



Ciência Rural

ISSN: 0103-8478

cienciarural@mail.ufsm.br

Universidade Federal de Santa Maria
Brasil

Gomes de Oliveira, Flávio; Brass, Karin Erica; Desessards De La Corte, Flavio; Greig, Carolina
Roxana; Souza da Silva, José Henrique; Mondino Silva, Carlos Antonio

Exame clínico e radiológico do terceiro metacarpeano em potros Puro Sangue de Corrida em
treinamento

Ciência Rural, vol. 37, núm. 6, novembro-dezembro, 2007, pp. 1701-1707

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33137630>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Exame clínico e radiológico do terceiro metacarpeano em potros Puro Sangue de Corrida em treinamento

Clinical and radiographic evaluation of the third metacarpal bone in 2-year-old thoroughbred horses in training

Flávio Gomes de Oliveira^I Karin Erica Brass^{II} Flavio Desessards De La Corte^{II}
Carolina Roxana Greig^I José Henrique Souza da Silva^{III} Carlos Antonio Mondino Silva^{II}

RESUMO

A avaliação clínica e radiológica do terceiro metacarpeano (McIII) de 42 potros Puro Sangue de Corrida de dois anos de idade, em treinamento, realizou-se a cada 15 dias. Vinte e cinco potros foram acompanhados durante dois meses e 17 durante os quatro meses anteriores a sua participação na primeira corrida. Nas radiografias (projeção lateromedial), foram avaliadas o córtex dorsal (CD) do McIII e a espessura do CD, do córtex palmar e da zona medular para determinação do índice radiológico (IR). Não foram observadas alterações radiológicas no CD do McIII nos potros que manifestaram periostite metacarpeana dorsal (PM) aguda. O aumento tanto do CD, como do IR, entre as avaliações foi significativo ($P<0,05$). Porém, apenas a diferença de espessura do CD entre os McIII sem alterações e os que manifestaram PM foi significativa ($P<0,05$). O aumento mais acentuado do CD foi observado sempre na avaliação anterior àquela em que foram detectados os sinais clínicos de PM. Portanto, especialmente a mensuração do CD pode ser utilizada como um método diagnóstico precoce de PM, permitindo a sua prevenção.

Palavras-chave: radiografias, metacarpeano principal, periostite metacarpeana dorsal, eqüinos.

ABSTRACT

The third metacarpal bones (McIII) of 42 2-year-old thoroughbreds in training were evaluated clinically and radiologically every 15 days. The evaluation was performed during 2 and 4 month, prior to the first race of 25 and 17 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 changes were observed on the DC of the McIII of horses clinically

affected by dorsal metacarpal disease (DMD). 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 not affected McIII. A larger increase in DC thickness was observed at 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 of DMD allowing adoption of preventive measures.

Key words: radiograph, third metacarpal bone, dorsal metacarpal disease, horses.

INTRODUÇÃO

O osso possui uma microestrutura de composição variada, com densidade, porosidade, composição mineral e fibras de colágeno diversas, conforme sua orientação e característica histológica (MARTIN & ISHIDA, 1989). O terceiro metacarpeano (McIII) eqüino vem despertando interesse não só pelas suas características morfológicas, mas, principalmente, para determinar a sua capacidade de suportar diferentes cargas (NUNAMAKER et al., 1989). É necessário conhecer a distribuição e magnitude das forças que agem sobre o esqueleto para 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). O córtex dorsal (CD) do

^IAutônomo, Porto Alegre, RS, Brasil.

^{II}Departamento de Clínica de Grandes Animais, Centro de Ciências Rurais (CCR), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: kbrass@terra.com.br. Autor para correspondência.

^{III}Departamento de Zootecnia, CCR, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

McIII caracteriza-se por receber, continuamente, cargas de alta intensidade, enquanto outras regiões do organismo recebem cargas de baixa intensidade (GROSS et al., 1992).

A avaliação radiológica é, hoje, uma prática comum nos centros equestres de treinamento, pois é um método diagnóstico acessível e de custo relativamente baixo. Apesar disso, é importante tomar cuidado na interpretação das radiografias (BECHT & PARK, 2000). KANE et al. (2000a, b) sugerem intensificar o uso do exame radiológico em potros Puro Sangue de Corrida (PSC) em início de treinamento para evidenciar possíveis alterações radiológicas do aparelho locomotor que possam interferir com o futuro desempenho atlético desses animais. LARKIN & DAVIES (1996) desenvolveram um índice radiológico (IR) baseado na relação entre as medidas do CD e palmar (CP) e da medula (M) do McIII no plano dorsopalmar, que indica a probabilidade de os potros apresentarem periostite metacarpeana dorsal (PM).

O objetivo do presente trabalho foi determinar se o IR (LARKIN & DAVIES, 1996) se adapta às condições de pista e treinamento às quais os animais são submetidos no Jockey Club do Rio Grande do Sul (JCRGS), e observar se ocorrem variações na espessura do CD do McIII que permitam identificar potros predispostos à PM antes de sua manifestação clínica.

MATERIAL E MÉTODOS

Quarenta e dois potros PSC, 26 machos e 16 fêmeas, clinicamente sadios, com idade inicial variando entre 21 e 27 meses, foram avaliados clínica e radiologicamente a cada 15 dias. Em 1999, 25 potros foram acompanhados durante os dois meses de treinamento anteriores a sua primeira corrida. No ano seguinte, 17 foram avaliados durante um período de quatro meses antes de sua estréia. Dessa forma, as quatro avaliações realizadas no primeiro ano correspondem às avaliações 5 a 8 de 2000. Os potros se encontravam alojados nas dependências do JCRGS e 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 rotina dos exercícios diários variava 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.

Após o exame físico no qual a região do McIII foi avaliada a fim de se identificar a presença de sensibilidade e de alteração na forma e no tamanho do mesmo, os McIIIs dos potros foram radiografados usando-se aparelho de Raios X portátil^a, écrans de terras raras de 24 x 30cm^b e filmes de alta precisão^c. Foi usada a projeção lateromedial, com as articulações carpometacarpeana e metacarpofalangeana servindo como pontos de referência. O cone de direcionamento dos raios foi posicionado na região média do McIII, com distância focal de um metro. Utilizou-se uma programação de 72 kV e 15 mA, com tempo de exposição de 0,4 segundos.

O córtex dorsal do McIII foi examinado nas radiografias. Posteriormente, foi traçada uma linha perpendicular ao eixo longitudinal do McIII, no ponto médio entre as superfícies articulares das articulações carpometacarpeana e metacarpofalangeana. Sobre esta linha foi medida a espessura do CD, do CP e da M com auxílio de um paquímetro digital^d. A soma das três medidas correspondia à distância entre o periósteo do CD e do CP (T). As medidas CD, CP, M e T foram utilizadas na determinação do IR segundo LARKIN & DAVIES (1996): $IR = X \times Y$ onde $X = (T - M) / M$ e $Y = CD / CP$.

O exame físico 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 sadios; 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).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

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

Na avaliação das radiografias lateromediais obtidas do McIII dos potros sadios, não foram observadas alterações radiológicas do McIII. As medidas da espessura do CD e do IR obtidas nas diversas avaliações podem ser observadas nas tabelas 1 e 2, respectivamente.

Embora não significativo, houve um aumento na espessura do CDD de 0,8mm e do CDE de 0,5mm durante as oito avaliações. Já o CDD dos McIII que desenvolveram PM aumentou de 10,6mm para 11,8mm e o CDE aumentou de 10,5mm para 12,5mm, o que representa um aumento de 1,2mm e 2,0mm, respectivamente. Na figura 1, é possível observar que a espessura do CD aumentou em todos os animais entre as avaliações ($P<0,05$). Nos McIIIs sadios, o aumento de espessura foi mais discreto e constante do que nos que manifestaram PM (CDD $P<0,0021$; CDE $P<0,0004$). Nos McIIIs com PM, o aumento do CD foi mais acentuado especialmente a partir da quarta avaliação no lado direito e da sexta avaliação no esquerdo. O aumento de espessura do CD, nos potros com PM, corrobora os achados de NUNAMAKER & PROVOST (1991) e caracteriza a resposta do CD à carga excessiva de treinamento (PIOTROWSKI et al., 1983; EVANS et al., 1992; MCCARTHY & JEFFCOTT, 1992). Esses resultados indicam que, no início do treinamento, o aumento progressivo da espessura do CD, lento e constante, indica uma adaptação do McIII ao exercício. No momento em que há uma sobrecarga, ocorre uma resposta maior do 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 que antecedeu o

aparecimento dos sinais clínicos, ou seja, 15 dias antes, já se observava um aumento mais acentuado na espessura do CD do McIII. Seria interessante acompanhar um maior número de animais para confirmar se este aumento acentuado do CD antes da manifestação clínica da alteração poderia ser utilizado no diagnóstico precoce, permitindo a adoção de medidas preventivas como, por exemplo, a modificação do regime de treinamento. Pequenas doses de exercício em alta velocidade parecem evitar que os potros desenvolvam PM (NUNAMAKER, 2002).

Nos McIIIs que permaneceram sadios, o IR direito (IRD) na primeira avaliação foi 2,0, aumentando, após uma pequena queda, até 2,5, na oitava avaliação. O IR esquerdo (IRE) variou de 2,3 na primeira avaliação para 2,6 na oitava avaliação. Nos McIIIs que manifestaram PM, o IRD iniciou em 2,2, alcançando 2,7 na oitava avaliação. O IRE de 2,1, crescente desde a primeira avaliação, e de forma mais acentuada após a sexta avaliação, chegou a 3,0 na oitava avaliação. A variação do IR dos McIIIs 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. Pode-se concluir que o IR não pode ser usado como único fator prognóstico da ocorrência de PM. LARKIN & DAVIES (1996) verificaram que potros com IR superior a 3,28 não apresentaram PM ao realizar exercícios à velocidade de $16,7\text{m s}^{-1}$ e que animais que manifestaram PM apresentaram IR significativamente menor. É possível que isso possa ser atribuído a características diferentes de pista e também de treinamento.

Não houve diferença, entre os sexos, quanto ao aumento de espessura do CD e do IR dos

Tabela 1 - Médias (x) e desvio padrão (SD) da espessura do córtex dorsal direito (CDD) e esquerdo (CDE) do terceiro metacarpeano 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	10,2±1,2	5	10,9±1,4	8	10,6±1,0	11	10,5±1,3
2	8	9,8±0,9	5	10,6±1,3	8	10,5±0,9	11	10,8±1,1
3	8	10,0±1,1	5	10,4±1,1	8	10,4±1,0	11	10,7±1,1
4	8	10,0±0,8	5	10,6±1,5	8	10,5±1,1	12	11,0±1,2
5	28	10,9±1,5	23	10,9±1,4	14	11,1±1,3	19	11,3±1,1
6	28	10,8±1,3	23	11,2±1,4	14	11,3±1,0	19	11,3±1,1
7	28	11,0±1,5	23	11,4±1,4	14	11,6±1,3	19	12,0±1,4
8	28	11,0±1,5	23	11,4±1,4	14	11,8±1,6	19	12,5±1,5
x		10,8 ^b		11,1 ^b		11,1 ^a		11,4 ^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	2,0±0,5	5	2,3±0,7	8	2,2±0,4	11	2,1±0,5
2	8	2,0±0,4	5	2,4±0,6	8	2,0±0,3	11	2,2±0,4
3	8	1,9±0,4	5	2,0±0,3	8	2,1±0,4	11	2,2±0,4
4	8	2,1±0,5	5	2,1±0,5	8	2,1±0,4	12	2,3±0,4
5	28	2,4±0,7	23	2,4±0,6	14	2,4±0,6	19	2,4±0,6
6	28	2,4±0,6	23	2,6±0,6	14	2,5±0,4	19	2,4±0,5
7	28	2,4±0,7	23	2,6±0,7	14	2,5±0,6	19	2,7±0,8
8	28	2,5±0,7	23	2,6±0,7	14	2,7±0,8	19	3,0±0,7
x		2,3 ^a		2,5 ^a		2,4 ^a		2,5 ^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).

McIIIs que apresentaram ou não PM. Houve, em vez disso, um aumento significativo (P<0,05) do CDD e do IRD nas fêmeas e do CDE e do IRE nos machos cujos McIIIs manifestaram PM.

Na tabela 3, observa-se que o aumento médio na espessura do CDD entre treinadores variou entre 2,7mm e 10,2mm nos McIIIs sadios e de 6,0mm e 20,0mm nos McIIIs que apresentaram PM. O aumento

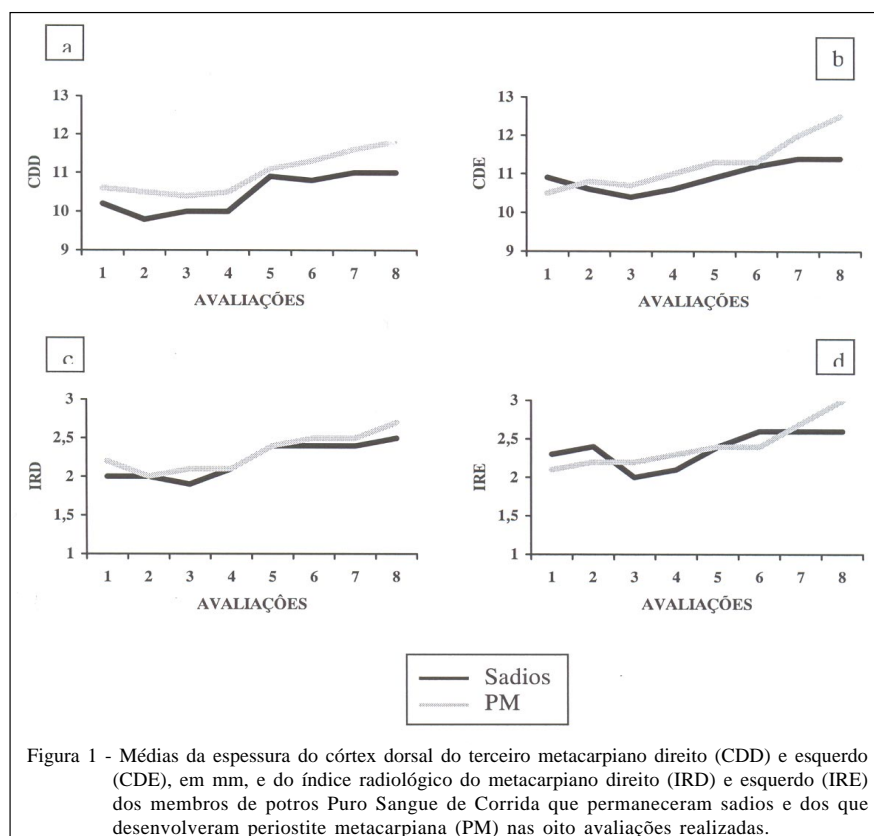


Figura 1 - Médias da espessura do córtex dorsal do terceiro metacarpiano direito (CDD) e esquerdo (CDE), em mm, e do índice radiológico do metacarpiano direito (IRD) e esquerdo (IRE) dos membros de potros Puro Sangue de Corrida que permaneceram sadios e dos que desenvolveram periostite metacarpiana (PM)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

Tabela 3 – Médias (x) e desvio padrão (SD) do aumento de espessura do córtex dorsal direito (CDD) e esquerdo (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	7,4 ^b ± 4,0	20	9,5 ^{abc} ± 3,0
	PM	20	7,0 ^b ± 3,0	28	7,5 ^{bc} ± 4,2
2	sadios	11	5,3 ^b ± 2,7	5	4,0 ^c ± 1,3
	PM	17	11,4 ^{ab} ± 6,7	23	12,5 ^{ab} ± 5,9
3	sadios	3	9,8 ± 5,2	3	8,9 ^{abc} ± 10,4
	PM	2	20,0 ^a ± 15,4	4	16,9 ^a ± 8,9
4	sadios	4	10,2 ^b ± 3,8	2	4,1 ^c ± 0,1
	PM	1	6,0 ^b ± 0,0	3	6,2 ^{bc} ± 1,4
5	sadios	12	2,7 ^b ± 4,7	12	2,8 ^c ± 1,9
	PM	-	- -	-	- -
6	sadios	11	6,1 ^b ± 3,3	12	5,0 ^{bc} ± 2,1
	PM	-	- -	-	- -

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

médio do CDE se manteve entre 2,8mm e 9,5mm nos McIIIs sadios e entre 6,2mm e 16,9mm nos afetados por PM. A espessura do CDD aumentou significativamente (P<0,05) entre McIIIs sadios e afetados por PM dos potros sob os cuidados do treinador 3 e a do CDE dos potros treinados pelo treinador 2. A interação entre treinador, McIIIs sadios e afetados e IR não foi significativa. Portanto, baseado nos resultados da tabela 3, pode-se afirmar que o treinador (método de treinamento) influenciou no aumento médio de espessura do 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 do CDD e do CDE. O aumento médio de espessura do CDD e do CDE foi de 23,2mm e 22,0mm, respectivamente, nas fêmeas, e de 7,6mm e 7,1mm, respectivamente, nos machos. Na tabela 5, pode-se observar que as fêmeas do treinador 3 apresentaram IRD médio maior, assim como os machos treinados pelo treinador 5. No entanto, como um todo, a interação método de treinamento (treinador) e sexo não apresentou efeito significativo sobre o IR.

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

Levando em consideração os resultados obtidos no controle radiológico do McIII realizado em potros no início de treinamento, conclui-se que a mensuração da espessura do CD parece ser um índice mais confiável que o IR e que, portanto, pode ser usada para auxiliar na identificação precoce dos animais que irão manifestar PM. Isso permitiria alterações no regime de treinamento desses animais, que, por sua vez, poderiam reduzir a manifestação clínica de PM ou, pelo menos, reduzir a severidade da mesma.

Tabela 4 – Média (x) e desvio padrão (SD) do aumento de espessura, em mm, do córtex dorsal direito (CDD) e esquerdo (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	5,5 ^{bc} ± 2,6	20	6,7 ^{bc} ± 3,6
	M	28	8,5 ^{bc} ± 3,7	28	9,5 ^{bc} ± 3,6
2	F	9	12,1 ^b ± 9,4	9	12,1 ^b ± 4,6
	M	19	7,6 ^{bc} ± 3,4	19	10,4 ^{bc} ± 7,0
3	F	2	23,2 ^a ± 10,8	3	22,1 ^a ± 6,8
	M	3	7,6 ^{bc} ± 1,9	4	7,1 ^{bc} ± 5,4
4	F	2	11,9 ^b ± 5,4	2	4,1 ^{bc} ± 0,1
	M	3	7,7 ^{bc} ± 2,0	3	6,2 ^{bc} ± 1,4
5	F	2	2,4 ± 1,7	2	6,0 ^{bc} ± 0,7
	M	10	2,7 ^c ± 5,2	10	2,2 ^c ± 1,4
6	F	7	6,4 ^{bc} ± 4,1	8	4,8 ^{bc} ± 1,6
	M	4	5,7 ^{bc} ± 1,7	4	5,3 ^{bc} ± 3,1

^{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	n	IRD $\bar{x} \pm SD$	n	IRE $\bar{x} \pm SD$
1	M	28	21,7 ^{bc} \pm 9,3	28	20,9 ^c \pm 10,5
	F	20	16,6 ^c \pm 7,8	20	12,4 ^c \pm 10,5
2	M	20	17,7 ^{bc} \pm 7,1	20	22,6 ^c \pm 17,6
	F	9	25,7 ^{bc} \pm 16,1	9	28,9 ^{bc} \pm 9,5
3	M	3	15,7 ^c \pm 13,4	4	24,1 ^{bc} \pm 18,9
	F	2	59,0 ^a \pm 4,8	2	49,9 ^{ab} \pm 7,0
4	M	3	25,4 ^{bc} \pm 16,6	4	30,0 ^{bc} \pm 23,3
	F	2	36,7 ^b \pm 8,3	2	5,7 ^{bc} \pm 4,7
5	M	10	8,0 ^c \pm 7,0	10	7,5 ^c \pm 6,5
	F	2	9,8 ^c \pm 0,9	1	70,0 ^a \pm 0,0
6	M	4	10,7 ^c \pm 7,8	4	13,6 ^c \pm 8,3
	F	4	10,4 ^c \pm 3,8	8	9,6 ^c \pm 7,5

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

AGRADECIMENTOS

Aos proprietários e treinadores dos cavalos avaliados e ao Jockey Club do Rio Grande do Sul, pelo apoio e incentivo ao ceder as dependências do Hospital Veterinário Joaquim Araújo.

FONTES DE AQUISIÇÃO

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

^bEcran FG/8, Fuji Photo Film Ltda. Japan.

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

^dPaquímetro eletrônico digital série 727-Starret.

REFERÊNCIAS

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

BIEWENER, A.A. Musculoskeletal design in relation to body size. **Journal of Biomechanics**, Oxford, v.4, Suppl.1, p.19-29, 1991.

BIEWENER, A.A. et al. Bone stress in the horse forelimb during locomotion at different gaits: a comparison of two experimental methods. **Journal of Biomechanics**, Oxford, v.16, n.8, p.565-576, 1983.

EVANS, G.P. et al. The response of equine cortical bone to loading at strain rates experienced in vivo by the galloping

horse. **Equine Veterinary Journal**, Newmarket, v.24, n.2, p.125-128, 1992.

GROSS, T.S. et al. Characterizing bone strain distributions in vivo using three triple rosette strain gages. **Journal of Biomechanics**, Oxford, v.25, n.9, p.1081-1087, 1992.

KANE, A.J. et al. The effect of radiographic changes in thoroughbred yearlings on future racing performance. In: ANNUAL CONVENTION OF AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 46., 2000, San Antonio. **Proceedings...** Lexington: American Association of Equine Practitioners, 2000a. V.46, p.370-374.

KANE, A.J. et al. The prevalence of radiographic changes in thoroughbred yearlings. In: ANNUAL CONVENTION OF AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 46., 2000, San Antonio. **Proceedings...** Lexington: American Association of Equine Practitioners, 2000b. 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**, Stuttgart, v.12, n.4, p.595-598, 1996.

MARTIN, R.B.; ISHIDA, J. The relative effects of collagen fiber orientation, porosity, density, and mineralization on bone strength. **Journal of Biomechanics**, Oxford, v.22, n.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**, Oxford, v.52, p.28-37, 1992.

NUNAMAKER, D.M. et al. Some geometric properties of the third metacarpal bone: a comparison between the thoroughbred

and standardbred racehorse. **Journal of Biomechanics**, Oxford, v.2, n.2, p.129-134, 1989.

NUNAMAKER, D.M. On bucked shins. In: ANNUAL CONVENTION OF AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 48., 2002, Orlando. **Proceedings...** Lexington: American Association of Equine Practitioners, 2002. V.48, p.76-89.

NUNAMAKER, D.M.; PROVOST, M.T. The bucked shin complex revisited. In: ANNUAL CONVENTION OF

AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 37., 1991, San Francisco. **Proceedings...** Lexington: American Association of Equine Practitioners, 1991. V.37, p.757.

PIOTROWSKI, G. et al. Geometric properties of equine metacarpi. **Journal of Biomechanics**, Oxford, v.6, n.2, p.129-139, 1983.

STASHAK, S.T. Lameness. In: _____. **Adams' lameness in the horses**. 4.ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1987. Cap.8, p.596-600.