pele, de aproximadamente 2cm de diâmetro. Isso ocorreu pela falta de troca dos curativos. Além disso, a movimentação do animal durante o primeiro mês de pós-operatório acarretava em atrito da bandagem com a ferida. Devido a isso, foi recomendada a suspensão do seu uso e a instituição de curativos tópicos diários.

Na avaliação das feridas cirúrgicas feita no sexagésimo dia de pós-operatório, foi observada a ocorrência de leucotriquia, alopecia ou a sua associação em cinco dos

11 membros submetidos à TEP. Em relação às úlceras associadas à colocação de grampo trans-fisário, ainda estava presente uma delas, mas com tamanho de aproximadamente 5mm de diâmetro. Na Figura 12, estão exemplificadas as complicações que ocorreram em um animal submetido à TEP.

Em muares submetidos à TEP, foi observada incidência de complicações em 100% dos membros no pós-operatório imediato e resultados estéticos insatisfatórios em 45,4% dos membros após 60 dias de pós-operatório. Curativos mantidos de forma inadequada e o temperamento dos animais no pós-operatório imediato acarretaram incidência elevada de problemas estéticos, contradizendo os resultados relatados em equinos após a realização da TEP (Kay et

al., 2005; Roberts et al., 2009) e da colocação de grampo trans-fisário (Caston et al., 2007).

5.6.2 Retirada dos grampos trans-fisários

A formação de tecido fibroso sobre os grampos dificultou a localização e a retirada dos mesmos. A fibrose pode ter se intensificado devido à incisão realizada no periósteo antes da colocação dos grampos. A manipulação do periósteo acarreta em inflamação e neoformação óssea, que pode dificultar a remoção de implantes (Kay e Hunt, 2009). Além disso, essa manipulação acarretou em calcificação precoce da placa epifisária no lado onde o grampo foi colocado (Aykut et al., 2005). A presença de fibrose ao invés de calcificação observada nos muares pode ter ocorrido



FIGURA 12 – Evolução da ferida cirúrgica presente na face lateral da porção distal do antebraço esquerdo de muar submetido à transecção e elevação de periósteo. Após a retirada do curativo (RC) no oitavo dia de pós-operatório, observou-se eczema distalmente à ferida cirúrgica. No trigésimo dia de pós operatório (T2), houve redução do tamanho da ferida, mas a ferida permanecia aberta e com área de alopecia ao seu redor. Passados sessenta dias da cirurgia (T3), a área estava cicatrizada. Porém, foi observada área de alopecia e leucotriquia.

devido à manipulação do periósteo ter sido menor àquela utilizada por Aykut et al. (2005). Além disso, o fato do grampo ter sido colocado ajustado ao osso dificultou a sua retirada. A manipulação necessária para

a retirada do grampo resultou, em um dos casos, na avulsão de um pequeno fragmento ósseo da metáfise distal do rádio. A fibrose e o posicionamento justo do grampo aumentaram o tempo de cirurgia.

A facilidade de remoção dos grampos relatada em potros por Caston et al. (2007) não foi verificada nos muares deste trabalho. As condutas adotadas por esses autores relativas à manutenção da integridade do periósteo e ao fato de um dos cantos do grampo não ter sido ajustado provavelmente exerceram influência sobre a facilidade de remoção dos grampos. A manutenção da integridade do periósteo acarretaria em menos fibrose, o que tornaria a localização e retirada do implante mais rápidas. Além disso, a retirada do grampo também é facilitada pelo fato de existir um apoio para a realização de alavanca. Devido a isso, o tempo de cirurgia é reduzido e a chance de serem gerados fragmentos ósseos diminuída (Caston et al., 2007).

5.7 Achados histopatológicos das placas epifisárias do rádio

Dos 13 procedimentos realizados para colheita de fragmento de placa epifisária distal do rádio, apenas três foram obtidos com êxito, sendo todas colhidas no dia da instituição do tratamento.

Biópsia 1 – Animal nascido na G1 com membro acometido por *Carpus valgus* e alocado no grupo TEP. A biópsia foi realizada na face côncava do membro. Achados histopatológicos: Não foram observadas as linhas de diferenciação de condrócitos, sendo que estes se apresentaram agrupados e em número e tamanho menor que o normal. Além disso, alguns apresentavam núcleos picnóticos.

Biópsia 2 – Animal nascido na G2 com membro acometido por *Carpus varus* e alocado no grupo TEP. A biópsia foi realizada na face côncava do membro. Achados histopatológicos: Além da presença dos mesmos achados histopatológicos da biópsia 1, foram observadas lacunas vazias de condrócitos.

Isto corresponde à apoptose de condrócitos (Figura 13).

Biópsia 3 – Animal nascido na G1 com membro acometido por *Carpus varus* e alocado no grupo GTF. A biópsia foi realizada no lado convexo do membro. Achados histopatológicos: Nesta amostra foi possível distinguir zonas de diferenciação de condrócitos, mas a sua organização apresentou sinais indicativos de displasia fisária. Os condrócitos apresentavam núcleos volumosos. Foi observada a presença de agrupamentos de condrócitos (Figura 13).

Os achados observados pela histopatologia do material das biópsias um e dois são indicativos de displasia fisária grave, pois ocorreu perda da estrutura microscópica da placa epifisária, sendo mais severa no material da biópsia dois devido a provável ocorrência de apoptose de condrócitos. Os achados da biópsia três são característicos da displasia fisária e estão de acordo com as observações feitas por Gee et al. (2005) em placas epifisárias do metatarsiano III em potros. A formação de agrupamentos de condrócitos também foi descrita por Jeffcott e Henson (1998).

As lesões presentes no material das biópsias do lado côncavo do membro apresentaram displasia fisária mais intensa, mesmo que a biópsia colhida do lado convexo fosse proveniente de um membro onde o ângulo foi maior. A diferença de atividade celular de condrócitos entre os lados da placa epifisária foi observada na indução de DA em coelhos (Aykut et al., 2005). A presença de lesões mais graves nos lado côncavo dos membros pode ter acarretado em diferença da taxa de crescimento entre os lados do membro provocando a ocorrência de DA. Isto é apenas uma hipótese, que precisaria de biópsias de ambos os lados da mesma placa de crescimento para ser comprovada.

A colocação de grampo trans-fisário não provocou alterações significativas nas placas epifisárias de coelhos saudáveis (Aykut et al., 2005). Como as pontes trans-fisárias utilizadas por Read et al. (2002) foram colocadas em potros hípidos, é provável que as mesmas não tenham induzido displasia fisária nos animais saudáveis. Portanto, a correção da DA observada nos membros não operados deste experimento pode ter ocorrido devido à provável integridade da placa epifisária dos equinos avaliados por Read et al. (2002).

Em dois muare, as lesões da placa epifisária foram consideradas mais intensas em relação as descritas por Jeffcott e Henson (1998) em equinos. O fato da angulação dos carpos dos terem se mantido estável durante os primeiros 45 dias do experimento indica que a lesão da placa epifisária impediu a auto-correção da DA. Isso indica que modelos para estudo de DA a partir da sua indução por ponte trans-fisária em potros hípidos não mimetizam as alterações patológicas presentes na placa epifisária de animais portadores de DA adquirida.

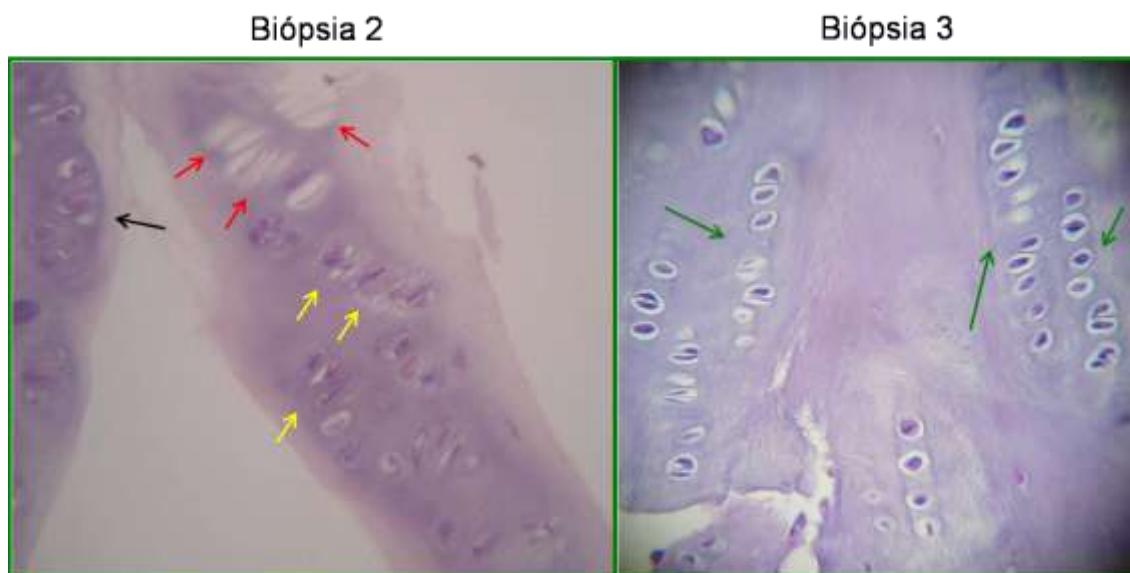


FIGURA 13 – Corte histológico de placa epifisária distal do rádio. A seta preta indica um agrupamento de condrócitos (*clusters*). As amarelas apontam para condrócitos com núcleo picnótico, enquanto as vermelhas para lacunas vazias de condrócitos, devido ao provável processo de apoptose. As setas verdes indicam colunas de condrócitos em processo de diferenciação com morfologia levemente alterada em relação à de uma placa epifisária sadia. Observar que os condrócitos presentes na biópsia dois apontados pelas setas amarelas apresentam tamanho menor do que os condrócitos presentes na biópsia três. Coloração de hematoxilina e eosina. Aumento de 400X.

O local das lesões da placa de crescimento pode influenciar a DA e a intensidade da displasia fisária influencia a capacidade da sua auto-correção. Tanto em muare como nos equinos, a displasia fisária presente em

animais portadores de DA ainda não foi caracterizada. A falta de técnica que permita a colheita de amostras de placa epifisária sem a necessidade do sacrifício

de animais portadores de DA limita o estudo detalhado da displasia fisária.

A descrição da técnica utilizada para biópsia da placa epifisária do rádio de muare portadores de DA não foi encontrada na literatura consultada. Entretanto, sua eficiência foi baixa (23,1%). Após ser perfurada a metáfise, a placa epifisária e parte da epífise, a agulha de *Jamshidi* era removida. Em 76,9% dos casos, apenas o fragmento da metáfise distal foi colhido (Figura 14).

Este contratempo ocorreu por dois motivos: primeiramente, a agulha utilizada não possui recurso para cortar o fragmento cilíndrico de osso da epífise. Além disso, o fato da displasia fisária acarretar em lesões, principalmente na parte proximal da placa

epifisária (Jeffcott e Henson, 1998) pode ter sido determinante para que o fragmento de placa epifisária permanecesse aderido à epífise, uma vez que a união entre a mesma e a metáfise pode estar comprometida.

A dificuldade de processamento do material das biópsias colhidas da placa epifisária foi relativo ao tamanho do fragmento de cerca de 8mm de comprimento e 1mm de diâmetro. Além disso, o número de cortes do material incluído foi limitado. Foram obtidos, em média quatro cortes por fragmento, sendo que todos quebraram.

Neste trabalho foi observada que a baixa eficiência da técnica de biópsia e a dificuldade de processamento do material são fatores limitantes e proibitivos para a recomendação desta técnica.

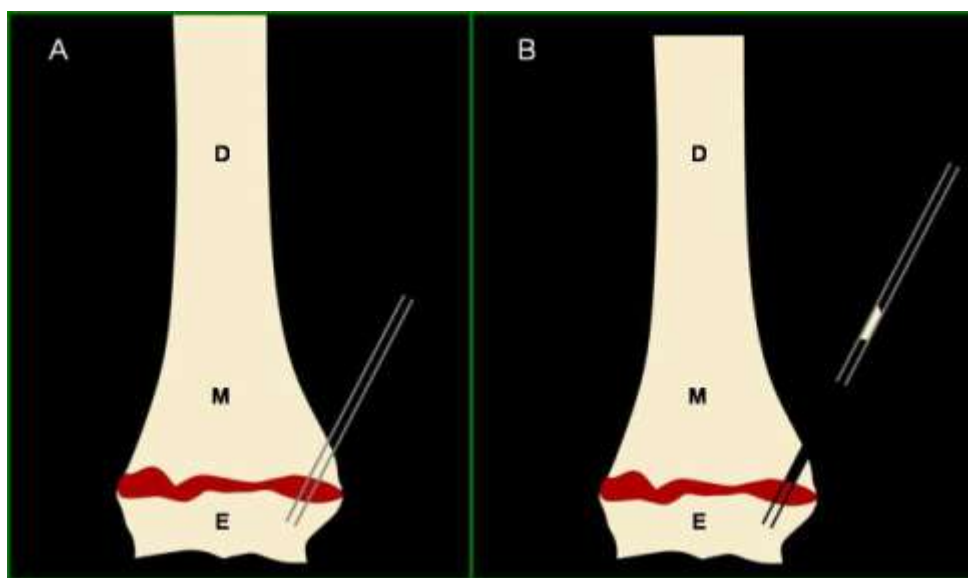


FIGURA 14 – Esquema ilustrativo da falha da biópsia da placa de crescimento distal do rádio (Diáfise (D); Metáfise (M); Epífise (E)). A placa epifisária é representada pela cor vermelha e a agulha *Jamshidi* pelas duas retas. A) Ilustração da posição da agulha após a sua inserção através da metáfise, placa epifisária e epífise do rádio. B) Presença de fragmento ósseo proveniente da metáfise dentro da agulha, enquanto a porção da placa de crescimento permanece unida à epífise.

Este contratempo ocorreu por dois motivos: primeiramente, a agulha utilizada não possui recurso para cortar o fragmento cilíndrico de osso da epífise. Além disso, o fato da displasia fisária acarretar em lesões, principalmente na parte proximal da placa epifisária (Jeffcott e Henson, 1998) pode ter sido determinante para que o fragmento de placa epifisária permanecesse aderido à epífise, uma vez que a união entre a mesma e a metáfise pode estar comprometida.

A dificuldade de processamento do material das biópsias colhidas da placa epifisária foi relativo ao tamanho do fragmento de cerca de 8mm de comprimento e 1mm de diâmetro. Além disso, o número de cortes do material incluído foi limitado. Foram obtidos, em média quatro cortes por fragmento, sendo que todos quebraram.

Através da técnica de biópsia utilizada neste trabalho foram obtidas informações sobre a displasia fisária em muare portadores de DA. Entretanto, a baixa eficiência e a dificuldade de processamento do material são fatores limitantes e proibitivos para a recomendação desta técnica.

5.8 Líquido sinovial e dosagem de nitrito

No exame do LS, foi observado aumento da turbidez pré-centrifugação no grupo GTF. Outra variável que apresentou variação foi a proteína total (Figura 15). Os demais parâmetros avaliados não apresentaram diferença significativa ao longo do tempo e entre grupos. Além disso, todas as amostras estavam dentro dos intervalos fisiológicos padronizados para os equinos.

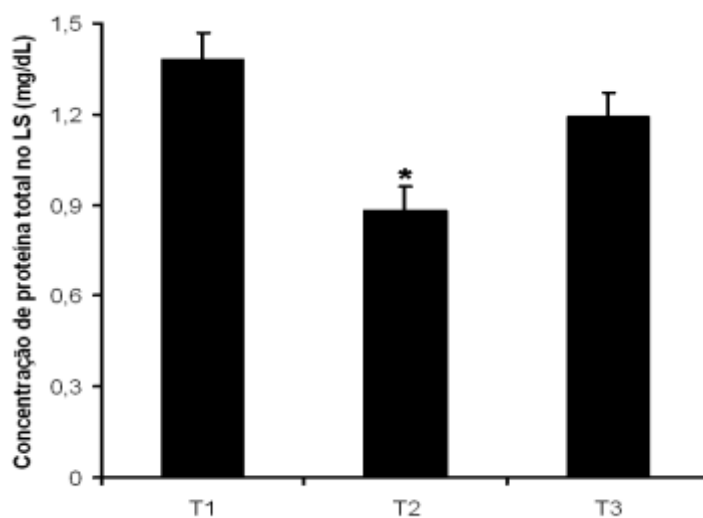


FIGURA 15 - Média (\pm DPM) da concentração de proteína total no líquido sinovial (LS) da articulação do carpo, em mg/dL, de muare portadores de DA aos 45 dias antes do início do tratamento (T0), no dia do tratamento (T1) e após 30 (T2) e 60 dias da sua instituição (T3) e em função dos diferentes tratamentos. (*) – Diferença significativa ao longo do tempo.

A DA torna os equinos susceptíveis a osteoartrite (Bertone, 2002), sendo

considerado normal a ausência ou aumento discreto dos parâmetros do LS de equinos

acometidos por esta afecção (Steel, 2008). Isso ocorreu com os achados do LS dos muares portadores de DA deste trabalho. Além disso, o maior número de achados radiológicos indicativos de osteoartrite observados no GTF pode ter contribuído para o aumento de celularidade observado indiretamente através da turbidez do LS dos muares deste grupo.

Nas colheitas realizadas a campo, a cor pré-centrifugação foi vermelha clara em 53,5% das amostras de LS, sendo a proporção entre membros direitos e esquerdos iguais. Essa coloração foi atribuída à contaminação das amostras por sangue. O método de

contenção instituído devido ao temperamento dos animais dificultou a colheita, pois animais se movimentavam no momento da colheita apesar da contenção. Esses fatores, sem dúvida, favoreceram a contaminação das amostras.

Devido à contaminação por sangue do LS, o número de amostras submetidas à reação de Griess foi reduzido. Isso foi necessário porque o nitrito presente no sangue superestimaria a concentração desse metabólito no LS (Hunter, 2002). A variação de nitrito ao longo do tempo está descrita na Figura 16.

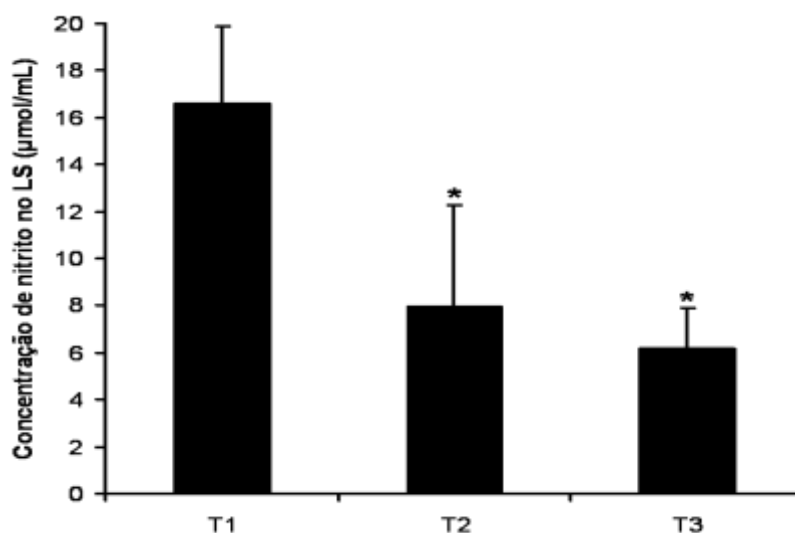


FIGURA 16 - Média (\pm DPM) da concentração de nitrito no líquido sinovial (LS) da articulação do carpo, em $\mu\text{mol/mL}$, de muares portadores de DA aos 45 dias antes do início do tratamento (T0), no dia do tratamento (T1) e após 30 (T2) e 60 dias da sua instituição (T3) e em função dos diferentes tratamentos. (*) – Diferença significativa ao longo do tempo.

Houve redução de 47,86% na concentração de nitrito após a instituição dos tratamentos. A variação na concentração de nitrito pode ser influenciada por vários fatores. No caso particular dos muares avaliados, dois fatores devem ser considerados, o trauma intermitente decorrente da movimentação dos animais no piquete e a fenilbutazona administrada no pós-operatório. Foi demonstrado em estudos *in vitro* que a compressão intermitente aumenta as concentrações do metabólito (Fermor et al., 2001). Por ser um marcador inflamatório (Hunter, 2002), a utilização de anti-inflamatórios no pós-operatório imediato também é passível de influenciar a sua concentração. Porém, segundo Lamprecht (2009), foi demonstrado que mesmo sob exercícios intensos, a variação da concentração de nitrito não ocorre, se os animais estiverem adaptados a esses exercícios. Além disso, a fenilbutazona não reduziu de forma significativa a concentração de nitrito em culturas de condrócitos de equinos estimulados por interleucina 1 β recombinante (Tung et al., 2002). Uma vez que essas variáveis não influenciam os valores de nitrito, os tratamentos instituídos podem ter colaborado para a sua redução.

Apesar de ter ocorrido redução da concentração de nitrito no LS dos muares, os valores obtidos não indicam a ocorrência de danos articulares. Os valores observados nos muares do presente estudo são inferiores aos observados após a realização de uma artrocentese em equinos (van de Boom, 2005). Danos articulares foram observados na articulação metacarpofalangeana em concentrações médias de nitrito de 44,4 μ mol/L (Adarmes et al., 2009).

Entretanto, a concentração de marcadores moleculares da inflamação utilizados no LS está sujeita ao efeito diluidor decorrente da ocorrência de efusão sinovial (Carmona et al., 2010). Como neste estudo a mesma não foi avaliada, existe a possibilidade das concentrações de nitrito observadas terem sido subestimadas.

Nas condições desse trabalho, os desvios angulares presentes nos muares exerceram influência de importância clínica apenas sobre a turbidez pré-centrifugação do LS. As variações nos demais parâmetros do LS e no de inflamação utilizados, aparentemente, não apresentaram importância clínica.

6. CONCLUSÕES

Nos muares do rebanho avaliado, a principal causa da ocorrência de DA nos animais foi o protocolo de treinamento instituído.

A associação da TEP ao casqueamento corretivo promove redução do desvio angular do carpo nos membros com angulação $>3^\circ$ e $\leq 7^\circ$ em muares com média de idade de 7,9 meses. A realização da TEP em apenas um membro do animal promove aumento do desvio na articulação contralateral. Muares com média de idade de 20 meses com desvio angular no carpo $>7^\circ$ bilateral não apresentam melhora significativa ao serem tratados com grampos trans-fisários associado à TEP e ao casqueamento corretivo.

O exame radiológico digital permite o diagnóstico preciso e monitoramento da DA através de mensurações geométricas consagradas e as descritas no presente estudo. Além disso, foi possível descrever a ocorrência da fisite associada a DA nos muares avaliados.

Apesar da técnica de biópsia da placa epifisária ter apresentado limitações e necessitar de melhorias, foi possível diagnosticar e descrever a ocorrência de displasia fisária em muares.

Aparentemente, os desvios angulares dos muares avaliados não provocam alterações de importância clínica nas características e no metabólito avaliado do líquido sinovial.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADARMES, H.; SOLÍS, J. P.; MULLER, A. et al. Determinación de nitrito como metabolito estable del óxido nítrico en el líquido sinovial de articulación metacarpofalángica equina. *Arch. Med. Vet.*, v. 41, p. 255-259, 2009.

ALDRED, J. Developmental orthopaedic disease in horses. *Rural Ind. Res. Develop. Corp. Publ.* v. 97/79, p. 1-31, 1998.

ARANZALES, J. R. M.; SOUZA, M. V.; MENA, F. A. A. et al. Avaliação clínica e radiográfica de equinos com defeitos de aprumo. *Rev. Ceres.*, v. 54, p. 161-171, 2007.

AUER, J.A.; MARTENS, R. J. Periosteal transection and periosteal stripping for correction of angular limb deformities in foals. *Am. J. Vet. Res.*, v. 43, p. 1530-1534, 1982.

AUER, J. A.; von RECHENBERG, B. The role of hemicircumferential periosteal transection and elevation. In: *Proceedings of the 14th Europ. Soc. Vet. Orthop. Traumat.-ESVOT*. Munich, 2008.

AUER, J. A.; von RECHENBERG, B. Treatment of angular limb deformities in foals. *Clin. Techn. Equine Pract.*, v. 5, p. 270-281, 2006.

AYKUT, U. S.; YAZICI, M.; KANDEMIR, U. et al. The effect of temporary hemiepiphyseal stapling on the growth plate. *J. Pediatr. Orthop.*, v. 25, p. 336-341, 2005.

BATHE, A. P.; HILTON, R. L. Treatment of angular limb deformities in foals using radial extracorporeal shockwave therapy. In: *Proceedings of the 14th Europ. Soc. Vet. Orthop. Traumat.* – ESVOT. Munich, 2008.

BERTONE, A. L.; PALMER, J. L.; JONES, J. Synovial fluid cytokines and eicosanoids as markers of joint disease in horses. *Vet. Surg.*, v. 30, p. 528-538, 2001.

BERTONE, A. L. Part V: The carpus. In: STASHAK, T. S. *Adam's lameness in horses*.

5^aed. Baltimore: Williams & Wilkins, 2002, p. 830-863.

BERTONE, A. L.; PARK, R. D.; TURNER, A. S. Periosteal transection and stripping for treatment of angular limb deformities in foals: radiographic observations. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, v. 187, p. 153-156, 1985.

BRAMLAGE, L. R.; AUER, J. A. Diagnosis, assessment, and treatment strategies for angular limb deformities in the foal. *Clin. Techn. Equine Pract.*, v. 5, p. 259-269, 2006.

BRAUER, T. S.; BOOTH, T. S.; RIEDIESEL, E. Physeal growth retardation leads to correction of intracarpal angular deviations as well as physeal valgus deformity. *Equine Vet. J.*, v. 31, p. 193-196, 1999.

CARMONA, J. U.; GIRALDO, C. E.; ARISTIZABAL, W. et al. Evaluation of the effects of the sedation with azaperone/acepromazine and immobilization with guaiphenesin/thiopentone in mules. *Vet. Res. Comm.*, v. 31, p. 125-132, 2007.

CARMONA, J. U.; LÓPEZ, C.; PRADES, M. Determinación de marcadores inflamatorios y anabólicos articulares em caballos jóvenes estabulados con osteocondrosis tarsocrural. *Rev. Med. Vet. Zoo. Córdoba.*, v. 15, p.1907-1915, 2010.

CARMONA, J. U.; PRADES, M. Pathophysiology of osteoarthritis. *Compendium Equine: Continuing Educ. Vet.*, p. 28-40, jan/feb 2009.

CASTON, S. S.; REINERTSON, E. L.; KERSH, K. K. How to make, place, and remove transphyseal staples. In: *Proceedings of the 53rd Annual Conv. Am. Assoc. Equine Pract.* – AAEP. Orlando, 2007.

COLLES, C. M. How to aid the correction of angular limb deformities in foals using physeal stimulation. In: *Proceeding of the 54th Annual Conv. Am. Assoc. Equine Pract.* – AAEP. San Diego, 2008.

- CRAIG, L. E. Physeal dysplasia with slipped capital femoral epiphysis in 13 cats. *Vet. Pathol.*, v. 38, p. 92-97, 2001.
- EGGLESTON, R. B.; MUELLER, P. O. E.; CHAMBERS, J. N. et al. Use of an external ring fixator for correction of an acquired angular limb deformity in a donkey. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, v. 217, p. 1186-1190, 2000.
- EPP, T. L. Step ostectomy as a treatment for varus deformity of a metatarsophalangeal joint in a 4.5-month-old colt. *Can. Vet. J.*, v. 48, p. 519-521, 2007.
- FERMOR, B.; WEINBERG, J. B.; PISETSKY, D. S. et al. The effects of static and intermittent compression on nitric oxide production in articular cartilage explants. *J. Orthop. Res.*, v. 19, p. 729-737, 2001.
- FLOYD, A. E. Deformities of the limbs and their relevance to the foot. In: FLOYD, A. E.; MANSMANN, R. A. *Equine podiatry*. 1st ed. Philadelphia: Saunders-Elsevier, 2007, 205-223.
- GEE, E. K.; FIRTH, E. C.; MOREL, P. C. H. et al. Enlargements of the distal third metacarpus and metatarsus in Thoroughbred foals at pasture from birth to 160 days of age. *N. Zeal. Vet. J.*, v. 53, p. 438-447, 2005.
- GREET, T. R. C.; CURTIS, S. J. Foot management in the foal and weanling. *Vet Clin Equine.*, v. 19, p. 501-517, 2003.
- HAWKINS, J. F.; LESCUN, T. B. Sepsis of the common digital extensor tendon sheath secondary to hemicircumferential periosteal transaction in a foal. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, v. 211, p. 331-332, 1997.
- HUNTER, R. P. Nitric oxide, inducible nitric oxide synthase and inflammation in veterinary medicine. *Ani. Health Res. Rev.*, v. 3, p. 119-133, 2002.
- HUNT, R. J. Pros and cons of surgical repair techniques for management of angular limb deviation. In: *Proceedings of the 14th Europ. Soc. Vet. Orthop. Traumat. - ESVOT*. Munich, 2008.
- HURTIG, M. B.; POOL, R. R. Pathogenesis of equine osteochondrosis. In: McILWRAITH, C. W.; TROTTER, G. W. *Joint disease in the horse*. 1st ed. Philadelphia: Saunders, 1996, p. 335-358.
- INESON, A. C.; ROGERS, C. W.; FIRTH, E. C. et al. A comparison of subjective and quantitative methods for detection of physitis in Thoroughbred foals. *N. Zeal. Vet. J.*, v. 52, p. 65-69, 2004.
- JEFFCOTT, L. B.; HENSON, F. M. D. Studies on growth cartilage in the horse and their application to aetiopathogenesis of dyschondroplasia (osteochondrosis). *Vet. J.*, v. 156, p. 177-192, 1998.
- JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. Tecido ósseo. In: ____ *Histologia básica*. 9th ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1999, p. 111-128.
- KAY, A. T.; HUNT, R. J. Single screw transphyseal bridging of the distal metacarpus and metatarsus for correction of angular limb deformity in the foal. *Equine Vet. Educ.*, v. 21, p. 671-672, 2009.
- KAY, A. T.; HUNT, R. J.; THORPE, P. E. et al. Single screw transphyseal bridging for correction of forelimb angular limb deviation. In: *Proceedings of the 51th Annual Conv. Am. Assoc. Equine Prac. - AAEP.* - AAEP. Seattle, 2005.
- LAMPRECHT, E. D.; BAGNELL, C. A.; WILLIAMS, C. A. Inflammatory responses to three models of intense exercise in Standardbred mares – a pilot study. *Comp. Exerc. Physiol.*, v. 5, p. 115-125, 2009.
- LEPEULE, J.; BAREILLE, N.; ROBERT, C. et al. Association of growth, feeding practices, and exercise conditions with the prevalence of developmental orthopaedic

- disease in limbs of french foals at weaning. *Prevent. Vet. Med.*, v. 89, p. 167-177, 2009.
- McILWRAITH, C. W. Developmental orthopedic disease: problems of limbs in young horses. *J. Equine Vet. Sci.* v. 24, p. 475-479, 2004.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient Requirements of horses*. 6^a ed. Washington DC: The National Academies Press, 2007, 360 p.
- O'DONOHUE, D. D.; SMITH, F. H.; STRICKLAND, K. L. The incidence of abnormal limb development in the Irish Thoroughbred from birth to 18 months. *Equine Vet. J.*, v. 24, p. 305-309, 1992.
- OTT, E. A., BROWN, M. P.; ROBERTS, G. D. et al. Influence of starch intake on growth and skeletal development of weanling horses. *J. Anim. Sci.*, v. 83, p. 1033-1043, 2005.
- PHARR, J. W.; FRETZ, P. B. Radiographic findings in foals with angular limb deformities. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, v. 179, p. 812-817, 1981.
- PEARCE, S. G.; FIRTH, E. C.; GRACE, N. D. et al. Effect of copper supplementation on the evidence of developmental orthopaedic disease in pasture-fed New Zealand Thoroughbreds. *Equine Vet. J.*, v. 30, p. 211-218, 1998.
- PUOLI FILHO, J. N. P.; COSTA, C.; ARRIGONI, M. B. et al. Suplementação mineral e mobilização de cálcio nos ossos de equinos em pastagem de *Brachiaria humidicola*. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 34, p. 873-878, 1999.
- RAGLE, C. A. Donkeys and mules as surgical patients – Special considerations. In: *Proceedings of the 9th Intern. Cong. World Equine Vet. Assoc. – WEVA*. Marrakech, 2006.
- READ, E. K.; READ, M. R.; TOWNSEND, H. G. et al. Effect of hemi-circumferential periosteal transaction and elevation in foals with experimentally induced angular limb deformities. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, v. 221, p. 536-540, 2002.
- REYNOLDS, J. A.; MORRIS, E. L.; SENOR, D. M. et al. The incidence of bone lesions in the carpal and tarsal regions and the rate of physeal closure in weanling quarter horses. *Equine Vet. Sci.*, v. 12, p. 114-117, 1992.
- REZENDE, A. S. C.; LEGORRETA, G. L.; MOREIRA, D. C. A. Effect of two different nutritional programs on orthopedic alterations in mangalarga marchador foals. *J. Equine Vet. Sci.*, v. 20, p. 651-656, 2000.
- RIECH, S. E.; DE LA CORTE, F. D.; SILVA, C. A. M. et al. Desvios angulares em potros puro sangue de corrida do nascimento aos 30 dias de vida: origem e incidência. *Ciência Rural*, v. 30, p. 825-828, 2000.
- ROBERTS, B. L.; RAILTON, D.; ADKINS, A. R. A single screw technique compared to a two screw and wire technique as a temporary transphyseal bridge for correction of fetlock varus deformities. *Equine Vet. Educ.*, v. 21, p. 666-670, 2009.
- SAVAGE, C. J.; LEWIS, L. D. The role of nutrition in musculoskeletal development and disease. In: STASHAK, T. S. *Adam's lameness in horses*. 5^aed. Baltimore: Williams & Wilkins, 2002, p. 377-399.
- SLONE JR, D.E.; ROBERTS, C. T.; HUGHES, F. E. Restricted exercise and transphyseal bridging for correction of angular limb deformities. In: *Proceedings of the 46th Annual Conv. Am. Assoc. Equine Prac. – AAEP*. San Antonio, 2000.
- STELL, C. M. Equine synovial fluid analysis. *Vet. Clin. Equine*, v. 24, p. 437-454, 2008.
- SUTTON, S.; CLUTTERBUCK, A.; HARRIS, P. et al. The contribution of the synovium, synovial derived inflammatory cytokines and neuropeptides to the

pathogenesis of osteoarthritis. *Vet. J.*, v. 179, p. 10-24, 2009.

THOMASSIAN, A. Aparelho locomotor: Dinâmica da locomoção, aprumos, exame clínico das claudicações e medicina esportiva equina. In: ____ *Enfermidades dos cavalos*. 4ªed. São Paulo: Varela, 2005, p. 63-94.

TUNG, J. T.; VENTA, P. J.; CARON, J. P. Inducible nitric oxide expression in equine articular chondrocytes: effects of anti-inflammatory compounds. *Osteoarth.Cartil.*, v. 10, p. 5-12, 2002.

van den BOOM, R.; van de LAST, C. H. A.; BULL, S. et al. Influence of repeated arthrocentesis and exercise on synovial fluid concentrations of nitric oxide, prostaglandin E₂ and glycosaminoglycans in healthy equine joints. *Equine Vet. J.*, v. 37, p. 250-256, 2005.

VULCANO, L. C.; MAMPRIM, M. J.; MUNIZ, L. M. R. et al. Radiographic study of distal radial physeal closure in thoroughbred horses. *Vet. Radiol. Ultrasound.*, v. 38, p. 352-354, 1997.

WARREL, E.; TAYLOR, J. F. The role of periosteal tension in the growth of long bones. *J. Anat.*, v. 128, p. 179-184, 1979.

WITTE, S.; HUNT, R. A review of angular limb deformities. *Equine Vet. Educ.*, v. 21, p. 378-387, 2009.

WITTE, S.; THORPE, P. E.; HUNT, R. J. A lag-screw technique for bridging of the medial aspect of the distal tibial physis in horses. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, v. 225, p. 1581-1583, 2004a.

WITTE, S.; THORPE, P. E.; HUNT, R. J. et al. Growth retardation at the distal tibial physis through single screw placement. In: *Proceedings of the 50th Annual Conv. Am. Assoc. Equine Prac. – AAEP*. Denver, 2004b.

ANEXO 1

As etapas realizadas no processamento das biópsias de placa de crescimento estão descritos em detalhes abaixo.

Processo de descalcificação

As amostras foram descalcificadas em solução à base de ácido fórmico por sete dias, sendo que a solução era substituída diariamente. Após esse período as amostras foram lavadas em água corrente por 24 horas.

Composição da solução:

- 1,2L de ácido fórmico PA
- 450g de citrato de sódio
- 3,8L de água destilada

Para o preparo da solução o citrato de sódio PA foi diluído em 1L de água destilada. Em seguida, foi diluído 200mL de ácido fórmico PA em 800mL de água destilada, sendo acrescentado o restante do ácido fórmico e da água destilada depois de diluído o primeiro montante de reagentes. Feito isso, esta solução foi diluída na solução previamente preparada de citrato de sódio.

Técnica de inclusão em parafina

Nesta etapa, as amostras foram submersas em diferentes reagentes. A sequência, os reagentes e o tempo de imersão estão especificados a seguir.

- Álcool a 70% - uma hora
- Álcool a 80% - uma hora
- Álcool a 90% - uma hora
- Álcool absoluto usado – uma hora
- Álcool absoluto novo – uma hora
- Xilol PA – 10 minutos

Em seguida, as amostras foram incluídas em parafina à temperatura de 65°C por cinco minutos. Passado este tempo, foi realizada a montagem dos blocos de maneira rotineira. Para a montagem das lâminas, estes foram congelados e cortados à espessura de 5µm.

Coloração por hematoxila e eosina

Os procedimentos realizados e a ordem e o tempo de submersão das amostras em cada em cada reagente realizados nas etapas de

hidratação, coloração e desidratação estão descritos a seguir.

Hidratação

- Aquecimento da lâmina a 60°C por 15 minutos
- Xilol PA I por dez minutos
- Xilol PA II por dez minutos
- Álcool absoluto I por cinco minutos
- Álcool absoluto II por cinco minutos
- Álcool absoluto III por cinco minutos
- Álcool a 90% por cinco minutos
- Álcool a 80% por três minutos
- Água destilada por três minutos

Coloração

- Hematoxilia por 20 segundos
- Água corrente por 15 minutos
- Eosina por dez segundos
- Água corrente por 5 segundos

Desidratação

- Álcool a 95% por 20 segundos
- Álcool a 95% por 30 segundos
- Álcool absoluto I por dois minutos
- Álcool absoluto II por cinco minutos
- Álcool absoluto III por cinco minutos
- Xilol PA I por dois minutos
- Xilol PA II por dois minutos

Em seguida, as lamínulas foram montadas às lâminas de maneira rotineira com bálsamo.

ANEXO 2

O preparo das soluções e as etapas realizadas durante a realização da análise de nitrito estão descritas em detalhes abaixo.

PREPARO DE SOLUÇÕES

Preparo do coquetel enzimático

O coquetel enzimático é composto pelos reagentes nitrato redutase, Sal hidratado dissódico de flavina adenina dinucleotídeo (FAD) e Sal tetrasódico reduzido de β -nicotinamida adenina dinucleotídeo 2-fosfato (NADPH). Primeiramente, deve-se realizar a diluição de cada um deles para obter concentração de 1UI/mL. Em seguidas, essas soluções previamente diluídas devem ser misturadas na proporção 1:1:1.

Soluções base

- Solução de ácido fosfórico a 2,5%

Preparo de 100mL da solução de ácido fosfórico a 2,5%:

98,26mL de água destilada
1,74mL de ácido fosfórico com 85%
de pureza

- Solução de PBS

Preparo de 100mL da solução de PBS:

800mg de NaCl PA
20mg de KCl PA
115mg de Na_2HPO_4 PA
20mg de KH_2PO_4 PA
100mL de água destilada

Após misturar os reagentes o pH foi determinado. Caso o valor estiver fora do intervalo entre 7,2 e 7,4, o mesmo deve ser corrigido.

Preparo das soluções da reação de Griess

Baseia-se na mistura na proporção 1:1 das duas soluções seguintes.

- Solução de sulfanilamida ou solução A:

Preparo de 50mL de solução de sulfanilamida

500mg de sulfanilamida
50 mL de solução de ácido fosfórico
a 2,5%

- Solução de naphthylethylenodiamida ou solução B:

Preparo de 50mL de solução de naphthylethylenodiamida

50mg de sulfanilamida
50 mL de solução de ácido fosfórico
a 2,5%

Preparo de solução para realização da curva padrão (NO_2)

- Solução de nitrito de sódio a 10mM

Preparo de 10mL de solução de nitrito de sódio a 10mM

6,9mg de nitrito de sódio PA
10mL de PBS

No momento do uso essa solução deve ser diluída com PBS para 1mM.

PREPARO DAS AMOSTRAS

Em um eppendorfe adicionar 50 μ L de LS já em temperatura ambiente. Em seguida adicionar 150 μ L de água destilada e 30 μ L do coquetel enzimático. Feito isso, o eppendorfe deve ser incubado *overnight* em estufa com temperatura de 37°C.

Após o período de incubação, deve ser acrescentado em cada eppendorf 10 μ L de solução de sulfato de zinco a 30% para promover a desproteíntização. Em seguida, o eppendorf deve ser vortequizado e centrifugado à 5.000rpm por cinco minutos.

PREPARO DA PLACA

Os poços brancos, com amostra e com solução padrão devem ser feitos em duplicata.

Poços com amostras

Adicionar no poço 100µL do sobrenadante.

Poços brancos

Adicionar nos poços das colunas 1 e 2 100µL de água destilada.

Poços para a confecção da curva padrão

Adicionar nos poços A3 e A4 150µL da solução de nitrito à 1mM. Nos demais poços das colunas 3 e 4 adicionar 50µL de PBS. A partir dos poços A3 e A4 realizar a diluição seriada nos demais poços dessas colunas, transferindo 50µL do seu conteúdo para o poço seguinte.

Em todos os poços

Realizada as etapas anteriores, deve-se adicionar 100µL da solução de Griess em todos os poços.

Em seguida, a placa deve ser colocada em ambiente protegido de fontes de luz por dez minutos. Passado esse tempo, determinar a absorbância em leitor de Elisa à 540nm.