

UFSM

Dissertação de Mestrado

**AVALIAÇÃO RADIOLÓGICA DO TERCEIRO
METACARPIANO EM POTROS PURO SANGUE DE CORRIDA
EM TREINAMENTO**

Flávio Gomes de Oliveira

PPGMV

Santa Maria, RS, Brasil

2001

**AVALIAÇÃO RADIOLÓGICA DO TERCEIRO
METACARPIANO EM POTROS PURO SANGUE DE
CORRIDA EM TREINAMENTO**

Por

Flávio Gomes de Oliveira

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Área de concentração em Clínica Médica, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Medicina Veterinária.**

PPGMV

Santa Maria, RS, Brasil

2001

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**AVALIAÇÃO RADIOLÓGICA DO TERCEIRO
METACARPIANO EM POTROS PURO SANGUE DE
CORRIDA EM TREINAMENTO**

elaborada por
Flávio Gomes de Oliveira

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Medicina Veterinária

COMISSÃO EXAMINADORA:

**Karin Erica Brass
(Presidente/Orientadora)**

Eduardo Brum Medici

Flávio Desessards De La Corte

Santa Maria, 6 de dezembro de 2001

©2001

Todos os direitos autorais reservados a Flávio Gomes de Oliveira. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser realizada com autorização por escrito do autor.

Endereço: Rua Travessa Alfredo Costa, no. 93, Bairro Medianeira, Porto Alegre, RS, 90880 340

Telefone (0xx) 51 3219 3393, Fax (0xx) 51 9961 1799

e-mail: MVflávio@portoweb.com.br

AGRADECIMENTOS

Em especial, à minha esposa, Ivanete Regoso, pelo amor e carinho dedicados a mim.

Aos meus pais, Olivério Gomes de Oliveira Sobrinho e Lenora Hadad de Oliveira, e meus irmãos, Felipe e Fernanda, pela união e apoio que sempre demonstraram.

Em memória ao meu avô, Cruzaltino Gomes de Oliveira, pelo grande homem que sempre foi para mim e pelos momentos em que estive ao meu lado dando-me apoio e força.

Em memória a minha avó, Pautília Lima de Oliveira, que recentemente nos deixou e que sempre incentivou meu crescimento profissional.

À professora Karin Erica Brass pela orientação e amizade dispensadas durante a realização da presente dissertação.

Ao professor Carlos Antonio Mondino Silva pelo incentivo e amizade sempre demonstrados.

Aos amigos Giuliano Figueiró, Carolina Greig e a todos os colegas da pós-graduação.

A UFSM por ter me dado a oportunidade de aprofundar o meu conhecimento profissional.

Aos proprietários e treinadores do JCRGS por permitirem e apoiarem o presente trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiv
1 – INTRODUÇÃO.....	1
2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	2
3- Capítulo 1- Periostite metacarpiana dorsal: incidência e fatores pré-disponentes.....	8
3.1 Resumo.....	10
3.2 Abstract.....	11
3.3 Introdução.....	11
3.4 Material e método.....	12
3.5 Resultados e discussão.....	14
3.6 Referências bibliográficas.....	17
4- Capítulo 2- Avaliação radiológica do terceiro metacarpiano em potros puro sangue de corrida em treinamento.....	26
4.1 Resumo.....	28
4.2 Abstract.....	29
4.3 Introdução.....	30
4.4 Material e método.....	31
4.5 Resultados e Discussão.....	33

4.6 Referências bibliográficas.....	35
5-DISSCUSSÃO.....	48
6-CONCLUSÕES.....	55
7-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1 - Periostite metacarpiana dorsal: incidência e fatores pré-disponentes	
TABELA 1 – Velocidade média (x) em m/s e desvio padrão (SD) desenvolvida pelos potros, machos (M) e fêmeas (F), no grupo de animais que permaneceu sadio e no que manifestou sinais clínicos de periostite metacarpiana dorsal (PM) nas diversas distâncias trabalhadas.....	20
TABELA 2 – Percentagem de potros PSC, machos e fêmeas, sadios e que manifestaram periostite metacarpiana dorsal (PM).....	21
TABELA 3 – Percentagem de potros PSC sadios e que manifestaram periostite metacarpiana dorsal (PM) de acordo com o treinador.....	22
TABELA 4 – Velocidade média (x) em m/s e desvio padrão (SD) desenvolvida pelos potros, machos (M) e fêmeas (F), nas diversas distâncias (D) trabalhadas com relação aos treinadores.....	23

CAPÍTULO 2 - Avaliação radiológica do terceiro metacarpiano em potros puro sangue de corrida em treinamento

- TABELA 1 - Médias (x) e desvio padrão (SD) da espessura da córtex dorsal direita (CDD) e esquerda (CDE) do terceiro metacarpiano de potros Puro Sangue de Corrida que permaneceram sadios e dos que desenvolveram periostite metacarpiana (PM) nas oito avaliações realizadas..... 39
- TABELA 2 - Médias (x) e desvio padrão(SD) do índice radiológico direito (IRD) e esquerdo (IRE) do terceiro metacarpiano de potros Puro Sangue de Corrida que permaneceram sadios e dos que desenvolveram periostite metacarpiana (PM) nas oito avaliações realizadas..... 40
- TABELA 3 – Médias e desvio padrão (SD) do aumento de espessura da córtex dorsal direita (CDD) e esquerda (CDE) do terceiro metacarpiano de potros Puro Sangue de Corrida que permaneceram sadios e que desenvolveram periostite metacarpiana dorsal (PM) conforme os treinadores, nas oito avaliações realizadas..... 41

- TABELA 4 – Média (x) e desvio padrão (SD) do aumento de espessura em mm da córtex dorsal direita (CDD) e esquerda (CDE) do terceiro metacarpiano de potros Puro Sangue de Corrida, machos (M) e fêmeas (F) de acordo com os treinadores, nas oito avaliações..... 42
- TABELA 5 – Média (x) e desvio padrão (SD) do aumento percentual do índice radiológico direito (IRD) e esquerdo (IRE) do terceiro metacarpiano de potros Puro Sangue de Corrida, machos (M) e fêmeas (F) de acordo com os treinadores, nas oito avaliações..... 43

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1 - Periostite metacarpiana dorsal: incidência e fatores pré-disponentes

FIGURA 1 - Variação da velocidade média (m/s) desenvolvida pelos potros PSC que permaneceram sadios e pelos que desenvolveram periostite metacarpiana dorsal (PM) nos exercícios de velocidade nas diversas distâncias 24 trabalhadas.....

FIGURA 2 - Número de potros PSC que manifestaram sinais clínicos de periostite metacarpiana dorsal nas diversas distâncias..... 25

CAPÍTULO 2 - Avaliação radiológica do terceiro metacarpiano em potros puro sangue de corrida em treinamento

FIGURA 1 - Médias da espessura da córtex dorsal do terceiro metacarpiano direito (CDD) em mm dos membros de potros Puro Sangue de Corrida que permaneceram sadios e que desenvolveram periostite metacarpiana nas oito avaliações realizadas..... 44

- FIGURA 2 - Médias da espessura da córtex dorsal do terceiro metacarpiano esquerdo (CDE) em mm dos membros locomotores de potros Puro Sangue de Corrida que permaneceram sadios e que desenvolveram periostite metacarpiana dorsal (PM) nas oito avaliações realizadas..... 45
- FIGURA 3 - Médias do índice radiológico do terceiro metacarpiano direito (IRD) dos membros locomotores de potros Puro Sangue de Corrida que permaneceram sadios e que desenvolveram periostite metacarpiana (PM) nas oito avaliações realizadas..... 46
- FIGURA 4 - Médias do índice radiológico do terceiro metacarpiano esquerdo (IRE) dos membros locomotores de potros Puro Sangue de Corrida que permaneceram sadios e que desenvolveram periostite metacarpiana (PM) nas oito avaliações realizadas..... 47

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

AVALIAÇÃO RADIOLÓGICA DO TERCEIRO METACARPIANO EM POTROS PURO SANGUE DE CORRIDA EM TREINAMENTO

AUTOR: Flávio Gomes de Oliveira
ORIENTADORA: Karin Erica Brass
Santa Maria, 6 de dezembro de 2001.

Quarenta e dois potros Puro Sangue de Corrida (PSC), de 2 anos de idade, foram acompanhados clínica e radiologicamente a cada 15 dias, durante o treinamento para sua primeira corrida, para determinar a incidência e possíveis fatores predisponentes de periostite metacarpiana dorsal (PM). Durante dois meses no primeiro ano (n=25) e quatro meses (n=17) no segundo os potros foram submetidos a exames clínicos para a identificação de sinais clínicos de PM e exames radiológicos dos McIII usando a projeção látero medial. Dados como sexo, velocidade média, distância dos exercícios de velocidade e treinador foram tabulados. No primeiro ano 28% dos potros avaliados manifestaram PM e no segundo ano este índice foi de 70,6%. Considerando todo o período a incidência foi de 45%. Não houve diferença entre os sexos na manifestação de PM e na velocidade média alcançada. A velocidade média desenvolvida pelos potros que permaneceram sadios e dos que tiveram PM se manteve entre 16 e 18 m/s. Nos 500 e 700m a velocidade média nos animais com PM foi maior ($p<0,05$). A PM se manifestou na maioria dos potros (10 de 19) na distância de 700 m. Houve diferença na incidência de PM e velocidade média atingida pelos potros de acordo com o treinador. Os potros mais rápidos apresentaram maior incidência de PM. Nas radiografias foi avaliada a córtex dorsal (CD) do McIII e mensurada a espessura da CD, córtex palmar e zona medular para determinação do índice radiológico (IR). Não foram observadas alterações radiológicas na CD do McIII nos potros que manifestaram periostite metacarpiana dorsal (PM) aguda. O aumento da espessura média da CD direita nas oito avaliações foi de

0,82mm e da CD esquerda foi de 0,49mm nos McIII que dos produtos que permaneceram sadios, e de 1,16mm e 1,96mm, respectivamente, nos que manifestaram PM. Nos McIII que não apresentaram PM o IR direito na primeira avaliação foi 2,00, alcançando 2,50 na oitava avaliação e o esquerdo variou de 2,30 a 2,57. Nos McIII que manifestaram PM o IR direito iniciou em 2,20 alcançando 2,70 na oitava avaliação e o esquerdo aumentou de 2,07 a 3,00. A variação tanto da CD como do IR entre as avaliações foi significativa ($p < 0,05$). Porém, apenas o aumento de espessura da CD entre os McIII sem alterações e os que manifestaram PM foi significativa ($p < 0,05$). O aumento mais acentuado da CD foi observado sempre na avaliação anterior aquela em que foram detectados os sinais clínicos de PM. Os fatores que favoreceram a manifestação de PM foram a velocidade média elevada sobre distâncias maiores, como os 700m, e o treinador. A mensuração da CD pode ser utilizada como um método diagnóstico precoce permitindo a sua prevenção.

ABSTRACT

Master's dissertation
Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

RADIOGRAPHIC ASSESSMENT OF THE THIRD METACARPAL BONE IN 2 YEAR-OLD THOROUGHBRED IN TRAINING

AUTHOR: Flávio Gomes de Oliveira

ADVISER: Karin Erica Brass

Santa Maria, December 6st, 2001.

Forty two 2-year-old thoroughbreds were examined clinically and radiographically each 15 days during their initially training program to determine the incidence and the predisposing factors to dorsal metacarpal disease (DMD). During the first period 25 2-y-0 were followed during 2 month and at the second year followed up was performed for 4 month on 17 2-y-0. Data like gender, mean speed, distance of breezing and trainer were also collected. At the first year 28% of the 2-y-0 showed DMD and at the second 70,6% got DMD, with total incidence being 45%. No difference on incidence and mean speed of breezing was found between genders. Speed of affected and non affected horses remained between 16 and 18m/s. On 2,5 and 3,5 furlongs mean breezing speed of DMD affected horses was higher ($p<0,05$). 10 out of 19 horses showed DMD signs at the distance of 3,5 furlongs. There was a difference between trainers regarding incidence of DMD and speed of their horses. 2-year-olds under care of trainers whose horses had the highest incidence o DMD also were the fastest one's. X-rays were taken using latero-medial projection. Dorsal cortex (DC) was evaluated on the X-rays and DC, palmar cortex and medular zone were measured in order to determine the radiologic index (RI). No radiographic alterations were observed on the DC of the McIII of horses affected by DMD. Mean increase in DC thickness of healthy McIII was 0.82mm and 0.49mm on the right and left side. DMD affected McIII had a DC increase of 1.16mm and 1.96, respectively. None affected right McIII had a RI of 2.00 at the first evaluation and 2.50 at the last one and left ones had na I of 2.30 and 2.57,

respectively. DMD affected McIII started with an index of 2.20 reaching 2.70 on the right side and 2.07 increasing to 3.00 on the left. There was a significant increase ($p < 0.05$) in DC thickness and RI between evaluations of both, healthy and DMD affected McIII. DC thickness showed a significant increase between affected and non affected McIII. No important increase in DC thickness was observed in the evaluation prior to DMD clinical signs. Speed associated with longer breezing distances (3,5 furlongs) and the trainer effect were factors predisposing young 2-y-0 to DMD. Increase in DC thickness could be used as a diagnostic tool for early recognition of DMD allowing adoption of preventive measures.

INTRODUÇÃO

Provas importantes para potros Puro Sangue de Corrida (PSC) já ocorrem nos meses de dezembro e janeiro de cada ano para animais que tenham completado dois anos. A idade hípica desses animais completa-se sempre no dia 1^o de julho de cada ano e todos completam mais um ano nesta data não importando quando tenham nascido. Muitos potros quando iniciam os primeiros treinamentos para a participação nessas provas de início de campanha apresentam ainda dois anos, incompletos, estando, portanto, mais propensos a apresentar problemas músculo-esqueléticos (PELOSO et al., 1996).

Dentre as alterações mais comuns que levam a diminuição da performance dos potros em início de treinamento está a periostite metacarpiana dorsal (PM). Entre as suas principais conseqüências estão a redução na intensidade dos treinamentos ou a parada total nos exercícios prejudicando a futura participação dos animais nas principais provas para essa idade.

Não existem referências na literatura brasileira sobre a performance de eqüinos nos diferentes locais onde são realizadas corridas de cavalos em relação a incidência de (PM). Vários fatores influenciam a sua manifestação tanto em provas oficiais como também durante o treinamento. COHEN et al. (1999) descreve que pistas de corrida de cavalos apresentam características diferentes em diversos locais,

portanto, os animais podem apresentar variações na performance quando participarem de corridas em pistas diferentes. Pistas duras, início de treinamento com progressão rápida e exercícios em alta velocidade sobre distâncias curtas são fatores pré-disponentes a manifestação de sinais clínicos de PM (HODGSON & ROSE, 1994).

A avaliação radiológica é um método auxiliar diagnóstico utilizado com grande frequência. É de custo baixo e acessível em todos os centros de criação, de manutenção e de corridas de equinos.

Com o objetivo de esclarecer os possíveis fatores causadores e a evolução da PM, 42 potros da geração 1998 e 1999, alojados no Jockey Club do Rio Grande do Sul (JCRGS), recém saídos da doma e iniciando os treinamentos, foram utilizados para uma avaliação radiológica realizada quinzenalmente até a participação na primeira prova.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os cavalos PSC iniciam o treinamento para corrida aproximadamente aos 2 anos de vida (NUNAMAKER; 1986STOVER *et al.*, 1988). Nesta idade, a imaturidade relativa associada aos exercícios de alta intensidade levam a processos de adaptação em alguns ossos como, por exemplo, o terceiro metacarpiano (McIII) e os sesamóides proximais, além de músculos e tendões. Quando a intensidade do treinamento ultrapassa a capacidade de adaptação destas estruturas é comum o aparecimento de lesões que levam à interrupção do treinamento (PELOSO *et al.*, 1996; COHEN *et al.*, 1999).

A PM também conhecida por “dor de canela” afeta o terço médio da diáfise dorsal do McIII. Ela é uma alteração muito comum em potros PSC jovens (MOYER & FISHER, 1990) sendo uma das principais causas de perda de muitos dias de treinamento em animais de 2 anos (BAYLEY et al., 1997). A incidência da PM varia entre 70% e 80% em potros de 2 anos (STOVER, 1992), com 90% dos casos ocorrendo durante a fase de exercícios rápidos na preparação para as corridas (BUCKINGHAM & JEFFCOTT, 1992).

Exercícios em alta velocidade, pistas duras, imaturidade e baixa densidade óssea, bem como a progressão excessivamente rápida do treinamento e métodos de treinamento que preconizam exercícios de curta duração são fatores considerados pré-disponentes ao desenvolvimento de PM (BUCKINGHAM & JEFFCOTT, 1992; HODGSON & ROSE, 1994; WHITE & MOORE, 1998; PORR et al., 1998). Forças biomecânicas excessivas resultantes do impacto dos membros anteriores em pistas duras no galope rápido, são consideradas o fator desencadeante levando a lesões microscópicas cumulativas por compressão na córtex dorsal do McIII (STOVER et al., 1988).

Aos 2 anos de idade os McIII já atingiram seu comprimento adulto. Apesar disto, o osso continua a se adaptar à carga a que é submetido no treinamento para a corrida aumentando o seu diâmetro e substituindo osso intracortical por meio de remodelação interna (RIGGS & EVANS, 1990; NUNAMAKER et al., 1990). Este processo fortalece o McIII, aumentando a sua resistência à deformação e diminuindo a susceptibilidade a microlesões. Esta adaptação geralmente está completa

aos 3 a 4 anos de idade (STOVER,1996). Quando as lesões microscópicas acumuladas ultrapassam a capacidade de adaptação da córtex dorsal do McIII ocorrem microfraturas no aspecto cranial do McIII sob o perióstio e hemorragias subperiostais que precedem a remodelação e a PM pode ser evidenciada no exame clínico (STASHAK, 1987; STOVER, 1992). Isto ocorre quando animais jovens são exercitados a uma velocidade superior a 12m/s (LARKIN & DAVIES, 1996).

A PM geralmente se apresenta de forma bilateral embora com freqüência o membro anterior esquerdo manifeste maior sensibilidade ou manifeste os sintomas alguns dias antes que o membro direito (MOYER et al., 1991; MOHAMMED et al., 1992). Isto é atribuído ao fato dos cavalos serem trabalhados em sentido anti-horário nas pistas dos hipódromos. Uma discreta sensibilidade à palpação do aspecto dorsal no terço médio do McIII freqüentemente antecede a diminuição da performance dos animais atingidos (HASEGAWA et al., 1998). Esta região é o ponto de maior inércia do McIII (NUNAMAKER et al., 1989).

A mudança mais significativa na estrutura óssea ocorre nos processos de modelação e remodelação do osso (LANYON, 1987; RUBIN et al., 1990; McCARTHY & JEFFCOTT, 1992). A remodelação é um processo de ativação, reabsorção e reposição óssea que indica que o osso não é uma estrutura estática. Modelagem é a reabsorção e formação óssea necessária ao delineamento do esqueleto em crescimento. A reabsorção óssea que ocorre durante a fase de remodelação leva a um aumento na porosidade do osso que combinada à diminuição da

densidade óssea no local de maior sensibilidade seja provavelmente a principal causa do aparecimento de PM e fraturas de fadiga nestes animais (CARTER & HAYES, 1976; NUNAMAKER, 1986; MARTIN & ISHIDA, 1989; HODGSON & ROSE, 1994).

STASHAK (1987) classifica os sinais clínicos em três tipos. A PM tipo I é mais observada em animais jovens (18 a 36 meses de idade). Corresponde à forma aguda sendo mais evidente após exercício intenso. Caracteriza-se por uma resposta dolorosa à palpação do aspecto dorsal do McIII, normalmente difusa. A PM tipo II, ou forma subaguda ou crônica, se desenvolve a partir da PM tipo I que não respondeu ao tratamento ou não foi diagnosticada. Esta forma de apresentação é observada com maior frequência em cavalos com 26 a 42 meses de idade. Na palpação é observada sensibilidade dolorosa de grau variável e aumento de volume no aspecto dorso medial do McIII. A PM tipo III equivale à fratura de fadiga, que é uma fratura incompleta da córtex dorsal do McIII localizada no terço médio da diáfise ou com menor frequência na diáfise distal ou dorso-lateral.

O comportamento da córtex depende exclusivamente da quantidade de carga aplicada sobre ela, em particular quando o animal é exercitado nos treinamentos (EVANS et al., 1992). A estrutura óssea dos potros, quando eles imprimem velocidade máxima nos exercícios, sofre mudanças na forma e tamanho do McIII no sentido de compensar e suportar a carga a que o osso é submetida (NUNAMAKER, 1986). A compensação ocorre quando há uniformidade entre o estresse e a resistência na região sobrecarregada, aumentando a área da córtex dorsal

(CD) na diáfise do McIII que irá suportar a força compressiva resultante dos exercícios. Muitas fraturas ocorrem nesta fase e só são diagnosticadas após estudos histológicos *post-mortem*. Elas são denominadas de ‘espontâneas’ e predispõe o osso à falência aguda (RIGGS et al., 1999).

A resistência do osso é definida como sendo a capacidade máxima de suportar carga antes de ocorrer a fratura (BUCKINGHAM et al., 1992). A CD na região da metáfise do McIII é muito delgada e sua superfície interna se caracteriza por ser um local de intensa ação osteoclástica no osso em crescimento. Estruturalmente esta é a parte mais fraca do McIII. Na região da diáfise a CD é espessa. O aumento da CD é resultante da inflamação aguda no perióstio que ativa a rápida produção óssea. Este tecido ósseo recém formado necessita um tempo de adaptação frente a exercícios intensos (HODGSON & ROSE, 1994).

Nos casos agudos de PM freqüentemente não se observam alterações radiológicas no McIII, mas a presença de proliferação do perióstio, desmineralização subperiostal ou radiolucências subperiostais apóiam o diagnóstico de PM (NORWOOD & HAYNES, 1982). LARKIN & DAVIES (1996) desenvolveram um índice radiológico que se baseia na relação existente entre a espessura da córtex dorsal, a córtex palmar e a zona medular. Os autores verificaram que animais em treinamento para a primeira corrida com índices superiores a 3,28mm não apresentaram PM e sugerem a utilização deste índice na orientação do treinamento para prevenção de PM. Outros métodos complementares de

diagnóstico são a cintilografia (WHITE & MOORE, 1998) e a termografia (GAUGHAN, 1996).

O tratamento da PM envolve a diminuição no ritmo de treinamento dos potros com manifestação leve ou o repouso completo por até três meses nos animais severamente afetados (FORWOOD & BURR, 1993). Termocauterização, utilização de revulsivos, terapia com frio e eletroestimulação são formas adicionais de tratamento (STOVER, 1996).

**CAPÍTULO 1- PERIOSTITE METACARPIANA DORSAL:
INCIDÊNCIA E FATORES PRÉ-DISPONENTES**

PERIOSTITE METACARPIANA DORSAL: INCIDÊNCIA E FATORES PRÉ-DISPONENTES

(DORSAL METACARPAL DISEASE: INCIDENCE AND PREDISPOSING FACTORS)

Flávio Gomes de Oliveira¹, Karin Erica Brass^{2b}, Carolina Roxana Greig³, José Henrique Silva⁴, Carlos Antonio Mondino Silva⁵

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos proprietários e treinadores que possibilitaram, através da utilização de seus equinos, a realização do presente trabalho. Ao Jockey Club do Rio Grande do Sul que apoiou e incentivou a presente pesquisa, cedendo as dependências do Hospital Veterinário Joaquim Araújo.

¹Médico Veterinário, Aluno de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, UFSM

²Médica Veterinária, Dra., Prof. Adj. do Departamento de Clínica de Grandes Animais, CCR, UFSM, 97105-900 Santa Maria, RS, Brasil.

^bAutor para correspondência e-mail: kbrass@zaz.com.br ou dudaiva@portoweb.com.br

³Acadêmica do Curso de Medicina Veterinária da UFSM

⁴Engenheiro Agrônomo, Dr, Prof. Titular do Departamento de Zootecnia, UFSM

⁵Med. Vet., Dr., Prof. Tit. do Departamento de Clínica de Grandes Animais, UFSM

PERIOSTITE METACARPIANA DORSAL: INCIDÊNCIA E FATORES PRÉ-DISPONENTES

(DORSAL METACARPAL DISEASE: INCIDENCE AND PREDISPOSING FACTORS)

RESUMO

Quarenta e dois potros Puro Sangue de Corrida (PSC), de 2 anos de idade, foram acompanhados clinicamente a cada 15 dias, durante o treinamento para sua primeira corrida, para determinar a incidência e possíveis fatores pré-disponentes da periostite metacarpiana dorsal (PM). Durante dois meses no primeiro ano (n=25) e quatro meses (n=17) no segundo ano em que foi realizado o acompanhamento os potros foram submetidos a exames físicos para a identificação de sinais clínicos de PM. Dados como sexo, velocidade média, distância dos exercícios de velocidade e treinador foram tabulados. No primeiro ano 28% dos potros manifestaram PM e no segundo ano este índice foi de 70,6%. Considerando-se todo o período de estudo a incidência foi de 45%. Não houve diferença entre os sexos na manifestação de PM e na velocidade média alcançada. A velocidade média desenvolvida pelos potros que permaneceram sadios e dos que tiveram PM se manteve entre 16 e 18 m/s. Nos 500 e 700m a velocidade média dos animais com PM foi maior ($p<0,05$). A PM se manifestou na maioria dos potros (10 de 19) na distância de 700 m. Houve diferença na incidência de PM e velocidade média atingida pelos potros de acordo com o treinador. Os potros que apresentaram maior incidência de PM foram os mais rápidos. Portanto, fatores que favorecem a manifestação de PM foram velocidade média elevada sobre distâncias maiores como os 700m e o tipo de treinamento preconizado pelos diferentes treinadores.

Palavras-chave: *periostite metacarpiana dorsal, fatores pré-disponentes, exercício, eqüinos*

ABSTRACT

Forty two 2-year-old thoroughbreds were clinically examined each 15 days during their initially training program to determine incidence and predisposing factors of dorsal metacarpal disease (DMD). During the first year 25 horses were followed up during 2 months and at the second year followed up was performed for 4 months on 17 2-y-o. Data like gender, mean speed, distance of speed exercise and trainer were also collected. At the first year 28% of the 2-year olds showed DMD and at the second 70,6% got DMD, with total incidence being 45%. No difference on incidence and mean speed was found between genders. Speed of affected and none affected horses remained between 16 and 18m/s. On 2,5 and 3,5 furlongs speed exercise mean velocity of DMD affected horses was higher ($p < 0,05$). 10 out of 19 horses showed DMD signs at the distance of 3,5 furlongs. There was significant difference between trainers regarding incidence of DMD and speed of their horses. 2-year-olds under care of trainers whose horses had the highest incidence of DMD also were the fastest one's. Therefore, speed associated with longer distance breezing (3,5 furlongs) and trainer are factors that predispose young horses to DMD.

Key words: *dorsal metacarpal disease, predisposing factors, exercise, horse*

INTRODUÇÃO

A PM é uma alteração do aparelho locomotor que afeta principalmente potros jovens (2 anos) que estão iniciando o treinamento (NUNAMAKER et al., 1991). As provas turfísticas nesta idade são extremamente disputadas, pois valorizam em muito a campanha atlética, e o próprio cavalo, caso este venha a ser vencedor de alguma destas provas. Pequenas diferenças no treinamento e condicionamento físico destes animais podem melhorar ou prejudicar seu desempenho em corridas. Estas diferenças

juntamente com os fatores predisponentes podem aumentar a probabilidade do potro desenvolver sinais clínicos de PM (HODGSON & ROSE, 1994).

As pistas de estabelecimentos ou hipódromos onde são realizadas provas turfísticas são compostas por areia ou grama e estas apresentam características diversas. MUNDY (1997) demonstra e descreve as características dos diferentes tipos de pista de areia e de grama. Para as pistas de areia geralmente utiliza-se os seguintes termos; pista seca e leve, seca e dura, seca e pesada, pista molhada e pista encharcada. Na pista de grama os termos usados são os seguintes; pista de grama dura ou pista de grama mole (fôfa). Não há corrida de cavalos em pista de grama nos dias de chuva ou quando a pista está úmida No presente trabalho os animais foram trabalhados somente em pista de areia seca e leve. Suas características podem determinar condições mais favoráveis para o desenvolvimento da PM (COHEN et al., 2000). O treinamento varia conforme o treinador e também pode apresentar ligação direta com os casos de PM, pois enquanto alguns optam por exercícios mais intensos, outros utilizam trabalhos mais amenos sem exigir tanto do cavalo atleta .

Este trabalho tem por objetivo verificar a incidência de PM nos animais treinados em pista de areia no Jockey Club do Rio Grande do Sul (JCRGS). Além disto, a fim de que se possa agir preventivamente, procurou-se determinar até que ponto variáveis como sexo dos potros, velocidade média alcançada, distância percorrida, treinador, são fatores que favorecem o desenvolvimento da PM.

MATERIAL E MÉTODO

No período de 1999 a 2000, 42 potros recém domados da raça Puro Sangue de Corrida (PSC), de ambos os sexos, foram avaliados. Os animais, alojados nas dependências do JCRGS estavam sendo preparados para participar das suas primeiras provas turfísticas. No primeiro ano os potros (n=25) foram acompanhados durante os dois meses de treinamento anteriores a sua participação na primeira corrida. Neste período os animais foram examinados 4 vezes. Já no ano seguinte (n=17) o período

de acompanhamento foi de quatro meses tendo sido realizadas 8 avaliações antes da primeira corrida. A idade dos potros variou entre 21 e 27 meses no início do levantamento dos dados. Eles eram submetidos a um regime de trabalho diário de seis a sete dias por semana em pista de areia leve ou pesada dependendo da ocorrência de chuva no período. O programa de treinamento envolvia trote e galope por um período aproximado de 40 minutos, como base dos exercícios, com alguma variação conforme o treinador.

O treinamento diferenciou-se, entre treinadores, na intensidade dos exercícios e galopes. A maioria realizava um aquecimento na forma de trote forçado na distância de 700m a 1000m e posteriormente passava para trabalho de resistência no qual o potro galopava 2200m a 2400m a vontade. Os treinadores 1 e 4 realizavam o galope dos potros em distâncias menores, em torno de 1500m. A variação entre treinadores era mais evidente nos trabalhos de velocidade. Os treinadores 1 e 4 trabalhavam os animais para cronometragem do tempo nas distâncias de 300m, 400m e 700m. Já o treinador 6 trabalhava seus cavalos na distância de 400m e 700m. Em contra partida, os potros dos treinadores 2, 3 e 5 realizavam o trabalho de velocidade em todas as distâncias, ou seja, percorriam 200m, 300m, 400m, 500m e 700m em velocidade.

Os trabalhos de velocidade eram realizados com intervalo de 15 dias. Nestes, o tempo para percorrer uma determinada distância era cronometrado. A velocidade média foi determinada dividindo-se a distância percorrida pelo tempo. O treinamento para a primeira corrida iniciou com trabalhos de 200m na primeira semana até 700m na semana final de preparação para a prova a ser disputada, ou seja, aproximadamente 16 semanas após o início do treinamento. Sete dias antes da corrida frequentemente o treinamento era realizado na distância do páreo, um apronto na antevéspera e galopes nos outros dias.

Os potros foram submetidos a um exame clínico dos membros anteriores com especial atenção à região do terceiro metacarpiano (McIII). A exploração clínica da região do McIII foi feita através da inspeção visual e da palpação das estruturas, tais como, segundo metacarpiano, quarto metacarpiano, ligamento suspensor, ligamento

frenador inferior, tendão flexor digital superficial e tendão flexor digital profundo. Observou-se principalmente a existência ou não de alterações na forma e no tamanho das estruturas e sensibilidade na palpação. Animais que apresentaram claudicação, cólica, enfermidade respiratória ou outras doenças não foram incluídos no trabalho.

O exame clínico foi repetido a cada 15 dias até a participação na primeira corrida independente da manifestação clínica ou não de PM. Para a análise estatística os dados obtidos os animais foram divididos em dois grupos. Um grupo incluiu apenas os animais sadios e o outro os potros que manifestaram PM. As quatro avaliações realizadas no primeiro ano foram consideradas equivalentes as avaliações 5, 6, 7 e 8 do segundo ano. Os resultados obtidos foram analisados considerando um experimento fatorial 2x2x6 com delineamento inteiramente casualizado com número variável de repetições. Foi utilizado o método Anova, o teste F e o teste de Tukey com significância a 5%. Os dados foram analisados utilizando-se o pacote estatístico SAS (1996). Para a análise dos dados não paramétricos foi utilizado o teste χ^2 ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No exame clínico realizado, a cada 15 dias, foi observado que potros PM apresentavam sensibilidade à palpação na região dorsomedial do McIII. A dor no McIII é transmitida através dos nervos periostais ou do nervo metacarpiano palmar (DYSON, 1987; DYSON, 1997). Não foi observada claudicação nos animais afetados nem aumento de volume na região. Portanto os potros apresentaram PM aguda ou tipo I conforme a classificação de STASHAK (1987).

No período de dois anos, 45% (19) dos potros avaliados manifestaram sinais clínicos de PM. Esta incidência de PM é menor que a de 70% a 80% descrita por STOVER (1992) e BUCKINGHAM & JEFFCOTT (1992). Porém, a incidência observada em 1999 foi de 28,00% (7 de 25). Em 2000 70,6% (12 de 17) dos potros apresentou PM, índice, este, semelhante ao descrito pelos autores acima citados. A

baixa incidência de PM observada no primeiro ano pode ser atribuída ao menor período de avaliação (2 meses) destes animais. Além disto, um atraso no treinamento dos animais verificado neste ano fez com que os treinadores poupassem mais os animais. Ao se observar o tempo final do vencedor da primeira corrida de 700m de 40'2/5 e 39'4/5 em 1999 e 2000, respectivamente, se observa que o tempo de 2000 foi 3/5 melhor e isto representa mais velocidade e esforço.

Dos 19 animais que apresentaram PM 78,9% (15) apresentaram PM bilateral e 21,1% (4) unilateral esquerda. Isto pode ser atribuído ao sentido, anti-horário, que os cavalos são exercitados nas pistas dos hipódromos. Segundo MOYER et al. (1991) e MOHAMMED et al. (1992) embora a PM geralmente seja bilateral, é comum que o membro anterior esquerdo manifeste mais sensibilidade ou manifeste os sintomas alguns dias antes que o membro direito.

A velocidade média alcançada pelos potros nas distâncias de 200m, 300m, 400m, 500m e 700m pode ser observada na Tabela 1. Tanto nos animais que permaneceram sadios como nos que apresentaram PM ela se manteve entre 16 e 18m/s nas diversas distâncias, sendo mais baixa nos 200m e mais alta nos 400m (Figura 1). Não houve diferença na incidência de PM (Tabela 2) e nem na velocidade média alcançada entre machos e fêmeas (Tabelas 1 e 4). Nas distâncias de 500 e 700m a velocidade média desenvolvida pelos potros que manifestaram sinais clínicos de PM foi significativamente maior ($p < 0,05$) que a alcançada pelos potros que permaneceram sadios. Reforçando a máxima de que os melhores fazem esforço maior, sofrem maior impacto e, por isso, apresentam incidência mais alta de PM. Isto não foi observado nas distâncias de 200, 300 e 400m. Ainda assim, a velocidade média nas diversas distâncias foi superior, inclusive nos animais sadios, à velocidade de 12m/s a partir da qual LARKIN & DAVIES (1996) observaram os primeiros sinais clínicos de PM. Deve-se ter em mente que as características de cronometragem variam de país para país e que, principalmente, as características de pista mudam consideravelmente (COHEN et al., 1999; COHEN et al., 2000). Nos Estados Unidos, por exemplo, as pistas tendem a ser leves, rápidas, com a cronometragem dos animais

correndo, isto é, o cronômetro é acionado após a largada o que não acontece no Brasil onde a maioria das pistas são mais pesadas que as americanas e o cronômetro é acionado quando se abrem as portas do partidor. É provável, que, em pistas mais duras, mesmo durante a fase de treinamento a incidência de PM seja maior (MOHAMMED et al., 1992).

Pistas leves tem como característica uma menor espessura de areia, o que possibilita pouca penetração do casco na camada de areia da pista, resultando em menor esforço nas passadas. Nestas pistas a velocidade média tende a ser mais alta e o tempo cronometrado menor. As pistas pesadas, por sua vez, apresentam uma camada de areia bem mais espessa, que permite a penetração total do casco na pista exigindo maior esforço. Isso leva a tempos maiores e velocidades médias inferiores às cronometradas em pistas leves (MOYER et al., 1991).

A PM manifestou-se na maioria dos potros (10/19) no exercício dos 700m (Figura 2). A velocidade média nesta distância foi menor que em outras, porém tanto nos 500m como nos 700m houve variação na velocidade entre potros afetados e não afetados por PM. Isto indica que a manifestação de PM depende, além da velocidade desenvolvida, também da distância percorrida. Isto ocorre porque os potros ao percorrerem uma distância maior, mesmo não atingindo uma velocidade média máxima, sofrem um maior número de ciclos de impacto na pista e desenvolvem um esforço próximo a fadiga (STOVER et al., 1988).

Houve diferença significativa na incidência de PM de acordo com o treinador (Tabela 3). Dos potros com PM, a maior percentagem se encontrava sob os cuidados dos treinadores 1 (36,8%) e 2 (42,7%), seguidos dos treinadores 3 (10,5%) e 4 (10,5%). Os animais treinados pelos treinadores 5 e 6 não apresentaram PM. A Tabela 4 descreve a velocidade média alcançada pelos potros dos seis treinadores nas diversas distâncias. Houve diferenças na velocidade média dos potros, entre treinadores, nos exercícios de velocidade nas distâncias de 300, 500 e 700m. Os potros dos treinadores 1 e 2, que foram os que tiveram maior incidência de PM, também foram os que apresentaram velocidade média maior, ou seja, foram os mais

rápidos. Os animais dos treinadores 3 e 4 alcançaram velocidade média intermediária nos 500 e 700m, enquanto que os dos treinadores 5 e 6 foram os mais lentos nestas distâncias. Isto mostra que há relação entre a intensidade do treinamento e a incidência de PM. Estudos da morfologia do McIII demonstram que o método de treinamento ou o programa de exercícios influenciam a formação óssea e a susceptibilidade à PM (BOSTON et al., 2000). É possível que se adotando um regime de treinamento em que o potro realize um número maior de exercícios de velocidade em distâncias inferiores a 500 ou 700m se consiga reduzir a incidência de PM. Neste caso o exercício de velocidade manteria o estímulo para a adaptação do McIII, mas na distância menor haveria um menor número de ciclos de impacto sobre ele, limitando a possibilidade de fadiga.

Considerando especialmente o número de potros afetados com PM em 2000, já que as condições do ano anterior foram atípicas, a incidência desta alteração é alta no JCRGS. Fatores que favoreceram a manifestação de PM foram a velocidade média alcançada associada a distância percorrida, ambos resultantes em parte, do programa de exercícios que variou conforme o treinador. Isto enfatiza a necessidade de se encontrar um equilíbrio, durante o período de treinamento para a primeira corrida, entre a velocidade e a saúde dos animais, adotando um método de treinamento mais adequado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOSTON, R. C.; NUNAMAKER, D. M. Gait and speed as exercise components of risk factors associated with onset of fatigue injury of the third metacarpal bone in 2-year-old thoroughbred racehorses. **Am J Vet Res**, v 61, n 6, p. 602-608, 2000.

BUCKINGHAM, S.H.W.; JEFFCOTT, L.B. Shin soreness: a survey of thoroughbred trainers and racetrack veterinarians. **Equine Athlete**, v. 5, n. 5, p. 15, 1992.

COHEN, N.D.; BERRY, S.M.; PELOSO, J.G. et alii. Association of high-speed exercise with racing injury in thoroughbreds. **J Am Vet Med Assoc**, v.216, n 8, p. 1273-1278, 2000.

COHEN, N.D.; MUNDY, G.D.; PELOSO, J.G. et alii. Results of physical inspection before races and race-related characteristics and their association with musculoskeletal injuries in thoroughbreds during races. **J Am Vet Med Assoc**, v.215, n 5, p. 654-661, 1999.

DYSON, SUE. Some observations on lameness associated with pain in the proximal metacarpal region. **Equine Orthopaedics**. n. 6, p. 43-52, 1987.

DYSON, SUE. Proximal Metacarpal or Metatarsal Pain. **Current Therapy Equine Medicine**. 4.ed. USA: 1997, v.4, p. 38-42.

HODGSON, D.R.; ROSE, R.J. **The Athletic Horse**, Philadelphia: Saunders, Cap .II , 1994, p. 283-288.

LARKIN, N.C.; DAVIES, H.M.S. The application of a radiographic index to the prevention of dorsal metacarpal disease in thoroughbred racehorses. **Pferdeheilkunde**, v. 12, p. 595-598, 1996.

MOHAMMED, H. O.; HILL, T.; LOWE, J. The risk of severity of limb injuries in racing thoroughbred horses. **Cornell Vet**. v. 82, p . 331-341, 1992.

MOYER, W.; SPENCER, P. A .; KALLISH, M. Relative incidence of dorsal metacarpal disease in young thoroughbred racehorses training on two different surfaces. **Equine Veterinary Journal**. v.23(3). p. 166-168, 1991.

MUNDY, G.D. Review of risk factors associated with racing injuries. In: 43st ANNUAL CONVENTION OF AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 1997. **Proceedings...** v.43, p. 204-210.

NUNAMAKER, D.M.; PROVOST, M.T. The bucked shin complex revisited. In: 37st ANNUAL CONVENTION OF AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 1991. San Francisco. **Proceedings...** Lexington: American Association of Equine Practitioners, 1991. v.1, p. 757.

PELOSO, J.G.; COHEN, N.D.; MUNDY, G.D. et alii. Epidemiologic study of musculoskeletal injuries in racing thoroughbred horses in kentucky. In: 42st ANNUAL CONVENTION OF AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 1996. **Proceedings...** v.42, p. 284-285.

STASHAK, S.T. **Adams' lameness in the horses**. 14.ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1987. Cap 8. p. 596-600.

STOVER, S.M. Contribution of microfractures to dorsal metacarpal disease. In: 38th ANNUAL CONVENTION OF AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 1992. **Proceedings...** Lexington: American Association of Equine Practitioners, 1992. v.1, p. 3.

STOVER, S.M.; POOL, R.R.; MORGAN, J.P. et alii. A review of bucked shins and metacarpal stress fractures in the thoroughbred racehorse. In: 34th ANNUAL CONVENTION OF AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 1988. San Diego. **Proceedings...** California. : American Association of Equine Practitioners, 1988. p. 129-133.

Tabela 1 – Velocidade média (X) em m/s e desvio padrão (SD) desenvolvida pelos potros, machos (M) e fêmeas (F), no grupo de animais que permaneceu sadio e no que manifestou sinais clínicos de periostite metacarpiana dorsal (PM) nas diversas distâncias trabalhadas.

Distância (m)	Sexo	n	Sadios (X ± SD)	n	PM (X ± SD)	X (sexo)
200	M	5	16,00 ± 0,0	5	16,78 ± 0,86	16,36 ^A
	F	-	-	1	16,00 ± 0,0	16,00 ^A
	X (grupo)	5	16,00 ^a	6	16,61 ^a	
300	M	9	16,92 ± 1,01	8	17,08 ± 0,86	17,00 ^A
	F	3	16,81 ± 0,95	3	17,56 ± 0,39	17,18 ^A
	X (grupo)	12	16,89 ^a	11	17,21 ^a	
400	M	6	17,09 ± 0,95	4	17,50 ± 0,64	17,25 ^A
	F	5	16,98 ± 0,92	2	18,09 ± 0,72	17,30 ^A
	X (grupo)	11	17,04 ^a	6	17,69 ^a	
500	M	5	16,66 ± 0,79	3	17,72 ± 0,21	17,06 ^A
	F	1	16,80 ± 0,0	3	17,47 ± 0,51	17,30 ^A
	X (grupo)	6	16,68 ^b	6	17,60 ^a	
700	M	9	16,70 ± 0,66	9	17,02 ± 0,63	16,86 ^A
	F	4	16,61 ± 0,65	3	17,46 ± 0,16	16,97 ^A
	X (grupo)	13	16,67 ^b	12	17,13 ^a	

^{a,b} – Médias entre grupos seguidas de letras minúsculas nas diferentes distâncias, diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% quando apresentarem letras diferentes na mesma linha.

^{A,B} - Médias entre sexos seguidas de letras maiúsculas nas diferentes distâncias, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% quando apresentarem letras diferentes na mesma coluna.

Tabela 2 – Percentagem de potros PSC, machos e fêmeas, sadios e que manifestaram periostite metacarpiana dorsal (PM), de acordo com sexo.

Potros \ Sexo	Machos		Fêmeas		Total	
	n	%	n	%	n	%
Sadios	15	65,22 ^a	8	34,78 ^{ab}	23	54,76
PM	11	57,89 ^a	8	42,11 ^a	19	45,24
Total	26		16		42	100,0

^{a, b} – letras diferentes, na mesma coluna, diferem significativamente ($p < 0,05$)
 χ^2 (0,627)

Tabela 3 – Percentagem de potros PSC sadios e que manifestaram periostite metacarpiana dorsal (PM), de acordo com o treinador.

Treinador \ Potros	1		2		3		4		5		6		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Sadios	5	21,74 ^b	3	13,04 ^c	2	8,70 ^d	1	4,35 ^d	6	26,09 ^a	6	26,09 ^a	23	54,16
PM	7	36,84 ^b	8	42,71 ^a	2	10,53 ^c	2	10,53 ^c	0	0,0	0	0,0	19	45,24
Total	12		11		4		3		6		6		42	100,00

^{a, b} – letras diferentes, na mesma linha, diferem significativamente ($p < 0,05$)
 $X^2 (0,012)$

Tabela 4 – Velocidade média (X) em m/s e desvio padrão (SD) desenvolvida pelos potros, machos (M) e fêmeas (F), nas diversas distâncias (D) trabalhadas com relação aos treinadores.

D (m)	Sexo	Treinador												X (sexo)
		1		2		3		4		5		6		
	n	X ± SD	n	X ± SD	n	X ± SD	n	X ± SD	n	X ± SD	n	X ± SD		
200	M	0	-	5	16,60 ^a ±0,93	2	16,33 ^a ±0,46	0	-	3	16,00 ^a ±0	0	-	16,36 ^A
	F	0	-	1	16,00 ^a ±0	0	-	0	-	0	-	0	-	16,00 ^A
	XT		-		16,50 ^a		16,33 ^a		-		16,00 ^a		-	
300	M	4	18,11 ^a ±0,34	7	16,76 ^{ab} ±0,86	0	-	2	16,10 ^b ±0,14	4	16,74 ^{ab} ±0,70	0	-	17,00 ^A
	F	1	17,91 ^a ±0	3	17,56 ^{ab} ±0,39	1	16,21 ^b ±0	1	16,32 ^b ±0	0	-	0	-	17,18 ^A
	XT		18,07 ^a		17,00 ^{ab}		16,21 ^b		16,17 ^b		16,74 ^{ab}		-	
400	M	3	17,98 ^a ±0,52	1	17,77 ^a ±0	2	16,49 ^a ±0,24	0	-	2	16,53 ^a ±1,20	2	17,39 ^a ±0	17,25 ^A
	F	2	18,09 ^a ±0,72	0	-	0	-	1	17,39 ^a ±0	1	17,58 ^a ±0	3	16,65 ^a ±1,13	17,30 ^A
	XT		18,02 ^a		17,77 ^a		16,49 ^a		17,39 ^a		16,88 ^a		16,95 ^a	
500	M	0	-	3	16,98 ^{ab} ±1,19	2	17,85 ^a ±0	0	-	3	16,61 ^b ±0,08	0	-	17,06 ^A
	F	0	-	3	17,47 ^{ab} ±0,51	1	16,80 ^a ±0	0	-	0	-	0	-	17,30 ^A
	XT		-		17,23 ^{ab}		17,50 ^a		-		16,61 ^b		-	
700	M	3	17,64 ^a ±0,16	7	17,13 ^a ±0,41	2	16,67 ^{ab} ±0,56	2	16,18 ^{ab} ±0,40	4	16,23 ^b ±0,48	0	-	16,86 ^A
	F	1	17,07 ^a ±0	3	17,46 ^a ±0,16	0	-	1	17,28 ^{ab} ±0	1	16,00 ^b ±0	1	16,09 ^b ±0	16,97 ^A
	XT		17,50 ^a		17,23 ^a		16,67 ^{ab}		16,55 ^{ab}		16,19 ^b		16,09 ^b	

^{a,b} – Médias entre grupos seguidas de letras minúsculas nas diversas distâncias, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% quando apresentarem letras diferentes na mesma linha.

^{A,B} - Médias entre sexos seguidas de letras maiúsculas nas diversas distâncias, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% quando apresentarem letras diferentes na mesma coluna.

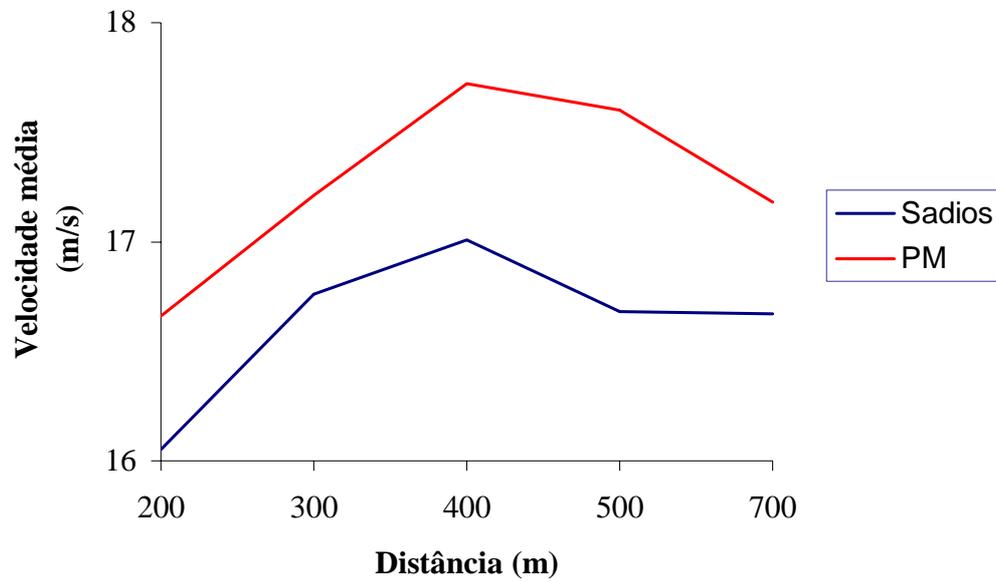


Figura 1 - Variação da velocidade média (m/s) desenvolvida pelos potros PSC que permaneceram sadios e pelos que desenvolveram periostite metacarpiana dorsal (PM) nos exercícios de velocidade nas diversas distâncias trabalhadas.

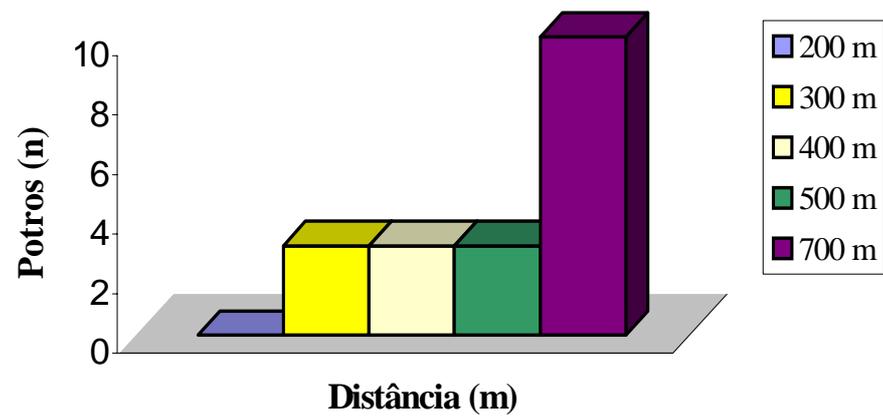


Figura 2 - Número de potros PSC que manifestaram sinais clínicos de periostite metacarpiana dorsal nas diversas distâncias.

**CAPITULO 2- AVALIAÇÃO RADIOLÓGICA DO
TERCEIRO METACARPIANO EM POTROS PURO
SANGUE DE CORRIDA EM TREINAMENTO**

**AVALIAÇÃO RADIOLÓGICA DO TERCEIRO METACARPIANO EM
POTROS PURO SANGUE DE CORRIDA EM TREINAMENTO**
(RADIOGRAPHIC ASSESSMENT OF THE THIRD METACARPAL BONE IN 2-
YEAR-OLD THOROUGHBREDS IN TRAINING)

Flávio Gomes de Oliveira¹, Karin Erica Brass^{2b}, Carolina Roxana Greig³, José
Henrique Souza da Silva⁴, Carlos Antonio Mondino Silva⁵

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos proprietários e treinadores que possibilitaram, através da utilização de seus equinos, a realização do presente trabalho. Ao Jockey Club do Rio Grande do Sul que apoiou e incentivou a presente pesquisa, cedendo as dependências do Hospital Veterinário Joaquim Araújo.

¹Médico Veterinário, Aluno de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, UFSM

²Médica Veterinária, Dra., Prof. Adj. do Departamento de Clínica de Grandes Animais, CCR, UFSM, 97105-900 Santa Maria, RS, Brasil.

^bAutor para correspondência e-mail: kbrass@zaz.com.br ou dudaiva@portoweb.com.br

³Acadêmica do Curso de Medicina Veterinária da UFSM

⁴Engenheiro Agrônomo, Dr, Prof. Titular do Departamento de Zootecnia, UFSM

⁵Med. Vet., Dr., Prof. Tit. do Departamento de Clínica de Grandes Animais, UFSM

**AValiação Radiológica do Terceiro Metacarpiano em
Potros Puro Sangue de Corrida em Treinamento**
(RADIOGRAPHIC ASSESSMENT OF THE THIRD METACARPAL BONE IN 2-
YEAR-OLD THOROUGHBRED IN TRAINING)

RESUMO

A avaliação clínica e radiológica do terceiro metacarpiano (McIII) de 42 potros Puro Sangue de Corrida (PSC) de dois anos de idade, em treinamento, realizou-se a cada 15 dias. 25 potros foram acompanhados durante dois meses e 17 durante os 4 meses anteriores a sua participação na primeira corrida. No exame radiológico foi utilizada a projeção látero-medial. Nas radiografias foi avaliada a córtex dorsal (CD) do McIII e a espessura da CD, da córtex palmar e da zona medular para determinação do índice radiológico (IR). Não foram observadas alterações radiológicas na CD do McIII nos potros que manifestaram periostite metacarpiana dorsal (PM) aguda. O aumento da espessura média da CD direita nas oito avaliações foi de 0,82mm e da CD esquerda foi de 0,49mm nos McIII que permaneceram sadios e de 1,16mm e 1,96mm, respectivamente, nos que manifestaram PM. Nos McIII que não apresentaram PM o IR direito na primeira avaliação foi 2,00, alcançando 2,50 na oitava avaliação e o esquerdo variou de 2,30 a 2,57. Nos McIII que manifestaram PM o IR direito iniciou em 2,20 alcançando 2,70 na oitava avaliação e o esquerdo aumentou de 2,07 a 3,00. A variação tanto da CD como do IR entre as avaliações foi significativa ($p < 0,05$). Porém, apenas a diferença de espessura da CD foi entre os McIII sem alterações e os que manifestaram PM foi significativa ($p < 0,05$). O aumento mais acentuado da CD foi observado sempre na avaliação anterior aquela em que foram detectados os sinais clínicos de PM. Portanto, especialmente a mensuração da CD, pode ser utilizada como um método diagnóstico precoce permitindo a sua prevenção.

Palavras-chave: Exame radiológico, terceiro metacarpiano, periostite metacarpiana dorsal, equinos

ABSTRACT

The third metacarpal bones (McIII) of 42 2-year-old thoroughbreds in training were evaluated clinically ando radiographically each 15 days. Evaluation was performed on the 2 and 4 month previous to the first race of 25 and17 horses, respectively. X-rays were taken using latero-medial projection. Dorsal cortex (DC) was evaluated on the X-rays and DC, palmar cortex and medular zone were measured in order to determine the radiologic index (RI). No radiographic alterations were observed on the DC of the McIII of horses affected by dosal metacarpal disease (DMD). Mean increase in DC thickness of healthy McIII was 0.82mm and 0.49mm on the right and left side. DMD affected McIII had a DC increase of 1.16mm and 1.96, respectively. None affected right McIII had a RI of 2.00 at the first evaluation and 2.50 at the last one and left ones had naRi of 2.30 and 2.57, respectively. DMD affected McIII started with an index of 2.20 reaching 2.70 on the right side and 2.07 increasing to 3.00 on the left one. There was a significant increase ($p<0.05$) in DC thickness and RI between evaluations of both, healthy and DMD affected McIII. DC thickness also showed a significant increase between affected and none affected McIII. A larger increase in DC thickness was observed one evaluation before the one in which DMD was diagnosed. In conclusion, the increase in DC thickness could be used as a diagnostic tool for early recognition od DMD allowing adoption of preventive measures.

Key words: X-ray, third metacarpal bone, dorsal metacarpal disease, horses

INTRODUÇÃO

O osso é uma microestrutura de composição variada, com densidade, porosidade, composição mineral e fibras de colágeno diversas conforme sua orientação e característica histológica (MARTIN et al., 1989). O terceiro metacarpiano (McIII) equino vem despertando o interesse há algum tempo, não apenas quanto a suas características morfológicas, mas, principalmente, para determinar a sua capacidade de suportar diferentes cargas (NUNAMAKER et al., 1989). É necessário que se conheça a distribuição e magnitude das forças que agem sobre o esqueleto para que se possa entender como ossos e articulações resistem à carga aplicada sobre eles (BIEWENER et al., 1983). A ação da carga sobre o esqueleto é resultante da interação da força da gravidade com o tipo de atividade física executada pelo animal (BIEWENER, 1991). A córtex dorsal do McIII se caracteriza por receber continuamente cargas de alta intensidade quando comparada a outras regiões do organismo que recebem cargas de baixa intensidade (GROSS et al., 1992).

A avaliação radiológica é, hoje, uma prática comum nos centros de treinamento, pois é um método diagnóstico acessível de custo relativamente baixo. Apesar disto é importante tomar cuidado na interpretação das radiografias (BECHT & PARK, 2000). KANE et al. (2000) sugerem intensificar o uso do exame radiológico em potros PSC em início de treinamento para evidenciar possíveis alterações radiológicas do aparelho locomotor que possam interferir com o futuro desempenho atlético destes animais. LARKIN & DAVIES (1996) desenvolveram um índice radiológico (IR) que indica a probabilidade dos potros apresentarem periostite metacarpiana dorsal (PM). Este índice se baseia na relação entre as medidas da córtex dorsal e palmar e da medula do MCIII no plano dorso-palmar.

O objetivo do presente trabalho foi determinar se o IR (LARKIN & DAVIES, 1996) se adapta as condições de pista e treinamento a que os animais são

submetidos no Jockey Club do Rio Grande do Sul (JCRGS), bem como observar se ocorrem variações na espessura da córtex dorsal do McIII (CD) que permitissem a identificação de potros com PM antes de sua manifestação clínica.

MATERIAL E MÉTODO

Quarenta e dois potros PSC, de ambos os sexos e com idade variando entre 21 e 27 meses no início do estudo, foram avaliados clínica e radiologicamente a cada 15 dias. Em 1999, 25 potros foram acompanhados durante os 2 meses de treinamento anteriores a sua primeira corrida e no ano seguinte 17 foram avaliados durante um período de 4 meses antes de sua estréia. Desta forma as 4 avaliações realizadas no primeiro ano correspondem às avaliações 5 a 8 do segundo ano. Os potros se encontravam alojados nas dependências do JCRGS. Eles estavam sendo submetidos a um regime de trabalho diário de seis a sete dias semanais em pista de areia leve ou pesada dependendo da ocorrência de chuva no período. A base dos exercícios diários variava um pouco conforme o treinador compreendendo trote e galope durante cerca de 40 minutos. A cada 15 dias os potros realizavam exercícios de velocidade em que o tempo era cronometrado. A velocidade média foi determinada dividindo-se a distância percorrida pelo tempo cronometrado. O treinamento para a primeira corrida iniciou com trabalhos de 200m na primeira semana até 700m na semana final de preparação para a prova a ser disputada, ou seja, 8 ou 16 semanas após, conforme o ano.

Os potros foram submetidos a um exame clínico geral rápido e a um exame do aparelho locomotor. Animais que apresentaram claudicação de diferente natureza, cólica, enfermidade respiratória ou outras doenças não foram incluídos no trabalho. No exame específico do aparelho locomotor a região do McIII foi avaliada de forma detalhada procurando-se verificar a presença de sensibilidade, alteração na forma e tamanho do mesmo.

Após o exame clínico os McIII dos potros foram radiografados usando-se aparelho de Raio X portátil^a, ecrans de terras raras^b de 24 x 30cm e filmes de alta precisão^c. Foi utilizada a projeção látero-medial do McIII, com as articulações carpo-metacarpiana e metacarpo-falangiana servindo como pontos de referência. O cone de direcionamento dos raios foi posicionado na porção média do McIII com distância focal de 1 metro. Usou-se o regime de 72 kV e 15 mA com tempo de exposição de 0,4 segundos.

Nas radiografias o aspecto dorsal do McIII foi examinado. Posteriormente, foi traçada, na própria radiografia, uma linha perpendicular ao eixo longitudinal do McIII, no ponto médio entre as superfícies articulares das articulações carpo-metacarpiana e metacarpo-falangiana. Sobre esta linha foi medida a espessura da córtex dorsal (CD), da córtex palmar (CP) e da zona medular (M) com auxílio de um paquímetro digital^d. A soma das três medidas correspondia à distância entre o perióstio da CD e da CP (T). As medidas CD, CP, M e T foram utilizadas na determinação do IR segundo LARKIN & DAVIES (1996).

O exame clínico e a avaliação radiológica foram repetidos a cada 15 dias até a participação de cada produto na primeira corrida, independentemente da manifestação clínica ou não de PM. Os dados obtidos nos controles radiológicos foram analisados dividindo-se os animais em dois grupos. O primeiro grupo correspondeu aos animais saudáveis, o segundo grupo aos que manifestaram PM (bilateral ou unilateral esquerda). Os dados foram analisados considerando um experimento fatorial 2x2x6 com delineamento experimental inteiramente casualizado com número variável de repetições. Foi utilizado o método Anova, teste F e teste de Tukey ($p < 0,05$). As medidas de CD direita foram analisadas após a soma de uma constante. Também foi usado o estudo de correlação entre as variáveis ao nível de 5% de significância. Os dados foram analisados utilizando-se o pacote estatístico SAS (1996).

^a FNX-85KV/25MA, Rio de Janeiro-Brasil (portátil).

^b Ecran FG/8, Fuji Photo Film Ltda. Japan.

^c TM/G-Kodak Brasileira Comércio e Indústria Ltda, Rod. Presidente Dutra, Km 158, São José dos Campos, SP.

^d Paquímetro eletrônico digital série 727-Starret.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os 19 potros que desenvolveram PM, apresentaram a forma aguda ou tipo I segundo STASHAK (1987). Eles apresentaram sensibilidade à palpação no terço médio dorsal do McIII porém não se observou aumento de volume local ou claudicação. A maioria dos animais (52,6%) manifestaram a PM entre a sétima e oitava avaliação

Na avaliação das radiografias látero-mediais obtidas do McIII dos potros sadios não foram observadas alterações radiológicas do McIII. As microfraturas não são visualizadas na radiografia.

Os resultados das medidas da espessura da CD e do IR obtidos nas diversas avaliações podem ser observados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente. Para maior precisão das medidas é necessário que a projeção seja realmente látero-medial porque na projeção oblíqua ocorre alteração dos valores das estruturas.

A espessura da CD direita (CDD) dos McIII que permaneceram sem alteração aumentou de 10,22mm para 11,04mm e da CD esquerda (CDE) de 10,88mm para 11,37mm. O aumento de espessura da CDD durante o período de avaliação foi de 0,82mm e da CDE de 0,49mm. Já a CDD dos McIII que desenvolveram PM aumentou de 10,61mm para 11,77mm e a CDE aumentou de 10,53mm para 12,49mm o que representa um aumento de 1,16mm e 1,96mm, respectivamente. Nas Figuras 1 e 2 é possível observar que a espessura da CD aumentou em todos os animais entre as avaliações ($p < 0,05$). Nos McIII sadios o aumento de espessura foi mais discreto e constante que nos que manifestaram PM (CDD $p < 0,0021$; CDE $p < 0,0004$). Nos McIII com PM, o aumento da CD foi mais acentuado especialmente a partir da quarta avaliação no lado direito e da sexta avaliação no esquerdo. O aumento de espessura da CD nos potros com PM corrobora os achados de NUNAMAKER & PROVOST (1991). Ele caracteriza a resposta da CD à carga excessiva de treinamento (PIOTROWSKI & SULLIVAN, 1983; EVANS et al., 1992; McCARTHY &

JEFFCOTT, 1992). Estes resultados indicam que no início do treinamento o aumento progressivo, lento e constante indica uma adaptação do McIII ao exercício. No momento em que há uma sobrecarga ocorre uma resposta maior da CD e é provável que o cavalo não suporte por muito tempo esta carga de exercício manifestando clinicamente os primeiros sinais de PM.

Nos potros que manifestaram PM foi observado que na avaliação anterior aquela em que foram detectados os sinais clínicos, ou seja, 15 dias antes, já se observava um aumento mais acentuado na espessura da CD do McIII. Seria interessante acompanhar um maior número de animais para confirmar se este aumento acentuado da CD antes da manifestação clínica da alteração pode ser utilizado no diagnóstico precoce, permitindo a adoção de medidas preventivas.

Nos McIII que permaneceram sadios o IR direito (IRD) na primeira avaliação foi 2,00, aumentando, após uma pequena queda, até 2,50 na oitava avaliação. O IR esquerdo (IRE) variou de 2,30 na primeira avaliação para 2,57 na oitava avaliação. Nos McIII que manifestaram PM o IRD iniciou em 2,20 alcançando 2,70 na oitava avaliação. O IRE de 2,07, crescente desde a primeira avaliação, e de forma mais acentuada após a sexta avaliação chegou a 3,00 na oitava avaliação (Figuras 3 e 4). A variação do IR dos McIII entre as avaliações foi significativa (IRD $p < 0,0027$; IRE $p < 0,0009$), porém não houve diferença entre o IR dos McIII afetados e não afetados por PM. LARKIN & DAVIES (1996) verificaram que potros com IR superior a 3,28 não apresentaram PM ao realizar exercícios a velocidade de 16,7m/s e que animais que manifestaram PM apresentaram IR significativamente menor. É possível que isto possa ser atribuído a características diferentes de pista e também de treinamento.

Não houve diferença entre sexos quanto ao aumento de espessura da CD e do IR dos McIII que apresentaram ou não PM. Houve, isto sim, um aumento significativo ($p < 0,05$) da CDD e IRD nas fêmeas e da CDE e IRE nos machos que cujos McIII manifestaram PM.

Na Tabela 3 se observa que o aumento médio na espessura da CDD entre treinadores variou entre 2,7mm e 10,2mm nos McIII sadios e 6,0mm e 20,0mm nos

McIII que apresentaram PM. O aumento médio da CDE se manteve entre 2,8mm e 9,5mm nos McIII sadios e entre 6,2mm e 16,9mm nos afetados por PM. A espessura da CDD aumentou ($p<0,05$) entre McIII sadios e afetados por PM dos potros sob os cuidados do treinador 3 e a da CDE dos potros treinados pelo treinador 2. A interação entre treinador, McIII sadios e afetados e IR não foi significativa. Portanto pode-se afirmar que o treinador teve algum efeito sobre o aumento médio de espessura da CD mas não sobre o IR do McIII.

A Tabela 4 mostra que houve diferença ($p<0,05$) somente entre machos e fêmeas no aumento de espessura da CDD e CDE. O aumento médio de espessura da CDD e da CDE foi de 23,2 mm e 22,0mm, respectivamente, nas fêmeas e 7,6mm e 7,1mm, respectivamente, nos machos. Na Tabela 5 pode-se observar o efeito do treinador e do sexo com relação à variação do IR. As fêmeas do treinador 3 apresentaram IRD médio significativamente maior assim como os machos treinados pelo treinador 5. No entanto, como um todo o IR não variou significativamente entre treinador versus sexo.

Houve correlação positiva entre as medidas da CD do McIII e o IR ($p<0,05$) tanto dos McIII sadios quanto dos que apresentaram PM, ou seja, quando a espessura da CD aumentou o IR também aumentou. Não houve correlação entre a CD e IR do McIII e a velocidade média nas diversas distâncias dos exercícios de velocidade.

Levando em consideração os resultados obtidos conclui-se que a realização de controle radiológico do McIII em potros no início de treinamento com mensuração da espessura da CD, especialmente, pode ser usada para auxiliar na identificação precoce dos animais que irão manifestar PM. Isto permitiria alterações no regime de treinamento destes animais, que por sua vez, poderia reduzir a manifestação clínica de PM ou pelo menos reduzir a severidade da mesma .

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BECHT, J. L.; PARK, D. P. A review of selected normal radiographic variations of the equine fetlock, carpus, tarsus and stifle. In: 46st ANNUAL CONVENTION OF

AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 2000. **Proceedings...** Lexington: American Association of Equine Practitioners, 2000. v.46, p.362-364.

BIEWENER, A. A. Musculoskeletal design in relation to body size. **Journal Biomechanics**. v. 24, p. 19-29, 1991. Supplement 1.

BIEWENER, A. A.; THOMASON, J.; GOODSHIP, A. et alii. Bone stress in the horse forelimb during locomotion at different gaits: a comparison of two experimental methods. **Journal Biomechanics**. v. 16 (8), p . 565-576, 1983.

EVANS, G. P.; BEHIRI, J.C.; VAUGHAN, L.C.; BONFIELD, W. The response of equine cortical bone to loading at strain rates experienced in vivo by the galloping horse. **Equine Veterinary Journal**, v.24, n. 2 , p. 125-128, 1992.

GROSS, T. S.; McLEOD, K. J.; RUBIN, C.T. Characterizing bone strain distributions in vivo using three triple rosette strain gages. **Journal Biomechanics**. v. 25 (9), p . 1081-1087, 1992.

KANE, A .J.; McILWRAITH, C. W.; PARK, D. P. et alii. The effect of radiographic changes in thoroughbred yearlings on future racing performance. . In: 46st ANNUAL CONVENTION OF AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 2000. **Proceedings...** Lexington: American Association of Equine Practitioners, 2000. v.46, p.370-374.

KANE, A .J.; McILWRAITH, C. W.; PARK, D. P. et alii. The prevalence of radiographic changes in thoroughbred yearlings. In: 46st ANNUAL CONVENTION OF AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 2000.

Proceedings... Lexington: American Association of Equine Practitioners, 2000. v.46, p.365-369.

LARKIN, N.C.; DAVIES, H.M.S. The application of a radiographic index to the prevention of dorsal metacarpal disease in thoroughbred racehorses. **Pferdeheilkunde**, v. 12, p. 595-598, 1996.

LES, C.M.; STOVER, S.M.; KEYAK, J.H. et alii. The distribution of material properties in the equine third metacarpal bone serves to enhance sagittal bending. **Journal Biomechanics**, v. 30, n. 4, p. 355-361, 1997.

LINDE, F.; SORENSEN, H. C. F. The effect of different storage methods on the mechanical properties of trabecular bone. **Journal Biomechanics**. v. 26 (10), p . 1249-1252, 1993.

MARTIN, R. B.; ISHIDA, J. The relative effects of collagen fiber orientation, porosity, density, and mineralization on bone strength. **Journal Biomechanics**. v. 22 (5), p . 419-426, 1989.

McCARTHY, R.N.; JEFFCOTT, L.B. Effects of treadmill exercise on cortical bone in the third metacarpus of young horses. **Research in Veterinary Science**. v. 52, p. 28-37, 1992.

NUNAMAKER, D.M.; BUTTERWECK, D.M.; PROVOST, M.T. Some geometric properties of the third metacarpal bone: a comparison between the thoroughbred and standardbred racehorse. **Journal Biomechanics**, v. 22, p. 129-134, 1989.

NUNAMAKER, D.M.; PROVOST, M.T. The bucked shin complex revisited. In: 37st ANNUAL CONVENTION OF AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE

PRACTITIONERS, 1991. San Francisco. **Proceedings...** Lexington: American Association of Equine Practitioners, 1991. v.1, p. 757.

PELOSO, J.G.; COHEN, N.D.; MUNDY, G.D. et alii. Epidemiologic study of musculoskeletal injuries in racing thoroughbred horses in kentucky. In: 42st ANNUAL CONVENTION OF AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 1996. **Proceedings...** v.42, p. 284-285.

PIOTROWSKI, G.; SULLIVAN, M.; COLAHAN, P. T. Geometric properties of equine metacarpi. **Journal Biomechanics**. v. 16(2), p. 129-139, 1983.

STASHAK, S.T. **Adams' lameness in the horses**. 14.ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1987. Cap 8. p. 596-600.

Tabela 1 - Médias (X) e desvio padrão (SD) da espessura da córtex dorsal direita (CDD) e esquerda (CDE) do terceiro metacarpiano de potros Puro Sangue de Corrida que permaneceram sadios e dos que desenvolveram periostite metacarpiana (PM) nas oito avaliações realizadas.

Avaliações	Sadios				PM			
	CDD		CDE		CDD		CDE	
	n	X±SD	n	X±SD	n	X±SD	n	X±SD
1	8	10,22±1,24	5	10,88±1,40	8	10,61±0,99	11	10,53±1,26
2	8	9,80±0,92	5	10,58±1,35	8	10,46±0,87	11	10,84±1,09
3	8	10,02±1,10	5	10,44±1,09	8	10,45±0,96	11	10,70±1,07
4	8	9,99±0,78	5	10,64±1,49	8	10,48±1,13	12	10,97±1,16
5	28	10,94±1,52	23	10,89±1,38	14	11,09±1,30	19	11,29±1,08
6	28	10,80±1,34	23	11,22±1,39	14	11,30±0,98	19	11,30±1,14
7	28	10,98±1,54	23	11,36±1,39	14	11,56±1,29	19	12,02±1,43
8	28	11,04±1,55	23	11,37±1,41	14	11,77±1,60	19	12,49±1,46
x		10,77 ^b		11,08 ^b		11,08 ^a		11,42 ^a

x das avaliações: letras diferentes, na mesma linha, diferem significativamente (p<0,05)

Obs.:As médias nas diferentes avaliações apresentaram uma diferença significativa ao nível de 5%. (CDD [p<0,0021]) e (CDE p<0,0004)

Tabela 2 - Médias (X) e desvio padrão(SD) do índice radiológico direito (IRD) e esquerdo (IRE) do terceiro metacarpiano de potros Puro Sangue de Corrida que permaneceram sadios e dos que desenvolveram periostite metacarpiana (PM) nas oito avaliações realizadas.

Avaliações	Sadios				PM			
	IRD		IRE		IRD		IRE	
	n	X±SD	n	X±SD	n	X±SD	n	X±SD
1	8	2,00±0,52	5	2,30±0,66	8	2,20±0,45	11	2,07±0,47
2	8	1,96±0,43	5	2,40±0,58	8	2,03±0,30	11	2,17±0,43
3	8	1,91±0,41	5	2,01±0,35	8	2,11±0,41	11	2,22±0,44
4	8	2,10±0,50	5	2,13±0,46	8	2,14±0,42	12	2,27±0,44
5	28	2,41±0,70	23	2,40±0,60	14	2,38±0,60	19	2,36±0,58
6	28	2,38±0,57	23	2,56±0,62	14	2,48±0,40	19	2,42±0,50
7	28	2,40±0,70	23	2,58±0,71	14	2,54±0,64	19	2,68±0,79
8	28	2,50±0,73	23	2,57±0,72	14	2,70±0,78	19	3,00±0,72
x		2,35 ^a		2,47 ^a		2,37 ^a		2,46 ^a

x das avaliações: letras diferentes, na mesma linha, diferem significativamente (p<0,05)

Obs.: As médias nas diferentes avaliações apresentaram um diferença significativa ao nível de 5%.

(IRD [p<0,0027]) e (IRE [p<0,0009])

Tabela 3 – Médias (X) e desvio padrão (SD) do aumento de espessura da córtex dorsal direita (CDD) e esquerda (CDE) do terceiro metacarpiano de potros Puro Sangue de Corrida que permaneceram sadios e que desenvolveram periostite metacarpiana dorsal (PM) conforme os treinadores, nas oito avaliações realizadas.

Treinador	Grupo	CDD		CDE	
		n	X ± SD	n	X ± SD
1	sadios	28	7,45 ^b ± 4,04	20	9,53 ^{abc} ± 2,99
	PM	20	7,04 ^b ± 3,03	28	7,55 ^{bc} ± 4,24
2	sadios	11	5,35 ^b ± 2,73	5	4,01 ^c ± 1,30
	PM	17	11,38 ^{ab} ± 6,71	23	12,46 ^{ab} ± 5,91
3	sadios	3	9,79 ^b ± 5,19	3	8,92 ^{abc} ± 10,38
	PM	2	20,02 ^a ± 15,39	4	16,91 ^a ± 8,88
4	sadios	4	10,23 ^b ± 3,79	2	4,06 ^c ± 0,10
	PM	1	5,98 ^b ± 0	3	6,19 ^{bc} ± 1,45
5	sadios	12	2,69 ^b ± 4,71	12	2,83 ^c ± 1,96
	PM	-	-	-	-
6	sadios	11	6,14 ^b ± 3,35	12	4,99 ^{bc} ± 2,06
	PM	-	-	-	-

^{a,b,c} – letras diferentes, na mesma coluna, diferem significativamente (p<0,05)

Tabela 4 – Média (X) e desvio padrão (SD) do aumento de espessura em mm da córtex dorsal direita (CDD) e esquerda (CDE) do terceiro metacarpiano de potros Puro Sangue de Corrida, machos (M) e fêmeas (F) de acordo com os treinadores, nas oito avaliações.

Treinador	Sexo	CDD		CDE	
		n	X ± SD	n	X ± SD
1	F	20	5,50 ^{bc} ± 2,65	20	6,73 ^{bc} ± 3,65
	M	28	8,54 ^{bc} ± 3,73	28	9,55 ^{bc} ± 3,62
2	F	9	12,06 ^b ± 9,38	9	12,08 ^b ± 4,64
	M	19	7,57 ^{bc} ± 3,41	19	10,42 ^{bc} ± 6,99
3	F	2	23,23 ^a ± 10,85	3	22,01 ^a ± 6,80
	M	3	7,65 ^{bc} ± 1,94	4	7,09 ^{bc} ± 5,42
4	F	2	11,89 ^b ± 5,38	2	4,06 ^{bc} ± 0,10
	M	3	7,71 ^{bc} ± 1,97	3	6,19 ^{bc} ± 1,45
5	F	2	2,37 ^c ± 1,75	2	5,97 ^{bc} ± 0,68
	M	10	2,75 ^c ± 5,17	10	2,21 ^c ± 1,42
6	F	7	6,41 ^{bc} ± 4,12	8	4,84 ^{bc} ± 1,61
	M	4	5,68 ^{bc} ± 1,71	4	5,31 ^{bc} ± 3,06

^{a,b} – letras diferentes, na mesma coluna, diferem significativamente (p<0,05)

Tabela 5 – Média (X) e desvio padrão (SD) do aumento percentual do índice radiológico direito (IRD) e esquerdo (IRE) do terceiro metacarpiano de potros Puro Sangue de Corrida, machos (M) e fêmeas (F) de acordo com os treinadores, nas oito avaliações.

Treinador	Sexo	IRD		IRE	
		n	X ± SD	n	X ± SD
1	M	28	21,74 ^{bc} ± 9,31	28	20,90 ^c ± 10,53
	F	20	16,62 ^c ± 7,84	20	12,36 ^c ± 10,53
2	M	20	17,68 ^{bc} ± 7,13	20	22,63 ^c ± 17,62
	F	9	25,71 ^{bc} ± 16,12	9	28,86 ^{bc} ± 9,54
3	M	3	15,73 ^c ± 13,36	4	24,15 ^{bc} ± 18,94
	F	2	58,96 ^a ± 4,81	2	49,90 ^{ab} ± 6,97
4	M	3	25,44 ^{bc} ± 16,64	4	30,04 ^{bc} ± 23,28
	F	2	36,70 ^b ± 8,28	2	5,75 ^{bc} ± 4,66
5	M	10	8,03 ^c ± 7,02	10	7,51 ^c ± 6,51
	F	2	9,81 ^c ± 0,88	1	70,05 ^a ± 0
6	M	4	10,72 ^c ± 7,82	4	13,56 ^c ± 8,32
	F	4	10,37 ^c ± 3,76	8	9,56 ^c ± 7,51

^{a,b,c} – letras diferentes, na mesma coluna, diferem significativamente (p<0,05)

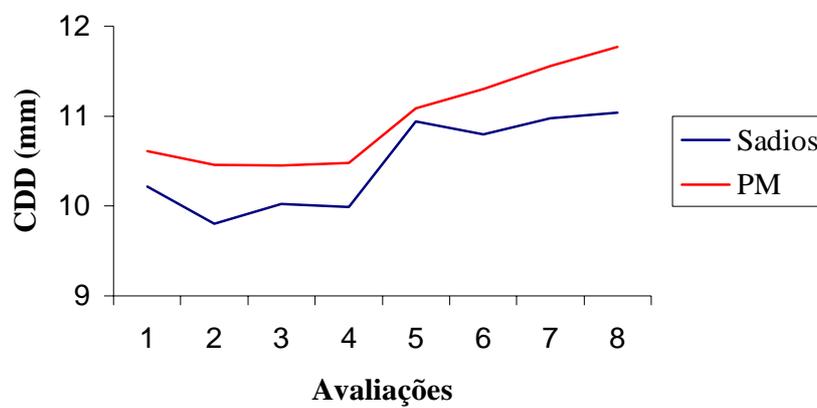


Figura 1 - Médias da espessura da córtex dorsal do terceiro metacarpiano direito (CDD) em mm dos membros de potros Puro Sangue de Corrida que permaneceram sadios e que desenvolveram periostite metacarpiana nas oito avaliações realizadas.

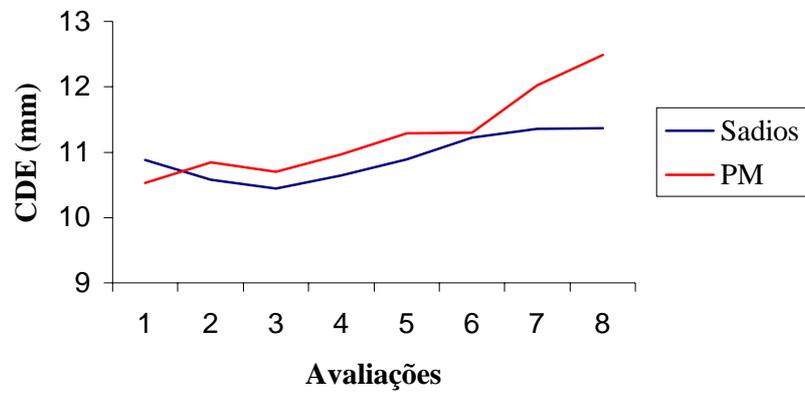


Figura 2 - Médias da espessura da córtex dorsal do terceiro metacarpiano esquerdo (CDE) em mm dos membros locomotores de potros Puro Sangue de Corrida que permaneceram sadios e que desenvolveram periostite metacarpiana dorsal (PM) nas oito avaliações realizadas.

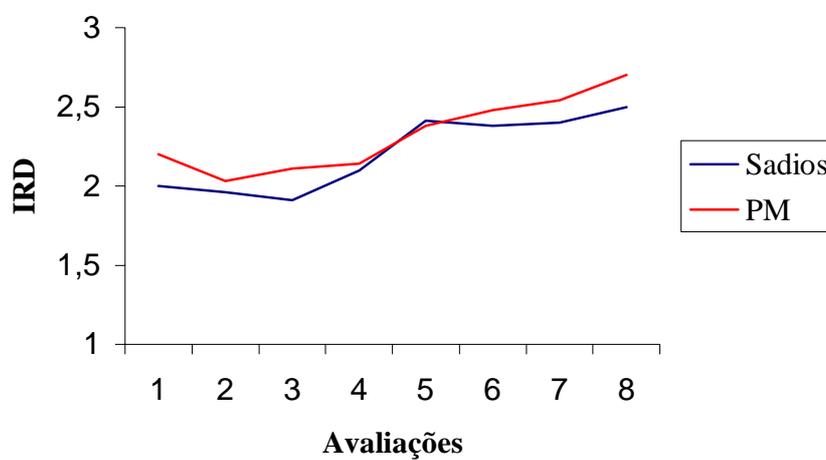


Figura 3 - Médias do índice radiológico do terceiro metacarpiano direito (IRD) dos membros locomotores de potros Puro Sangue de Corrida que permaneceram sadios e que desenvolveram periostite metacarpiana (PM) nas oito avaliações realizadas.

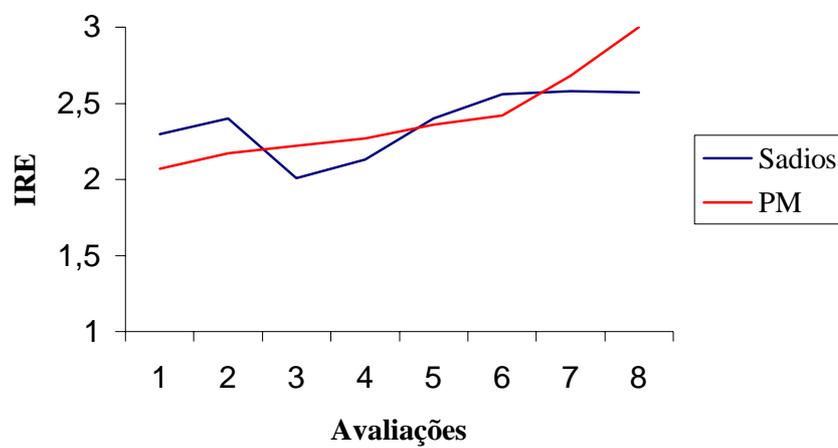


Figura 4 - Médias do índice radiológico do terceiro metacarpiano esquerdo (IRE) dos membros locomotores de potros Puro Sangue de Corrida que permaneceram sadios e que desenvolveram periostite metacarpiana (PM) nas oito avaliações realizadas.

DISCUSSÃO

No exame clínico realizado, a cada 15 dias, foi observado que potros PM apresentavam sensibilidade à palpação na região dorsomedial do McIII. A dor no McIII é transmitida através dos nervos periostais ou do nervo metacarpiano palmar (DYSON, 1987; DYSON, 1997). Não foi observada claudicação nos animais afetados nem aumento de volume na região. Portanto os potros apresentaram PM aguda ou tipo I conforme a classificação de STASHAK (1987).

No período de dois anos, 45% (19) dos potros avaliados manifestaram sinais clínicos de PM. Esta incidência de PM é significativamente menor que a de 70% a 80% descrita por STOVER (1992) e BUCKINGHAM & JEFFCOTT (1992). Porém, a incidência observada em 1999 foi de 28,00% (7 de 25). Em 2000 70,6% dos potros (12 de 17) apresentou PM, índice, este, semelhante ao descrito pelos autores acima citados. A baixa incidência de PM observada no primeiro ano pode ser atribuída ao menor período de avaliação (2 meses) destes animais. Além disto, o atraso no treinamento dos animais verificado neste ano fez com que os treinadores poupassem mais os animais. Ao se observar o tempo final do vencedor da primeira corrida de 700m de 40'2/5 e 39'4/5 em 1999 e 2000, respectivamente, se observa o tempo de 2000 foi 3/5 melhor e isto representa muito em termos de velocidade. As duas provas disputadas em anos diferentes ocorreram em pista de areia

seca e leve, cada animal foi posicionado em trilhos separados e as condições de pista eram extremamente satisfatórias.

Dos 19 animais que apresentaram PM 78,9% (15) apresentaram PM bilateral e 21,1% (4) unilateral esquerda. Isto é atribuído ao sentido, anti-horário, que os cavalos são exercitados nas pistas dos hipódromos. Segundo MOYER et al. (1991) e MOHAMMED et al. (1992) embora a PM geralmente seja forma bilateral e comum que o membro anterior esquerdo manifeste maior sensibilidade ou manifeste os sintomas alguns dias antes que o membro direito.

Tanto nos animais que permaneceram sadios como nos que apresentaram PM a velocidade média se manteve entre 16 e 18m/s nas diversas distâncias sendo mais baixa nos 200m e mais alta nos 400m (Tabela 1 e Figura 1). Não houve diferença na incidência de PM (Tabela 2), na velocidade média alcançada entre machos e fêmeas (Tabelas 1 e 4) na espessura da CD e IR do McIII. Nas distâncias de 500 e 700m a velocidade média desenvolvida pelos potros que manifestaram sinais clínicos de PM foi significativamente maior ($p < 0,05$) que a alcançada pelos potros que permaneceram sadios. Isto não foi observado nas distâncias de 200, 300 e 400m. Ainda assim, a velocidade média nas diversas distâncias foi superior, inclusive nos animais sadios, à velocidade de 12m/s a partir da qual LARKIN & DAVIES (1996) observaram os primeiros sinais clínicos de PM. Deve-se ter em mente que as características de cronometragem variam de país para país e que, principalmente, as características de pista mudam consideravelmente (COHEN et al., 1999; COHEN et al., 2000). Nos Estados Unidos, por

exemplo, as pistas tendem a ser leves, rápidas, com a cronometragem dos animais correndo, isto é, o cronômetro é acionado após a largada o que não acontece no Brasil onde a maioria das pistas são mais pesadas que as americanas e o cronômetro é acionado quando se abrem as tampas do partidor. É provável, que, em pistas mais duras, mesmo durante a fase de treinamento a incidência de PM seja maior (MOHAMMED et al., 1992).

Pistas secas e leves tem como característica uma menor espessura de areia, o que possibilita pouca penetração do casco na camada de areia da pista, resultando em menor esforço nas passadas. Nestas pistas a velocidade média tende a ser mais alta e o tempo cronometrado menor. As pistas secas e pesadas, por sua vez, apresentam uma camada de areia bem mais espessa, que permite a penetração total do casco na pista exigindo maior esforço. Isso leva a tempos maiores e velocidades médias inferiores às cronometradas em pistas leves (MUNDY, 1997; MOYER et al., 1991).

A PM manifestou-se na maioria dos potros (10/19) no exercício dos 700m (Figura 2). A velocidade média nesta distância foi menor que em outras, porém tanto nos 500 como nos 700m houve variação na velocidade entre potros afetados e não afetados por PM. Isto indica que a manifestação de PM depende, além da velocidade desenvolvida, também da distância percorrida. Isto ocorre porque os potros ao percorrerem uma distância maior, mesmo não atingindo uma velocidade média máxima, sofrem um maior número de ciclos de impacto na pista e desenvolvem um esforço próximo a fadiga (STOVER et al., 1988).

Houve diferença significativa na incidência de PM de acordo com o treinador (Tabela 3). Dos potros com PM, a maior percentagem se encontrava sob os cuidados dos treinadores 1 (36,8%) e 2 (42,7%), seguidos dos treinadores 3 (10,5%) e 4 (10,5%). Os animais treinados pelos treinadores 5 e 6 não apresentaram PM. Houve diferenças na velocidade média dos potros, entre treinadores, nos exercícios de velocidade nas distâncias de 300, 500 e 700m (Tabela 4). Os potros dos treinadores 1 e 2, que foram os que tiveram maior incidência de PM, também foram os que apresentaram velocidade média maior, ou seja, foram os mais rápidos. Os animais dos treinadores 3 e 4 alcançaram velocidade média intermediária nos 500 e 700m, enquanto que os dos treinadores 5 e 6 foram os mais lentos nestas distâncias. Isto mostra que há relação entre a intensidade do treinamento e a incidência de PM. Estudos da morfologia do McIII demonstram que o método de treinamento ou o programa de exercícios influenciam a formação óssea e a susceptibilidade à PM (BOSTON et al., 2000). É possível que adotando-se um regime de treinamento em que o potro realize um número maior de exercícios de velocidade em distâncias inferiores a 500 ou 700m se consiga reduzir a incidência de PM. Neste caso o exercício de velocidade manteria o estímulo para a adaptação do McIII, mas na distância menor haveria um menor número de ciclos de impacto sobre ele.

Na avaliação das radiografias látero-mediais obtidas do McIII dos potros com PM não foram observadas alterações radiológicas do McIII. As microfraturas em si não são visualizadas na radiografia.

Para a acuracidade das medidas é necessário que a projeção seja realmente látero-medial porque na a projeção oblíqua ocorre alteração dos valores das estruturas mensuradas. O aumento de espessura da CDD do McIII que permaneceram sadios durante o período de avaliação foi de 0,82mm e da CDE de 0,49mm. Já a CDD dos McIII que desenvolveram PM aumentou 1,16mm e a CDE 1,96mm. Nas Figuras 1 e 2 é possível observar que a espessura da CD aumentou em todos os animais entre as avaliações ($p < 0,05$). Nos McIII sadios o aumento de espessura foi mais discreto e constante que nos que manifestaram PM (CDD $p < 0,0021$; CDE $p < 0,0004$). Nos McIII com PM, o aumento da CD foi mais acentuado especialmente a partir da quarta avaliação no lado direito e da sexta avaliação no esquerdo. O aumento de espessura da CD nos potros com PM corrobora os achados de NUNAMAKER & PROVOST (1991). Ele caracteriza a resposta da CD à carga excessiva de treinamento (PIOTROWSKI & SULLIVAN, 1983; EVANS et al., 1992; McCARTHY & JEFFCOTT, 1992). Estes resultados indicam que no início do treinamento o aumento lento e constante indica uma adaptação do McIII ao exercício. No momento em que ocorre uma sobrecarga ocorre uma resposta maior da CD e é provável que o cavalo não suporte por muito tempo esta carga de exercício manifestando clinicamente os primeiros sinais de PM.

Nos potros que manifestaram PM foi observado que na avaliação anterior aquela em que foram detectados os sinais clínicos, ou seja, 15 dias antes, já se observava um aumento mais acentuado na espessura da CD do McIII. Seria interessante acompanhar um maior número de

animais para confirmar se este aumento acentuado da CD antes da manifestação clínica da alteração pode ser utilizado no diagnóstico precoce, permitindo a adoção de medidas preventivas.

A variação do IR dos McIII entre as avaliações foi significativa (IRD $p < 0,0027$; IRE $p < 0,0009$), porém não houve diferença entre o IR dos McIII afetados e não afetados por PM. Em nenhum momento durante o período de avaliação o IR alcançou o índice de 3,28 a partir do qual a probabilidade de desenvolvimento de PM seria mínima (LARKIN & DAVIES, 1996). Estes autores verificaram que potros com IR superior a 3,28 não apresentaram PM ao realizar exercícios a velocidade de 16,7m/s e que animais que manifestaram PM apresentaram IR significativamente menor. É possível que isto possa ser atribuído a características diferentes de pista e também de treinamento.

O aumento médio na espessura da CDD entre treinadores (Tabela 3) variou entre 2,7mm e 10,2mm nos McIII sadios e 6,0mm e 20,0mm nos McIII que apresentaram PM. O aumento médio da CDE se manteve entre 2,8mm e 9,5mm nos McIII sadios e entre 6,2mm e 16,9mm nos afetados por PM. A espessura da CCD aumentou ($p < 0,05$) entre McIII sadios e afetados por PM dos potros sob os cuidados do treinador 3 e a da CDE dos potros treinados pelo treinador 2. A interação entre treinador, McIII sadios e afetados e IR não foi significativa. Portanto pode-se afirmar que o treinador teve algum efeito sobre o aumento médio de espessura da CD mas não sobre o IR do McIII. WILSON et al, 1997 reforça que a interação entre treinador, tipo de treinamento e

aparecimento de lesões está diretamente ligada ao sucesso atlético dos animais tanto em treinamento como nas corridas oficiais.

Considerando especialmente o número de potros afetados com PM em 2000, já que as condições do ano anterior foram atípicas, a incidência desta alteração é alta no JCRGS. Fatores que favoreceram a manifestação de PM foram a velocidade média alcançada associada a distância percorrida em velocidade, ambos resultantes em parte, do programa de exercícios que variou conforme o treinador. Como é necessário encontrar um compromisso entre a velocidade e a saúde dos animais, a realização de um controle radiológico periódico do McIII em potros no início de treinamento com mensuração da espessura da CD, especialmente, pode ser usada para auxiliar na identificação precoce dos animais que irão manifestar PM. Isto permitiria alterações no regime de treinamento destes animais, que por sua vez, poderia reduzir a manifestação clínica de PM ou pelo menos reduzir a severidade da mesma.

CONCLUSÕES

1. A incidência de PM (45%) esteve relacionada com o grau de condicionamento físico dos potros observada em cada ano.
2. Não houve diferença significativa entre machos e fêmeas quanto a incidência de PM e quanto a velocidade média (VM), assim como, quanto as espessuras da CD e do IR do McIII.
3. Os fatores predisponentes mais importante a PM foram a velocidade média elevada, os trabalhos de velocidade na distância mais longa (700m) e o treinador.
4. A espessura da CD e o IR do McIII aumentou tanto em animais sadios quanto em animais com PM.
5. A espessura da CD de McIII foi maior nos animais com PM.
6. O aumento mais significativo na espessura da CD do McIII foi observada sempre no exame anterior (15dias antes) ao diagnóstico clínico de PM.
- 7.O controle radiológico periódico favorece a identificação precoce de PM , podendo servir como meio de prevenção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAILEY, C.J.; ROSE, R.J.; REID, S.W.J.; HODGSON, D.R. Causes of wastage of 2-year-old thoroughbreds in training: a longitudinal study. In: 43rd ANNUAL CONVENTION OF AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 1997. Phoenix, Arizona, USA. **Proceedings...** Lexington: American Association of Equine Practitioners, 1997. v.1, p. 425-426.

BECHT, J. L.; PARK, D. P. A review of selected normal radiographic variations of the equine fetlock, carpus, tarsus and stifle. In: 46st ANNUAL CONVENTION OF AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 2000. **Proceedings...** Lexington: American Association of Equine Practitioners, 2000. v.46, p.362-364.

BIEWENER, A. A. Musculoskeletal design in relation to body size. **Journal Biomechanics**. v. 24, p. 19-29, 1991. Supplement 1.

BIEWENER, A. A.; THOMASON, J.; GOODSHIP, A. et alii. Bone stress in the horse forelimb during locomotion at different gaits: a comparison of two experimental methods. **Journal Biomechanics**. v. 16 (8), p . 565-576, 1983.

BOSTON, R. C.; NUNAMAKER, D. M. Gait and speed as exercise components of risk factors associated with onset of fatigue injury of the third metacarpal bone in 2-year-old thoroughbred racehorses. **Am J Vet Res**, v 61, n 6, p. 602-608, 2000.

BUCKINGHAM, S.H.W.; JEFFCOTT, L.B. Shin soreness: a survey of thoroughbred trainers and racetrack veterinarians. **Equine Athlete**, v. 5, n. 5, p. 15, 1992.

BUCKINGHAM, S.H.W.; McCARTHY, R.N.; ANDERSON, G.A. et alii. Ultrasound speed in the metacarpal cortex - a survey of 347 thoroughbreds in training. **Equine Veterinary Journal**, v. 24, n. 3, p. 191-195, 1992.

CARTER, D.R.; HAYES, W.C. Fatigues life of compact bone. Effects of microstructure and density. **Journal Biomechanics**, v. 9, p. 227, 1976.

COHEN, N.D.; BERRY, S.M.; PELOSO, J.G. et alii. Association of high-speed exercise with racing injury in thoroughbreds. **J Am Vet Med Assoc**, v.216, n 8, p. 1273-1278, 2000.

COHEN, N.D.; MUNDY, G.D.; PELOSO, J.G. et alii. Results of physical inspection before races and race-related characteristics and their association with musculoskeletal injuries in thoroughbreds during races. **J Am Vet Med Assoc**, v.215, n 5, p. 654-661, 1999.

DYSON, SUE. Some observations on lameness associated with pain in the proximal metacarpal region. **Equine Orthopaedics**. n. 6, p. 43-52, 1987.

DYSON, SUE. Proximal Metacarpal or Metatarsal Pain. **Current Therapy Equine Medicine**. 4.ed.USA: 1997, v.4.p. 38-42.

EVANS, G.P.; BEHIRI, J.C.; VAUGHAN, L.C.; BONFIELD, W. The response of equine cortical bone to loading at strain rates experienced in vivo by the galloping horse. **Equine Veterinary Journal**, v.24, n. 2 , p. 125-128, 1992.

FORWOOD, M.R. ; BURR, D.B. Physical activity and bormass: exercises or futility? **Bone and Minieral**, v. 21, p. 89-112, 1993.

GAUGHAN, E.M. Skeletal origins of exercise intolerance in horses. **Veterinary Clinics of North America**, v. 12, n. 3, p. 517-535, 1996.

GROSS, T. S.; McLEOD, K. J.; RUBIN, C.T. Characterizing bone strain distributions in vivo using three triple rosette strain gages. **Journal Biomechanics**. v. 25 (9), p . 1081-1087, 1992.

HASEGAWA, M.; KANEKO, M.; OIKAWA, M. et alii. Pathological studies on distal third tibial fractures on the plantar side in racehorses. **Bull. Equine Research Inst.**, v. 25, p. 6-14, 1988.

HODGSON, D.R.; ROSE, R.J. **The Athletic Horse**, Philadelphia: Saunders, Cap. II, 1994, p. 283-288.

KANE, A .J.; McILWRAITH, C. W.; PARK, D. P. et alii. The effect of radiographic changes in thoroughbred yearlings on future racing performance. . In: 46st ANNUAL CONVENTION OF AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 2000. **Proceedings...** Lexington: American Association of Equine Practitioners, 2000. v.46, p.370-374.

KANE, A .J.; McILWRAITH, C. W.; PARK, D. P. et alii. The prevalence of radiographic changes in thoroughbred yearlings. In: 46st ANNUAL CONVENTION OF AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 2000. **Proceedings...** Lexington: American Association of Equine Practitioners, 2000. v.46, p.365-369.

LANYON, L. E. Functional strain in bone tissue as na objective, and controlling stimulus for adaptive bone remodelling. **Journal Biomechanics**. v. 20 (11/12), p. 1083-1093, 1987.

LARKIN, N.C.; DAVIES, H.M.S. The application of a radiographic index to the prevention of dorsal metacarpal disease in thoroughbred racehorses. **Pferdeheilkunde**, v. 12, p. 595-598, 1996.

LES, C.M.; STOVER, S.M.; KEYAK, J.H. et alii. The distribution of material properties in the equine third metacarpal bone serves to enhance sagittal bending. **Journal Biomechanics**, v. 30, n. 4, p. 355-361, 1997.

LINDE, F.; SORENSEN, H. C. F. The effect of different storage methods on the mechanical properties of trabecular bone. **Journal Biomechanics**. v. 26(10), p 1249-1252, 1993.

MARTIN, R. B.; ISHIDA, J. The relative effects of collagen fiber orientation, porosity, density, and mineralization on bone strength. **Journal Biomechanics**. v. 22 (5), p . 419-426, 1989.

McCARTHY, R.N.; JEFFCOTT, L.B. Effects of treadmill exercise on cortical bone in the third metacarpus of young horses. **Research in Veterinary Science**. v. 52, p. 28-37, 1992.

MOHAMMED, H. O.; HILL, T.; LOWE, J. The risk of severity of limb injuries in racing thoroughbred horses. **Cornell Vet**. v. 82,. p . 331-341, 1992.

MOYER, W.; FISHER, J.R.S. Bucked shins: effect of different track surfaces and proposed training regimens. In: 36st ANNUAL CONVENTION OF AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 1990. **Proceedings...** Lexington: American Association of Equine Practitioners, 1990. v.1, p. 541.

MOYER, W.; SPENCER, P. A .; KALLISH, M. Relative incidence of dorsal metacarpal disease in young thoroughbred racehorses training on two different surfaces. **Equine Veterinary Journal**. v.23(3). p. 166-168, 1991.

MUNDY, G.D. Review of risk factors associated with racing injuries. In: 43st ANNUAL CONVENTION OF AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 1997. **Proceedings...** v.43, p. 204-210.

NORWOOD, G.L.; HAYNES, P.F. Dorsal metacarpal disease. In: MANSMANN, R.A.; McALLISTER, E.S. **Equine medicine and surgery**. 3 ed. Santa Barbara: American Veterinary Publications. 1982. Cap. 4, p. 1110-1114.

NUNAMAKER, D.M. The bucked shin complex. In: 32st ANNUAL CONVENTION OF AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 1986. Nashville. **Proceedings...** Tennessee: American Association of Equine Practitioners, 1986.

NUNAMAKER, D.M.; BUTTERWECK, D.M.; PROVOST, M.T. Some geometric properties of the third metacarpal bone: a comparison between the thoroughbred and standardbred racehorse. **Journal Biomechanics**, v. 22,. p. 129-134, 1989.

NUNAMAKER, D.M.; BUTTERWECK, D.M.; PROVOST, M.T. Fatigue fractures in thoroughbred racehorses: relationships with age, peak bone strain and training. **Journal Orthop Res**, v. 8,. p. 604-611, 1990.

NUNAMAKER, D.M.; PROVOST, M.T. The bucked shin complex revisited. In: 37st ANNUAL CONVENTION OF AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 1991. San Francisco. **Proceedings...** Lexington: American Association of Equine Practitioners, 1991. v.1, p. 757.

PELOSO, J.G.; COHEN, N.D.; MUNDY, G.D. et alii. Epidemiologic study of musculoskeletal injuries in racing thoroughbred horses in kentucky. In: 42st ANNUAL CONVENTION OF AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 1996. **Proceedings...** v.42, p. 284-285.

PIOTROWSKI, G.; SULLIVAN, M.; COLAHAN, P. T. Geometric properties of equine metacarpi. **Journal Biomechanics**. v. 16(2),.p. 129-139, 1983.

PORR, C.A.; KRONFELD, D.S.; LAWRENCE, L. A. et alii. Deconditioning Reduces Mineral Content of the Third Metacarpal Bone in Horses. **Journal Animal Science**. v. 76, p. 1875-1879, 1998.

RIGGS, C.M.; EVANS, G.P. The microstructural basis of the mechanical properties of equine bone. **Equine Veterinary Education**, v. 2, p. 197-205, 1990.

RIGGS, C.M.; WHITEHOUSE, G.H.; BOYDE, A. Pathology of the distal condyles of the third metacarpal and third metatarsal bones of the horse. **Equine Veterinary Journal**, v.31(2),. p. 140-148, 1999.

RUBIN, C. T.; McLEOD, K. J.; BAIN, S. D. Functional strains and cortical bone adaptation: epigenetic assurance of skeletal integrity. **Journal Biomechanics**. v. 23,. p . 43-54, 1990. Supplement 1.

STASHAK, S.T. **Adams' lameness in the horses**. 14.ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1987. Cap 8. p. 596-600.

STASHAK, S.T. **Horseowner's guide to lameness**. Williams & Wilkins, 1996. p. 580

STOVER, S.M. Contribution of microfractures to dorsal metacarpal disease. In: 38th ANNUAL CONVENTION OF AMERICAN

ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 1992. **Proceedings...**
Lexington: American Association of Equine Practitioners, 1992. v.1, p. 3.

STOVER, S.M.; POOL, R.R.; MORGAN, J.P.; et alii. A review of bucked shins and metacarpal stress fractures in the thoroughbred racehorse. In: 34th ANNUAL CONVENTION OF AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 1988. San Diego. **Proceedings...** California. : American Association of Equine Practitioners, 1988. p. 129-133.

STOVER, S.M. Bucked shins and stress fractures of the metacarpus in horses. In: SMITH, B.P. **Large animal internal medicine**. 2 ed. St Louis: Mosby, 1996. p. 1336-1340.

WHITE, N.A.; MOORE, J. N. **Current techniques in equine surgery and lameness**, Philadelphia: Saunders, 1998. p. 451-453.

WILSON, J.H.; SHAW, K.K.; KING, V. Thoroughbred racing injury rates are inversely associated with trainer success. In: 43st ANNUAL CONVENTION OF AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 1997. **Proceedings...** v.43, p. 229-230.

