

**FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**

**AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA E ULTRA-SONOGRÁFICA DO  
APARATO PODOTROCLEAR DOS CAVALOS DA RAÇA  
QUARTO DE MILHA ACOMETIDOS PELA DOENÇA DO  
NAVICULAR.**

**CINTIA IOLANDA COUTINHO PEIXOTO**

**BOTUCATU-SP  
Julho 2007**

**FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**

**AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA E ULTRA-SONOGRÁFICA DO  
APARATO PODOTROCLEAR DOS CAVALOS DA RAÇA  
QUARTO DE MILHA ACOMETIDOS PELA DOENÇA DO  
NAVICULAR.**

**CINTIA IOLANDA COUTINHO PEIXOTO**

**Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Vulcano  
Co-orientadora: Profa. Ass. Dra. Vânia M. V. Machado**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária, Área de concentração Radiologia Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP - Campus de Botucatu para obtenção de título de mestre .

**BOTUCATU-SP  
JULHO2007**

Composição da Banca Examinadora da Tese de autoria de Cíntia Iolanda Coutinho Peixoto à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Botucatu, na data de 12 de julho de 2007, para obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária.

---

Prof. Dr. Luiz Carlos Vulcano

---

Profa. Dra. Ana Liz Garcia Alves

---

Prof. Dr. Stefano C. Filippo Hagen

“Em verdade, o cavalo é um espetáculo de tamanha beleza, digno de tanta admiração e fascínio que sobre ele se voltam todos os olhares. Ninguém consegue se esquivar de contemplá-lo, para que ele se revele em todo seu esplendor” .

Xenofonte

**Aos meus Pais**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por ter permitido a realização desse trabalho.

Aos meus pais pelo apoio, carinho e compreensão das minhas ausências durante a execução desse trabalho.

Ao meu avô Nicanor de Azeredo Coutinho e tio Luiz Antônio “in memoriam” eternos amantes dos cavalos de corrida, por ter herdado este amor e fascínio pelos cavalos.

Ao professor Luiz Carlos Vulcano pelos ensinamentos que foram fundamentais para o meu crescimento profissional, pela qualidade e precisão na orientação, além da sua amizade e compreensão.

A professora Vânia pela disposição em co-orientar-me no presente trabalho e pela oportunidade, carinho, amizade e por ter acreditado em mim.

A professora Ana Liz pela atenção e valiosa contribuição no auxílio com as análises dos exames ultra-sonográficos.

Ao Professor Marco Alvarenga pela ajuda com a obtenção dos animais do experimento.

Ao Professor Daniel Augusto Barroso Lessa pelo incentivo e conselhos.

A meu irmão Wallace pela dedicação, força, carinho e atenção.

Aos meus sobrinhos queridos, Gabriel e Maria Eduarda pelos momentos de diversão e muita alegria.

A minha cunhada Michele pelo apoio e carinho nos momentos difíceis.

Aos funcionários do Departamento de Radiologia e Reprodução animal, Wilma, Dito, Heraldo e João.

Ao amigo Marco Pelicci pela paciência e ajuda na configuração da tese.

Aos Residentes e estagiários do Departamento de Radiologia pelo apoio, amizade e convivência.

Aos amigos da pós-graduação Emiliano, Daniela, Marco Sturion, Felipe Padilha e Eduardo Diniz pelos momentos adoráveis de descontração e muita risada.

A hípica de Botucatu pela oportunidade, em especial os treinadores José e Célia que me ajudaram durante o experimento.

A Família Fanton pela colaboração, amizade e incentivo.

Aos amigos que me ajudaram a radiografar e conter os animais durante o experimento, Ângelo Ricardo Santi, Cido, Luciano, Lela, Adamantino e Fernando.

Aos amigos de Botucatu, Dona Zoraide, Dona Vera, Seu Isaias e Seu Zé.

Aos Residentes da Cirurgia de Grandes Animais, Guilherme, Lucas, Rodrigo e Ana.

Aos funcionários da Biblioteca da Unesp-Botucatu pela ajuda, atenção e carinho.

As minhas amigas queridas Eunice, Karine e Helena pela força e carinho sem igual, estando ao meu lado na tristeza e na alegria.

As irmãs da Copiosa Redenção de Botucatu pelo apoio religioso, especialmente a irmã Sintia pelo carinho e companheirismo.

Enfim, todos aqueles que estiveram presentes nestes momentos vividos em Botucatu, tão importante para o meu aprimoramento pessoal e profissional e que ficarão para sempre guardados em meu coração.



**LISTA DE ABREVIATURAS**

<b>BP</b>	Bursa podotrocLEAR
<b>CD</b>	Coxim digital
<b>D30Pr-PaDiO</b>	Dorsoproximal-palmaro/plantarodistal oblua 30°
<b>D60Pr-PaDiO</b>	Dorsoproximal-palmaro/plantarodistal oblua 60°
<b>LA</b>	Ligamento anular
<b>LM</b>	Latero medial
<b>LSDI</b>	Ligamento sesamóide distal ímpar
<b>OSD</b>	Osso sesamóide distal
<b>PaPr-PaDiO</b>	Palmaro/plantaroproximal-palmaro/plantarodistal oblua
<b>TFDP</b>	Tendão flexor digital profundo

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1:** Exame ultra-sonográfico utilizando o acesso transcuneal ..... 32
- FIGURA 2:** Imagem da anatomia ultra-sonográfica do aparato podotroclear de cavalos normais, corte sagital. Tendão Flexor Digital Profundo (TFDP); Falange Distal (FD); Ligamento Distal Impar (LDI); Bursa Podotroclear (BP); Coxim Digital (CD) e Ranilha. .... 33
- FIGURA 3:** Imagens ultra-sonográficas do aparato podotroclear dos animais (n=22) com a doença do navicular. Área de aderência no TFDP e grande quantidade de fibrina na bursa podotroclear (seta) (3a); Infiltrado inflamatório na margem palmar do TFDP (seta) (3b). .... 40
- FIGURA 4:** Imagens ultra-sonográficas do aparato podotroclear dos animais (n=22) com a doença do navicular. Irregularidade da margem dorsal do TFDP com perda do paralelismo das fibras (seta) (a), Bursa Podotroclear hipoecóica com celularidades (4a). Perda do paralelismo das fibras do TFDP e perda do limite das margens dorsal e palmar, irregularidade da superfície flexora do Osso Sesamóide Distal (OSD) (4b). .... 40
- FIGURA 5:** Imagens ultra-sonográficas do Infiltrado inflamatório na margem dorsal do TFDP e calcificação do ligamento sesamóide distal ímpar (seta) (5a). Pontilhado hiperecóico dentro da bursa podotroclear (seta) (5b). .... 41
- FIGURA 6:** Imagens ultra-sonográficas do aumento da Bursa Podotroclear (BP) (seta) indicativo de bursite (6a). Imagem da diminuição da espessura do Coxim Digital (CD) (6b). .... 41

**LISTA DE TABELAS**

<b>TABELA 1:</b> Alterações visibilizadas ao exame radiográfico do aparato podotrocLEAR dos membros (MAD/MAE) dos (n=22) animais acometidos pela doença do navicular.....	36
<b>TABELA 2:</b> Tipos de invaginações sinoviais classificadas como Discreta (+), Moderada (++) e Grave (+++) e a porcentagem de acometimento dos MAD, MAE ou MAD/MAE.....	37
<b>TABELA 3:</b> Alterações da ecogenicidade da bursa podotrocLEAR dos animais (n=22) acometidos pela doença do navicular.....	38
<b>TABELA 4:</b> Mensuração da bursa podotrocLEAR dos animais (n=22) acometidos pela doença do navicular.....	39
<b>TABELA 5:</b> Alterações da bursa podotrocLEAR dos animais (n=22) acometidos pela doença do navicular visibilizadas ao exame ultra-sonográfico.....	39
<b>TABELA 6:</b> Mensuração do TFDP/Ligamento anular dos animais (n=22) acometidos pela doença do navicular.....	42
<b>TABELA 7:</b> Alterações encontradas no TFDF dos animais (n=22) acometidos pela doença do navicular.....	43
<b>TABELA 8:</b> Mensuração do coxim digital dos animais (n=22) acometidos pela doença do navicular.....	44
<b>TABELA 9:</b> Alterações ultra-sonográficas do ligamento sesamóide distal ímpar dos animais (n=22) acometidos pela doença do navicular.....	45
<b>TABELA 10:</b> Alterações encontradas no exame ultra-sonográfico na superfície flexora do osso sesamóide distal dos animais (n=22) acometidos pela doença do navicular.....	45

## LISTA DE GRÁFICOS

- GRAFICO 1:** Alterações do aparato podotrocLEAR visibilizadas no exame radiográfico dos animais (n=22) acometidos pela doença do navicular..... 35
- GRÁFICO 2:** Porcentagem da presença das invaginações sinoviais no bordo distal nos membros anteriores direito (MAD), membro anterior esquerdo (MAE) ou em ambos os membros (MAD/MAE) visibilizado no exame radiográfico dos animais (n=22) acometidos pela doença do navicular..... 37

## RESUMO

**PEIXOTO, C. I. C.** Avaliação radiográfica e ultra-sonográfica do aparato podotroclear dos cavalos da raça quarto de milha acometidos pela doença do navicular. Botucatu, 2007 p.60, Tese de Mestrado – Departamento de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista – UNESP “Júlio de Mesquita Filho”.

O objetivo deste estudo foi avaliar as alterações do aparato podotroclear dos cavalos da raça Quarto de Milha acometidos pela doença do navicular utilizando o acesso transcuneal. Foram utilizados 22 animais oriundos da região de Botucatu e Bauru-SP. Estes animais foram submetidos ao exame radiográfico e ultra-sonográfico. No exame radiográfico foi observada a presença de invaginação sinovial de diferentes tipos, além calcificação da bursa podotroclear e tendão flexor digital profundo, entesiófitos, osteófitos e alteração do limite córtico-medular. No exame ultra-sonográfico observou-se alterações da bursa podotroclear, aderência e irregularidades nos bordos do tendão flexor digital profundo, diminuição do coxim digital, calcificação do ligamento sesamóide distal ímpar e irregularidade da superfície flexora do osso sesamóide distal. Todos os animais que apresentavam alteração radiográfica e também apresentaram alteração no exame ultra-sonográfico compatível com a doença do navicular. O exame ultra-sonográfico utilizando o acesso transcuneal foi um método prático e eficiente para avaliação das lesões do aparato podotroclear dos eqüinos, sendo um método complementar ao exame radiográfico.

**PALAVRAS-CHAVES:** ultra-som transcuneal, doença do navicular, claudicação e aparato podotroclear.

## ABSTRACT

**PEIXOTO, C. I. C.** Radiographic and ultrasonographic evaluation of the podotrochlear apparatus in American Quarter horses suffering from navicular disease. [Avaliação radiográfica e ultra-sonográfica do aparato podotroclear dos cavalos da raça quarto de milha acometidos pela doença do navicular]. Botucatu, 2007 p.60. Thesis (Máster in Veterinary Medicine) – Department of Animal Reproduction and Radiology Veterinary), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista – UNESP “Júlio de Mesquita Filho”.

The objective of this study was to evaluate the podotrochlear apparatus using a transcuneal approach in American Quarter horses suffering from navicular disease. 22 horses from the area of Botucatu and Bauru in São Paulo were evaluated. On those patients, radiographic and ultrasonographic evaluations were performed. On radiograph, different kinds of synovial invaginations, calcifications of the podotrochlear bursa and deep digital flexor tendon, enthesiophytes, osteophytes, and alterations in the cortical-medullary margin were observed. On the ultrasound scans, alterations of the podotrochlear bursa, adherences and irregularities at the surface of the deep digital flexor tendon, diminution of the digital cushion, calcifications of the impar distal sesamoideal ligament, and irregularities of the flexor surface of the distal sesamoid bone were observed. Radiographic and ultrasonographic alterations compatible with navicular disease were present in all of the patients. Ultrasonography using transcuneal approach was a practical and efficient method for evaluating podotrochlear apparatus injuries in equine, thus being a complementary method to radiography.

**KEY WORDS:** transcuneal ultrasound, navicular disease, lameness, podotrochlear apparatus.

## INTRODUÇÃO

O cavalo tem desempenhado um papel importante na evolução da humanidade, contribuindo para o crescimento da agricultura e conquista de novos territórios. Na atualidade está sendo bastante utilizado para o lazer, esporte e com fins terapêuticos, com o advento da equoterapia.

O Brasil apresenta o segundo maior plantel de cavalos da raça Quarto de Milha do mundo, com um total de 309.000 mil animais registrados, somente no estado de São Paulo o total de animais registrados é de 163.918 animais, segundo os dados da ABQM. A grande procura pelos animais dessa raça se deve a versatilidade e docilidade, sendo utilizados em diversas modalidades de provas “western” como trabalho, corrida e conformação. Segundo dados da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), a indústria eqüestre cresceu cerca de 7 a 10% nos últimos dez anos, oferecendo esporte, lazer, turismo, qualidade de vida, empregos para a população e arrecadação de impostos para o governo. Na década de 80, estima-se que o empresariado brasileiro investiu cerca de dois bilhões e meio de dólares no desenvolvimento zootécnico de eqüinos no Brasil, empregando cerca de 150 mil pessoas na área rural e urbana.

O mercado do cavalo brasileiro está em grande expansão, com isso observa-se hoje um grande crescimento nas pesquisas direcionadas à área da medicina esportiva, objetivando estudar as enfermidades e desenvolver técnicas de diagnósticos por imagem de alta precisão, capazes de detectar as enfermidades de forma precoce, principalmente as enfermidades locomotoras que são as mais freqüentes nessa espécie, dentre elas a doença do navicular, uma das causas de claudicação crônica nos eqüinos, que leva a redução do desempenho atlético gerando perdas econômicas no mercado eqüestre.

A doença do navicular é considerada como causa principal abrangendo um terço das claudicações nos cavalos de esporte (TURNER, 1990; PLEASANT & CRISMAN, 1997), sendo específica dos eqüídeos (MACGREGOR, 1989), caracterizando-se por claudicação intermitente, principalmente nos membros torácicos. O diagnóstico na maioria das vezes baseia-se apenas nos sinais clínicos e na observação dos achados radiográficos. Buscando aperfeiçoar, as técnicas de diagnóstico por imagem nesta enfermidade, este estudo teve o objetivo de avaliar radiograficamente e ultra-sonograficamente as alterações presentes no aparato podotrocLEAR dos eqüinos com a doença do navicular, utilizando especificamente o acesso transcuneal descrito por Busoni & Denoix (2001).

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Anatomia do osso navicular

O casco é a cobertura córnea da extremidade distal do dígito, formado por queratinização epitelial, sendo dividido em quatro partes: parede, perioplo, sola e ranilha (DYCE et al. 1990). No seu interior encontram-se a falange distal e suas cartilagens, a articulação interfalangeana distal, a extremidade distal da falange média, o osso navicular (sesamóide distal), a bursa podotrocLEAR, os ligamentos sesamóides colaterais e distal ímpar, os tendões dos músculos extensor digital comum e flexor digital profundo, além de vasos sanguíneos e nervos (GETTY, 1986a; ASHDOWN & DONE, 1989; STASHAK, 1994).

O osso navicular tem a forma de “navio” e encontra-se em posição palmar (membros torácicos) ou plantar (membros pélvicos) à articulação da falange média e distal. Possui duas faces, duas bordas e duas extremidades, que estão envolvidas com cartilagem (GETTY, 1986a). A face articular do osso navicular volta-se dorsoproximal e distal à articulação interfalangeana distal, e consiste de uma eminência central, rodeada por áreas côncavas que se articulam com a superfície distal da falange média, estando coberta com cartilagem hialina (GETTY, 1986a; TURNER, 1989). A face flexora está dirigida distal e palmar/plantar e está envolvida com fibrocartilagem; assemelhando-se à face articular na sua forma, sendo porém mais larga e menos áspera. Nesta região desliza o tendão do músculo flexor digital profundo (TFDP) (TURNER, 1989; WRIGHT & DOUGLAS, 1993).

A borda proximal apresenta um formato reto (DYCE et al., 1990; DIK & VAN DEN BROEK, 1995; DIK et al., 2001b), é larga e sulcada no seu centro, que contém vários forames para a passagem de pequenos vasos (STASHAK, 1994), sendo estreita e arredondada de cada lado (GETTY, 1986). A borda distal é convexa (DYCE et al., 1990; DIK & VAN DEN BROEK, 1995; DIK et al., 2001b), apresentando dorsalmente uma faceta estreita onde articula-se com a falange distal (STASHAK, 1994). Palmar/plantar a esta borda existe um sulco que contém inúmeras invaginações sinoviais (forames nutritivos) de tamanhos distintos. As extremidades do osso navicular são obtusas (GETTY, 1986a).

As bordas e extremidades do osso navicular estão fixadas pelos ligamentos sesamóides colaterais medial e lateral e um ligamento sesamóide distal ímpar (TURNER, 1989; WRIGHT & DOUGLAS, 1993; STASHAK, 1994). Os ligamentos

sesamóides colaterais fixam às cartilagens alares da falange distal e o osso navicular. O ligamento sesamóide distal ímpar projeta-se da borda distal do osso navicular até a face articular da falange distal (KÖNIG & LIEBICH, 2002). Enquanto que o ligamento sesamóide distal ímpar é rígido, os sesamóides colaterais são elásticos (TURNER, 1989; WRIGHT & DOUGLAS, 1993) e, juntamente com os tendões flexores, permitem que a articulação ceda ligeiramente durante o impacto do casco sobre o solo (DYCE et al. 1990). Entre o osso navicular e o tendão do músculo flexor digital profundo, posiciona-se uma bolsa sinovial denominada de bursa podotrocLEAR (GETTY, 1986a; KAINER, 1989; KÖNIG & LIEBICH, 2002), cuja função é lubrificar e proteger o TFDP, do excesso de atrito e pressão contra o osso navicular (WINTZER, 1990).

O suprimento arterial do osso navicular tem um padrão uniforme e específico (RIJKENHUIZEN et al. 1989b), que é realizado pelas artérias digital palmar medial e lateral, formadas por uma bifurcação da artéria digital comum próximo ao VI osso metacárpico (RIJKENHUIZEN et al., 1989a). Da artéria digital palmar lateral e medial originam-se vários ramos, entre eles: ramo distal do navicular, ramo palmar da falange média e os ramos mediais e laterais do navicular (RIJKENHUIZEN et al., 1989a). Os dois ramos da artéria digital palmar da falange média anastomosam-se próximo aos ligamentos sesamóides colaterais. Existe um plexo de cinco a nove ramos terminais que entram nas invaginações sinoviais localizadas na borda proximal do osso, fornecendo sangue ao mesmo (STASHAK, 1994).

Os nervos digitais palmares medial e lateral são responsáveis pela inervação da porção distal do casco, incluindo os ligamentos sesamóides distais, cápsula da articulação interfalangeana distal, osso navicular, ligamento sesamóide distal ímpar, bursa podotrocLEAR, porção palmar das cartilagens alares da falange distal, parte do córion laminar e ranilha (GETTY, 1986b).

## **2.2. Doença do navicular**

A doença do navicular é uma enfermidade crônica e progressiva que afeta em muitas ocasiões não apenas o osso navicular, como também a bursa podotrocLEAR, os ligamentos sesamóides colaterais e sesamóide distal ímpar, o tendão do músculo flexor digital profundo e a articulação interfalangeana distal (HICKMAN, 1989; MACGREGOR, 1989; TURNER, 1991; LEACH, 1993; WRIGHT, 1993a,b; WRIGHT & DOUGLAS, 1993; LLOYD, 1994). A lesão pode se manifestar

de diversas formas tal como uma erosão e ulceração da fibrocartilagem da face flexora, osteíte e rarefação do córtex, bursite crônica, dilaceração da porção distal das fibras do TFDP, entre outras (HICKMAN, 1989).

### **2.2.1. Definição**

Outros termos são utilizados para designar a doença do navicular, são eles: síndrome do navicular, complexo síndrome do navicular - enfermidade articular degenerativa (osteoartrose), podotrocleose, podotrocliti crônica asséptica e endoarterite obliterante eqüina (MACGREGOR, 1989; SOUZA, 2000). Segundo alguns autores o termo mais apropriado seria síndrome do navicular (POULOS, 1983; POOL et al. 1989; TURNER, 1991, JONES, 2004), pois caracteriza-se por um conjunto de sinais relacionados entre si, ou através alguma peculiaridade anatômica, fisiológica ou bioquímica (THOMAS, 2000).

### **2.2.2. Histórico e epidemiologia**

A primeira referência à doença do navicular apareceu no Grand Marechal, Expert et Français, publicado em Toulouse em 1701, por um autor desconhecido que descreveu a enfermidade como uma lesão que afeta a fibrocartilagem do osso navicular e que recomendou a neurectomia como tratamento (HICKMAN, 1989). Em 1752, um ferrador e anatomista de Londres chamado Jeremiah Bridges relatou um dos primeiros casos da doença do navicular (MACGREGOR, 1986; REILLY, 1995; TROTTER, 2001). Esta enfermidade é responsável por um terço das claudicações crônicas nos cavalos de esporte (COLLES, 1982; TURNER, 1990; PLEASANT & CRISMAN, 1997), sendo uma enfermidade específica dos eqüídeos (MACGREGOR, 1989), afetando mais freqüentemente os membros torácicos sendo uni ou bilateral (COLLES, 1982; MACGREGOR, 1989; POOL et al., 1989; KNOTTENBELT & PASCOE, 1998, JONES, 2004). PEREMANS & VERSCHOOTEN (2000) e JONES (2004) relatam também a presença da enfermidade nos membros pélvicos.

Segundo Colles (1982) e Wintzer (1990), a doença acomete cavalos entre 6 a 12 anos de idade, sem distinção de sexo. Por outro lado, Ackerman et al. (1977) e Leach (1993) relatam que cavalos machos (castrados e garanhões) são mais freqüentemente afetados que fêmeas e animais de idade mais avançada têm maior chance de adquirir a enfermidade. As raças Quarto de Milha e Puro Sangue Inglês

apresentam aparentemente maior predisposição ao desenvolvimento desta doença (ACKERMAN et al.,1977; COLLES, 1982). Na opinião de Wintzer (1990), a maior incidência nestas raças é devido ao trabalho intenso a que estão submetidos estes animais e as constantes mudanças nas forças de tração e pressão sobre o osso navicular, o que o torna particularmente propenso a sofrer alterações degenerativas. Além disto, estas raças possuem um casco muito pequeno para suportar seu peso corpóreo, o que foi conseguido através de um processo de seleção, cuja finalidade foi obter uma estética mais agradável para o cavalo. Isto, porém predispõe a maior concussão no casco, pois o choque é distribuído em uma área menor (STASHAK, 1994).

### **2.2.3. Etiopatogenia**

Apesar da doença do navicular ter sido diagnosticada há muitos anos a sua etiologia e patogenia continuam causando controvérsias (VIITANEM et al., 2001). Acredita-se que exista uma predisposição hereditária relacionada com a conformação dos membros, mas a evidência é inconclusiva (HICKMAN, 1989). Algumas teorias são utilizadas para explicar esta enfermidade. Estas teorias podem ser agrupadas dentro de três categorias: a) vascular ou teoria da isquemia; b) estresse biomecânico e c) enfermidade articular degenerativa da articulação interfalangeana distal (TURNER, 1989).

Na opinião de Wright & Douglas (1993), a doença do navicular está relacionada não somente com insuficiência vascular, mas também com suscetibilidade biomecânica, devido a uma conformação irregular ou ferrageamento inadequado.

#### **2.2.3.1. Teoria vascular**

Colles & Hickman (1977), observaram que a doença do navicular é acompanhada de alterações vasculares oclusivas e sugeriram que esta enfermidade seja causada por arteriosclerose e trombose das principais artérias que suprem o osso navicular. Estas lesões resultam em isquemia parcial que pode levar a um desgaste da fibrocartilagem da face flexora do osso, pela redução da circulação local. Este desgaste ocasionará uma lesão secundária no TFDP (TURNER, 1989).

Embora existam inúmeras críticas sobre a teoria do comprometimento vascular, Stashak (1994) acredita que a trombose das artérias digitais ocasiona necrose isquêmica do osso e, como conseqüência, ocorre um aumento do número de anastomose e arteríolas, como uma forma de compensação. A vascularização aumentada leva a osteoporose da extremidade dos forames nutritivos, resultando em uma alteração principalmente na borda distal do osso sesamóide distal. Segundo Turner (1989), a revascularização da área isquêmica é lenta e pode não ser suficiente para compensar os danos causados no osso, o que irá contribuir para o aparecimento de claudicação progressiva.

Segundo Rijkenhuizen et al. (1989a) a obstrução das artérias do osso navicular e a congestão venosa resultam em aumento na pressão sangüínea. Pool (1995) acredita que a dor observada na doença do navicular possa ser decorrente dos vasos venosos distendidos. Investigações histológicas mostraram que a oclusão total de um vaso se deve a um trombo organizado, mas que a oclusão parcial geralmente esta relacionada à mudanças na parede vascular, similar aquelas causadas por endoarterite obliterante em humanos, onde a oclusão vascular ocasionará estímulos para o desenvolvimento da circulação sangüínea colateral (FRICKER et al., 1982).

Uma falha no suprimento sangüíneo se tornará aparente somente se a oclusão total estender-se tão distalmente que os vasos conectados às artérias digitais não possam mais funcionar como vasos colaterais ou se as mudanças na parede vascular forem tão extensas que o lúmen vascular se torne estreito (FRICKER et al., 1982). Esta teoria e algumas outras explicam a natureza clínica da claudicação e as mudanças radiográficas presentes nesta enfermidade, porém nenhuma foi capaz de confirmar a presença de trombose ou infarto nos vasos sangüíneos dos cavalos acometidos com a síndrome do navicular, o que se observou foram apenas mudanças no fluxo sangüíneo ao osso, mas a oclusão dos vasos não foi documentada (TURNER, 1989).

Na realidade, a teoria do comprometimento vascular não foi confirmada nas pesquisas científicas, devido a falha em reproduzir a doença e pela dificuldade em se identificar alterações histológicas que fossem compatíveis com esta hipótese (RIJKENHUIZEN et al., 1989b). É importante lembrar que a degeneração senil do osso navicular pode ocorrer em alguns cavalos que foram submetidos a treinamento intenso durante anos, devido a uma desmineralização do osso, por falha no suprimento sangüíneo (STASHAK, 1994).

### 2.2.3.2. Teoria biomecânica

A segunda teoria está relacionada com fatores biomecânicos ocasionados por uma má conformação dos membros, como por exemplo, a presença de quartelas muito verticais ou inclinadas, eixo podofalângico desviado (TURNER, 1989; DYSON & KIDD, 1993; STASHAK, 1994; POOL, 1995), que inclusive pode resultar de casqueamento inadequado, assim como pela forma de apoio do casco no solo (WILLIAMS, 2001).

Um cavalo com uma boa conformação, o eixo do casco deve continuar aos das falanges e mostrar um mesmo ângulo (STASHAK, 1994). Quando estes eixos não seguem uma mesma linha, considera-se que existe um desvio do eixo podofalângico. Este desvio pode ser para frente ou para trás. No primeiro caso o desvio do eixo podofalângico é consequência da altura excessiva dos talões, juntamente com uma muralha curta, enquanto que o desvio do eixo podofalângico para trás observa-se exatamente o contrário: excesso de comprimento da muralha do casco e talões curtos (FACKELMAN, 1991; WRIGHT & DOUGLAS, 1993; BALCH et al., 1993, 1995; MAWDSLEY et al., 1996).

Nos animais que apresentam quartelas muito verticais, a força de concussão sobre a porção distal do dedo, particularmente no osso navicular, será muito intensa, especialmente durante o exercício, o que poderá ocasionar um processo de remodelação do tecido ósseo subcondral. Porém, se a pressão ou forças concussivas forem de baixa intensidade e duração limitada, a porção subcondral e esponjosa do osso navicular se engrossam o suficiente para absorver e diminuir o impacto, redistribuindo desta forma a carga recebida (POOL, 1995). Quando as quartelas são muito inclinadas, pode ocorrer remodelação do osso navicular, pela pressão exercida pelo TFDP (WRIGHT & DOUGLAS, 1993), que segundo Rijkenhuizen et al. (1989b), leva a um distúrbio vascular que irá resultar em mudanças na osteogênese.

Durante o movimento de cavalos com eixo podofalângico desviado para trás, também ocorre uma excessiva pressão do TFDP sobre a extremidade distal da face flexora do osso navicular (WRIGHT & DOUGLAS, 1993). Na opinião de Pool (1995), forças concussivas repetitivas podem ativar processos de remodelação do osso, numa tentativa de adaptar a córtex flexora à estímulos biomecânicos. Segundo Ostblom et al. (1982) a doença do navicular não é causa da primariamente por

isquemia e necrose, sendo realmente uma conseqüência da marcada remodelação ocasionada pela pressão exercida pelo TFDP na porção palmar/plantar do casco.

Durante contato com o solo, a articulação interfalangeana proximal permanece imóvel durante toda fase de apoio, mantendo as falanges proximal e média em linha reta, as quais agem como uma unidade. Portanto, as duas únicas articulações móveis na porção distal do membro durante a fase de apoio são as articulações interfalangeana distal e metacarpofalangeana (WILLIAMS, 2001).

Na hipótese mecânica da patogenia da doença do navicular, acredita-se que a forma de apoio do casco seja um aspecto a se considerar. Um cavalo com uma boa conformação deve tocar o solo inicialmente com os talões, seguidos por todo o casco (PAGE & ANDERSON, 1992; STASHAK, 1994; SOUZA & MIRÓ, 2000), ou com toda a superfície solear (apoio plano) (PAGE & ANDERSON, 1992). O apoio com a pinça do casco, que pode ser observado em animais com a muralha do casco demasiado comprida é considerado como inadequado. Quando o casco apoia inicialmente com os talões ou com toda a superfície solear, a articulação interfalangeana distal gira em sentido horário. Este tipo de movimento faz com que se reduza a tensão no TFDP e, conseqüentemente, no osso sesamóide distal.

Entretanto, quase que simultaneamente, a articulação metacarpofalangeana realiza um giro contrário, ou seja, um movimento anti-horário. Neste caso, ao contrário do que ocorre com o giro da articulação interfalangeana distal, se produz um aumento de tensão no TFDP. Assim, considera-se que a tensão total depositada no tendão do músculo flexor digital profundo durante a fase de apoio seja resultado destes giros nestas articulações. Por outro lado, quando o apoio é realizado inicialmente com a pinça do casco, tanto a articulação metacarpofalangeana quanto a interfalangeana distal realizam movimento anti-horário, conseqüentemente a força depositada no TFDP é bastante intensa. Como resultado ocorre lesão na face articular do osso navicular, pela pressão do mesmo contra a articulação interfalangeana distal (WILLIAMS, 2001).

Estudos mostraram que células obtidas do TFDP de cavalos com a doença do navicular apresentavam alterações resultantes de microtraumas repetidos (WILLIAMS, 2001). Entretanto, dúvidas ainda existem sobre esta teoria, apesar de ser a mais amplamente aceita. Wilson et al. (2001) testaram à teoria biomecânica através de um sistema de placas de força, avaliando durante o trote, a força e a tensão depositada sobre o osso sesamóide distal de animais sadios e com a enfermidade. Os autores concluíram que no início da fase de apoio, tanto a força

como a tensão nos animais enfermos foi de aproximadamente o dobro daquelas observadas em animais saudáveis.

### **2.2.3.3. Enfermidade articular degenerativa**

Segundo Pool et al. (1989) e Turner (1989), a terceira teoria da doença do navicular pode estar relacionada com a enfermidade articular degenerativa da articulação interfalangeana distal, decorrente de excessivas forças de sustentação e compressão contra a borda distal do osso navicular, que irão ocasionar um estresse biomecânico. Quando o estresse excede a fisiologia normal, o processo patológico se instala, resultando no desenvolvimento de osteoartrose que se estende à região subcondral e medular do osso, o que resulta em hipertensão venosa e edema, que irão provocar a dor. Algumas pesquisas têm demonstrado semelhança entre a doença do navicular e exostose interfalângica (ringbone) e osteoartrite das filas distais dos ossos társicos (esparavão ósseo) (POOL et al., 1989).

Na realidade, nenhuma das três teorias conseguem explicar a causa de alguns animais apresentarem alterações histológicas no osso, sem a manifestação clínica da doença, assim como a capacidade que têm alguns de suportarem a concussão e não desenvolverem a doença (TURNER, 1989), talvez exista um “componente hereditário” nesta doença. Com relação a isto, já existem relatos de que o formato do osso navicular pode diferenciar entre os cavalos, o que pode ter origem genética (DIK & VAN DEN BROEK, 1995; RUOHONIEMI et al., 1998; DIK et al., 2001<sup>a</sup>; RIJKENHUIZEN, 2006).

Na opinião de Dik & Van Den Broek (1995) e Rijkenhuizen, (2006) o formato do osso influencia na distribuição e na deflexão das forças depositadas sobre o osso sesamóide distal. Este formato varia consideravelmente entre os cavalos, particularmente a sua borda proximal que pode apresentar distintas formas, entre elas: côncava, ondulada, convexa e reta, porém a última delas é a mais freqüente de todas (DIK & VAN DEN BROEK, 1995; DIK et al., 2001b, RIJKENHUIZEN, 2006). Estes formatos diferentes da borda articular proximal são geneticamente determinados e podem contribuir como fator predisponente para o desenvolvimento da doença do navicular (RUOHONIEMI et al., 1998; DIK et al., 2001<sup>a</sup>; RIJKENHUIZEN, 2006), particularmente o côncavo, que é considerado como inadequado (DIK et al., 2001b). Já a borda distal é convexa e não sofre variações entre os animais (DIK & VAN DEN BROEK, 1995; DIK et al., 2001b). Segundo

Rijkenhuizen, (2006) os fatores genéticos influenciam a susceptibilidade para doenças articulares, principalmente no caso da doença do navicular. Pensando nisso o “stud book” do cavalo de salto alemão estabeleceu um programa para seleção de garanhões, baseando-se no exame radiográfico do tipo de formato do bordo proximal de acordo com a classificação de Dik et al. (1978), conformação do eixo quartela-casco e atividade atlética. Com isso observou-se a redução da incidência de animais com o tipo de formato do osso sesamóide distal considerado ruim de 11% em 1997 para 3% em 2002. Futuramente existe a possibilidade da redução da incidência doença do navicular, controlando ou até prevenindo a enfermidade através da seleção genética (RIJKENHUIZEN, 2006).

#### **2.2.4. Sinais clínicos**

Em geral existe história de claudicação intermitente que se agrava com o trabalho e diminui com o repouso, nos estágios iniciais da doença (TURNER, 1990; LEACH, 1993; STASHAK, 1994; THOMASSIAN, 1997). O repouso pode inclusive levar ao desaparecimento dos sinais clínicos, sugerindo que o animal esteja curado, porém o quadro reaparece tão logo o trabalho intenso seja reiniciado (STASHAK, 1994).

A doença afeta principalmente os membros torácicos, podendo mostrar-se uni ou bilateral (TURNER, 1989; PLEASANT & CRISMAN, 1997, JONES, 2004). Em algumas ocasiões somente se diagnostica a claudicação bilateral após o bloqueio nervoso do membro que mostra o quadro clínico (COLLES, 1982; STASHAK, 1994). Se ambos os membros estiverem doloridos, o cavalo repousa alternadamente um casco após o outro, estendendo cranialmente a extremidade. Outras vezes posiciona o casco bem para frente em semi-flexão, apoiando levemente a pinça do casco no solo (STASHAK, 1994; THOMASSIAN, 1997). Neste último caso, a pinça pode mostra-se excessivamente desgastada (WINTZER, 1990; STASHAK, 1994).

Durante o movimento, o animal tenta apoiar inicialmente com a pinça do casco para evitar a concussão na região dos talões, e pressão na ranilha, o que leva a um encurtamento da fase cranial do passo (COLLES, 1982; MACGREGOR, 1989; TURNER, 1989; MCGUIGAN & WILSON, 2001). SEGUNDO MCGUIGAN & WILSON (2001), esta forma de apoiar é consequência de uma contração do tendão do músculo flexor digital profundo, antes do contato do casco com o solo.

Quando os animais são observados em movimentos circulares pode-se detectar um incremento da claudicação quando o membro afetado é forçado (TURNER, 1989; PLEASANT & CRISMAN, 1997; SCHUMACHER et al., 2000). O exercício praticado em terreno irregular e superfície dura pode aumentar o desconforto e acentuar a claudicação, devido à pressão exercida sobre a ranilha (MACGREGOR, 1986; SCHUMACHER., et al., 2000; WILLIAMS, 2001). Em geral o cavaleiro queixa-se que o animal está relutante ao exercício (TURNER, 1989).

Nos casos demasiadamente crônicos pode ocorrer contração dos bulbos dos talões, associada à atrofia da ranilha e do casco (MACGREGOR, 1986; HICKMAN, 1989; WRIGHT & DOUGLAS, 1993; KNOTTENBELT & PASCOE, 1998). Aderências fibrosas podem ocorrer entre o osso navicular e o TFDP. Neste caso o cavalo torna-se incapaz de modificar sua passada, mesmo após o bloqueio anestésico (STASHAK, 1994).

Ainda durante o exame clínico da porção distal do membro, pode-se constatar que alguns animais apresentam aumento da pulsação da artéria digital palmar, quando os membros torácicos estão afetados (WINTZER, 1990; HERNÁNDEZ & NOVALES, 1999).

## **2.2.5. Diagnóstico**

### **2.2.5.1. Exame clínico**

O diagnóstico da doença do navicular se baseia no quadro clínico, resposta aos bloqueios anestésicos e exames complementares (COLLES, 1982; HICKMAN, 1989; MACGREGOR, 1989; TURNER, 1989; DYSON & KIDD, 1993). Durante o exame clínico é importante observar se a pinça do casco apoia antes dos talões e se a fase cranial do passo encontra-se encurtada (MACGREGOR, 1989; LEACH, 1993; STASHAK, 1994; WEST, 2002).

A utilização de um instrumento denominado de pinça de casco é indispensável na detecção do local da dor, a qual se localiza no terço médio da ranilha, provocando desconforto se a afecção já estiver instalada em grau moderado (STASHAK, 1994; PLEASANT & CRISMAN, 1997; WILLIAMS, 2001). A prova da cunha de Lungwitz ou da rampa de 18° deve ser realizada em animais suspeitos da doença, sendo um método efetivo para estender a articulação interfalangeana distal, aumentar a tensão sobre o TFDP e compressão sobre o osso navicular e sua bursa,

exacerbando a claudicação após dois minutos de extensão forçada (TURNER, 1989; LEACH, 1993; SPEIRS, 1999; WILLIAMS, 2001).

### **2.2.5.2. Bloqueios anestésicos**

A realização de bloqueios anestésicos é fundamental na confirmação de uma suspeita clínica da doença do navicular (TURNER, 1989; SCHUMACHER et al., 2000). Pode-se utilizar bloqueio perineural e/ou intrasínovial/intrarticular. Entretanto, é importante recordar que estas técnicas apresentam limitações que impossibilitam uma adequada resposta, como na presença de aderências entre o osso navicular e o TFDP; ramos acessórios dos nervos digitais e/ou palmar/plantar (STASHAK, 1994; BORGES et al., 1997a; THOMASSIAN, 1997), artrite da articulação interfalangeana distal, além de sensibilidade na sola e falha na técnica anestésica (STASHAK, 1994). O conhecimento anatômico da região é indispensável para o sucesso na realização da técnica.

Borges et al. (1997a), estudando a inervação da porção distal do membro em peças anatômicas, encontraram cinco tipos diferentes de inervação nos membros torácicos de cavalos. O bloqueio perineural utilizado é o do nervo digital palmar/plantar, que é realizado entre a borda palmar/plantar da falange proximal e a borda dorsal do TFDS, cujo objetivo é dessensibilizar o terço palmar/plantar do dígito, incluindo os bulbos dos talões, osso navicular, bursa podotrocLEAR, ranilha e sola (COLBERN, 1984; DYSON, 1984; STASHAK, 1994; MCGUIGAN & WILSON, 2001). Aproximadamente 2ml de anestésico local é administrado tanto na superfície medial como na lateral do dígito (DYSON, 1984; TAYLOR & HILLYER, 1999; SCHUMACHER et al., 2000). Espera-se entre cinco a dez minutos para que o bloqueio faça efeito. Na resposta positiva o cavalo deve demonstrar melhora do quadro clínico (DYSON & KIDD, 1993; TAYLOR & HILLYER, 1999; SCHUMACHER et al., 2000). Os anestésicos mais comumente utilizados são a lidocaína e a mepivacaína a 2% (DYSON, 1997; TAYLOR & HILLYER, 1999; SCHUMACHER et al., 2000).

Um outro bloqueio é o da articulação interfalangeana distal e da bursa podotrocLEAR. A anestesia da articulação é realizada introduzindo-se uma agulha na sua superfície dorsolateral ou dorsomedial, aproximadamente um cm proximal à coroa do casco. A agulha deverá ser introduzida em posição vertical e dirigida distalmente para penetrar na cápsula articular. Um total de 5ml de anestésico deverá

ser administrado (STASHAK, 1994; TAYLOR & HILLYER, 1999). O acesso para anestesia da bursa podotrocLEAR é entre os bulbos dos talões. Um total de 5 ml de anestésico é administrado no interior da bursa (STASHAK, 1994; BORGES, 1996).

Há relatos de comunicação entre a articulação interfalangeana distal e a bursa podotrocLEAR do osso sesamóide distal. Entretanto, Bowker et al. (1995, 1997) não acreditam nesta comunicação. Na opinião dos autores, como o suprimento nervoso da bursa é via ligamentos sesamóides colaterais e sesamóide distal ímpar e, pelo fato destes ligamentos estarem próximos à articulação, ao se realizar um bloqueio articular, a dor com origem na bursa também poderá ser aliviada. Gibson et al. (1990), mencionam que provavelmente não exista comunicação natural entre a bursa e articulação. Esta comunicação, segundo os autores, poderia ser causada de forma iatrogênica. Borges et al. (2001) comprovou através de um estudo morfológico e radiográfico que não existe comunicação entre a bursa podotrocLEAR e a articulação interfalangiana distal.

### **2.2.5.3. Métodos complementares de diagnóstico**

Existem vários métodos de diagnóstico por imagem para avaliar o aparato podotrocLEAR, como: Raio-x, Bursografia, Cintilografia, Tomografia Computadorizada, Ressonância Magnética e recentemente o Ultra-som. Alguns desses métodos apresentam limitações, como custo, risco da técnica, mão de obra especializada, e, além disso, os animais são submetidos à anestesia geral para a realização do procedimento.

#### **2.2.5.3.1. Exame radiográfico**

A radiologia tem evoluído ao longo dos anos como um procedimento de rotina para auxiliar o veterinário no diagnóstico e prognóstico de claudicações. O exame radiográfico serve para confirmar a suspeita clínica, sendo o diagnóstico baseado em alterações ósseas que fornecem dados sobre a extensão e severidade da enfermidade (PARK, 1989). No entanto, esta técnica deve ser realizada após um acurado exame clínico, pois reflete em frações de segundo o que ocorreu durante toda a vida do animal (BUTLER et al., 1993), podendo o achado radiográfico não ter relação com o quadro clínico atual.

Para a interpretação dos achados radiográficos é fundamental o conhecimento anatômico da região a ser avaliada. Também é importante estar familiarizado com o funcionamento do equipamento e a forma de obtenção de imagens de raio x.

Um total de três projeções podem ser utilizadas para avaliar o osso sesamóide distal. Estas projeções são a lateromedial (LM); dorsoproximal-palmaro/plantarodistal oblíqua (D30Pr-PaDiO); dorsoproximal-palmaro/plantarodistal oblíqua (D60Pr-PaDiO) e a palmaro/plantaroproximal-palmaro/plantarodistal oblíqua (PaPr-PaDiO) (DYSON, 1988; PARK, 1989; KASER-HOTZ & UELTSCHI, 1992; DYSON & KIDD, 1993; WRIGHT, 1993b; RUOHONIEMI et al., 1998; CLERCQ et al., 2000; TOAL, 2002; FARROW, 2006).

#### **2.2.5.3.2. Alterações radiográficas encontradas no osso sesamóide distal**

A presença das invaginações sinoviais (forames nutritícios) nos eqüinos acometidos pela doença do navicular podem apresentar modificações no seu número e forma presentes no bordo distal do osso sesamóide distal (COLLES, 1982; MACGREGOR, 1986; POOL, 1995; RUOHONIEMI et al., 1998; HÉRNANDEZ & NOVALES, 1999). Segundo Kaser-Hotz & Ueltschi (1992) estas invaginações sinoviais podem não ser conclusivas para o diagnóstico da doença do navicular.

Segundo Colles (1979) e Rijkenhuizen, et al. (1989b), a presença de canais radioluscentes com o formato de “pirulito” ou “garrafa invertida”, assim como com formato cônico e ampliado, está relacionada com o suprimento sangüíneo reduzido, levando a degeneração do osso. Ocasionalmente pode-se encontrar lesões císticas no interior do osso (PARK, 1989, BUTLER et al., 1993; CLERCQ et al., 2000)

A associação entre as características radiográficas e clínicas desta enfermidade é polêmica. Alguns autores sugeriram a utilização de um sistema padronizado de classificação dos achados radiográficos, que facilitaria o diagnóstico clínico (DIK, 1992; DIK & VAN DEN BROEK, 1995). Entretanto, existem opiniões diferentes com relação a estas classificações padronizadas. Um estudo realizado por Macgregor (1984), em cavalos sadios e com evidência clínica da doença, demonstrou que as invaginações sinoviais na borda distal do osso estavam presentes em ambos os grupos. Por outro lado, também foi constatado que no caso dos animais acometidos com a doença do navicular havia um aumento significativo no número e formato destas invaginações.

Com a finalidade de estabelecer um método mais objetivo para avaliar a presença de invaginações sinoviais no osso sesamóide distal, Colles (1982) e Macgregor (1986) classificaram estes achados de acordo com a forma, número e posição anatômica. O critério utilizado pelos autores foi um sistema de “score” com letras e números, que identifica e pontua a presença da lesão na borda distal, proximal e nas extremidades do osso. Colles (1982) utilizou as letras “a, b e c” para identificar a posição anatômica das invaginações. Para identificar o bordo distal do osso, o autor utilizou a letra a e os números de 1 a 8, enquanto o bordo proximal foi identificada pela letra c. A letra b foi utilizada quando as invaginações estavam presentes nas extremidades do osso.

As invaginações do tipo 8 a, 4 a, 3 a e 6a são classificadas como sugestivas da doença do navicular, assim como a presença de entesiófitos na posição b e aumento do número, alteração na forma das invaginações encontradas na posição c. Somente o forame nutrício do tipo 1a é considerado normal, pois está presente em todos os cavalos (COLLES, 1982). É importante destacar que estes achados radiográficos podem ser encontrados tanto em cavalos acometidos pela doença como em animais sadios. Assim, a presença destas alterações radiográficas não necessariamente significa que o animal irá desenvolver a doença. No entanto, a existência destas indica um fator predisponente (COLLES, 1982).

Os entesiófitos são proliferações ósseas observadas na zona de inserção de uma estrutura mole (DENOIX et al., 1991; NOVALES et al., 1992; PARK et al., 1996; PREIDLER et al., 1996). As entesiopatias podem resultar do excesso de tensão (McILWRAITH, 1982; DENOIX et al., 1991; ROSS & MARTIN, 1992), instabilidade articular (SMITH & WEBBON, 1994; POOL, 1996) ou traumatismos diretamente na zona de inserção (WIDMER & BLEVINS, 1994). No osso sesamóide distal podem ser observados na região palmaro/plantarproximal, os quais são indicativos de tensão anormal no aparato suspensório do osso navicular (ligamentos colaterais medial e/ou lateral) (TURNER, 1989; BUTLER et al., 1993; HÉRNANDEZ & NOVALES, 1999). Entretanto, este achado isolado não serve de diagnóstico da doença, pois pode ser encontrado inclusive em animais clinicamente sadios (KASER-HOTZ & UELTSCHI, 1992). Na opinião de Dyson (1988), com exceção daqueles casos acompanhados de calcificação do tecido mole, este é um achado radiográfico de duvidoso significado clínico. Os entesiófitos também podem aparecer na borda distal do osso sesamóide distal, na origem do ligamento ímpar, sendo

neste caso considerado um achado de grande importância clínica (PARK, 1989; BUTLER et al., 1993; RUOHONIEMI et al., 1998).

Os osteófitos são proliferações ósseas que se localizam na superfície de uma união sinovial, pericôndrio ou perióstio (MOSKOWITZ & GOLDBERG, 1987; BUTLER et al., 1993; McILWRAITH, 1996). Também podem se desenvolver no centro de uma articulação (RESNICK & NIWAYAMA, 1983). Podem ser uma conseqüência da perda de estabilidade articular (MARSHALL, 1969; POOL, 1996), idade avançada (DYSON, 1988), assim como presença de defeitos de conformação (POTTENGER & PHILLIPS, 1990; STASHAK, 1994). Está entre os achados encontrados na borda dorsoproximal e face articular, podendo estar associado à enfermidade articular degenerativa da articulação interfalangeana distal (PARK 1989; KASER-HOTZ & UELTSCHI, 1992; DYSON & KIDD, 1993; TURNER & ANDERSON, 1993). Radiograficamente, os osteófitos podem ser detectados quando em fase ativa (aguda), aparecendo com menor opacidade que as estruturas ósseas adjacentes. Na fase inativa (crônica), mostram a mesma opacidade que o osso (BUTLER et al., 1993; WIDMER & BLEVINS, 1994).

A esclerose é um aumento localizado de massa óssea no interior do osso. Caracteriza-se por maior opacidade na região trabecular, sendo uma resposta a um marcado estímulo por estresse; como uma tentativa para delimitar uma infecção, assim como para proteger uma região que encontra-se mais fragilizada (BUTLER et al., 1993). Segundo Pool (1989) a esclerose medular está associada ao aumento das forças exercidas pelo TFDP na face flexora do osso navicular.

No interior do osso sesamóide distal pode-se observar zonas de esclerose óssea, com desorganização da trabécula e perda da zona de transição córtico-medular (BUTLER et al., 1993; HÉRNANDEZ & NOVALES, 1999; CLERQ et al., 2000). Estas alterações ósseas estão relacionadas com processo de remodelação e reabsorção óssea. Este é um achado indicativo de lesão crônica do osso navicular (POOL, 1995).

Outras vezes são observadas zonas radiolúcidas mais ou menos extensas na face flexora, que podem se transformar em um cisto ósseo (HÉRNANDEZ & NOVALES, 1999; CLERCQ et al., 2000). Estas radiolucências císticas representam anormalidades, possivelmente resultante da compressão causada pela bursa podotrocLEAR ou TFDP (POULOS, 1993). Segundo Colles (1979), a presença de lesões císticas no limite entre a porção medular e esponjosa pode ser resultado de necrose isquêmica. Os defeitos da face flexora são comuns em cavalos com a

doença do navicular, em geral são acompanhados por outros sinais, como desorganização da trabécula óssea, esclerose da cavidade medular, engrossamento da córtex flexor e inadequada transição córtico-medular (PARK, 1989; BUTLER et al., 1993; CLERCQ et al., 2000).

Na fase crônica da enfermidade pode-se detectar intensa área de esclerose óssea, assim como entesiófitos e mineralização distrófica dos ligamentos colaterais medial e/ou lateral (BUTLER et al., 1993; HÉRNANDEZ & NOVALES, 1999). A mineralização distrófica ou calcificação do ligamento é decorrente das constantes tensões que sofre os ligamentos sesamóides colaterais medial e lateral na doença do navicular (BUTLER et al., 1993).

Vários autores suspeitam que a doença do navicular inicia-se com alterações nos tecidos moles, principalmente nos casos em que os animais apresentam os sinais da doença sem alterações radiográficas compatíveis com enfermidade. Essas suspeitas justificariam a utilização do exame ultra-sonográfico no casco como um diagnóstico complementar ao raio-x, mesmo sendo considerada de difícil avaliação, devido à presença do estojo córneo (BUSONI et al., 2002; GREWAL et al., 2004).

#### **2.2.5.3.3. Exame ultra-sonográfico**

É a técnica mais utilizada para o diagnóstico e avaliação das lesões tendíneas do membro torácico e pélvico dos cavalos. Esta técnica nos permite observar a natureza dos processos patológicos, as modificações arquitetônicas produzidas nas tramas fibrosas e quantificar a sua extensão (REEF, 1999; ROBLES, 2000).

Atualmente numerosos trabalhos têm demonstrado a eficácia da sua utilização em diferentes regiões, como articulares e periarticulares dos membros locomotores dos cavalos, na qual identificam-se a existência ou não dos processos patológicos nas estruturas adjacentes e nas articulações, que passam por despercebidas durante o estudo radiográfico (ROBLES, 2000). É considerada como uma técnica atraumática e não invasiva que permite o exame dos tendões e locais de inserção de ligamentos e também das superfícies articulares (GENOVESE et al., 1986; DENOIX, 1996; ROBLES, 2000; BUSONI & DENOIX, 2001), oferecendo resultados quase que imediatos, além de ser um complemento indispensável para o

exame radiográfico do diagnóstico das desordens locomotoras (ROBLES, 2000; BUSONI et al., 2002).

Esta técnica requer um amplo aprendizado do operador e conhecimento das estruturas anatômicas e suas variações individuais, principalmente os achados ultrasonográficos com significado clínico (DENOIX, 1996; ROBLES, 2000; REDDING, 2001). Além disso, a ultra-sonografia está amplamente disponível, sendo de baixo custo em relação aos outros procedimentos (DENOIX, 1996).

O maior benefício que a ultra-sonografia oferece em relação ao raio-x é que detectar as anormalidades dos tecidos moles e as desordens sinoviais que não são detectados no plano radiográfico (DENOIX, 1996). Comparando com a radiografia, a ultra-sonografia é um procedimento muito eficaz, principalmente nos casos de distensão dos fluidos sinoviais, dando informação precisa sobre as mudanças patológicas na membrana sinovial, assim como na cápsula articular e tecidos periarticulares (DENOIX, 1996, REDDING, 2001). Além disso, o exame ultrasonográfico apresenta-se mais sensível às alterações do que o exame radiográfico, pois identifica-se de forma precoce a remodelação periarticular e a formação de osteófitos (DENOIX, 1996; REDDING, 2001).

Na literatura existem dois tipos de acessos ultra-sonográficos utilizados para avaliar o aparato podotrocLEAR, são eles: acesso palmar distal da quartela e o transcuneal (HAUSER et al., 1982; BUSONI & DENOIX, 2001; GREWAL et al., 2004). O acesso palmar distal da quartela descrito por HAUSER et al. (1982), o transdutor é posicionado na região acima dos bulbos dos talões. Essa técnica é considerada limitada, pois apenas a porção proximal da face palmar do casco pode ser avaliada (BUSONI & DENOIX, 2001).

Recentemente, o acesso transcuneal tem sido indicado para avaliação do aparato podotrocLEAR devido a melhor visualização das estruturas presentes no interior do casco (SPRIET et al., 2005). Segundo Kristoffersen & Thoenner (2003) esse acesso apresenta uma visibilidade com qualidade de 70%. Esta técnica é considerada a única que permite a avaliação da superfície flexora do osso sesamóide distal, a porção distal do TFDP, ligamento sesamóide distal ímpar e as enteses da falange distal (BUSONI & DENOIX, 2001).

No acesso transcuneal, a imagem ultra-sonográfica é obtida utilizando a ranilha como janela acústica (BUSONI & DENOIX, 2001, BUSONI et al., 2002; SAGE & TURNER, 2002; KRISTOFFERSEN & THOEFNER, 2003; ROSSIGNOL & PERRIN, 2003; GREWAL et al., 2004).

A descrição da anatomia ultra-sonográfica do aparato podotrocLEAR normal nos cavalos no corte longitudinal apresenta as seguintes características: o coxim digital é considerado como homogêneo e hipoecóico. A aparência da margem palmar TFDP é hiperecóica devido à presença de grande quantidade de fibrocartilagem, mas a margem dorsal próxima a superfície flexora do osso navicular é hipoecóica. Já a bursa podotrocLEAR apresenta-se em toda sua extensão como uma fina linha anecóica. A superfície flexora apresenta – se com uma margem regular e hiperecóica bem demarcada formando um semi-círculo. O ligamento sesamóide distal ímpar é anecóico em animais normais (BUSONI & DENOIX, 2001; BUSONI et al., 2002; SAGE & TURNER, 2002; KRISTOFFERSEN & THOEFNER, 2003; GREWAL et al., 2004). Segundo Kristorffersen & Thoenfer (2003), as imagens ultra-sonográficas obtidas nem sempre são satisfatórias, pois a angulação e o contato do transdutor na rasilha são de grande importância na formação das imagens.

Busoni & Denoix (2001) fizeram um estudo detalhado da anatomia ultra-sonográfica do aparato podotrocLEAR dos eqüinos utilizando o acesso transcuneal. A proposta desse estudo foi somente descrever a anatomia ultra-sonográfica normal dessa região. Foram utilizados 3 membros de 5 cavalos normais que foram submetidos à eutanásia, sem histórico de claudicação.

Objetivando estabelecer um padrão de mensuração e ecogenicidade das estruturas normais do aparato podotrocLEAR, Sage & Turner (2002) utilizaram 5 membros de cadáveres de eqüinos das raças Quarto de Milha, Paint e Árabe sem histórico de claudicação, também utilizando o acesso transcuneal já descrito.

Em contrapartida, um estudo ultra-sonográfico realizado por Grewal et al. (2004), utilizando também o acesso transcuneal, porém em animais com a doença do navicular, conseguiram identificar as alterações presentes nas estruturas do aparato podotrocLEAR compatíveis com as lesões evidenciadas na doença do navicular, são elas: bursite, mineralização distrófica do Tendão flexor digital profundo, desmíte do ligamento sesamóide distal ímpar, tendinite e tendopatia na inserção do Tendão flexor digital profundo, além de alterações na silhueta da superfície flexora do osso sesamóide distal. Para esse estudo foram utilizados 28 cavalos das raças Quarto de Milha, Puro Sangue Inglês, Árabe, Paint e Hanoveriano com a doença do navicular e 7 animais considerados clinicamente normais dessas mesmas raças, sendo 11 fêmeas e 17 machos com aproximadamente 10 anos de idade no grupo dos animais doentes.

No grupo dos animais clinicamente normais foram 4 fêmeas e 3 machos com idade até 9 anos. Baseado neste estudo, Grewal et al. (2004) desenvolveram um padrão de mensuração das estruturas do aparato podotroclear dos animais normais de diferentes raças e com a doença do navicular. Os animais clinicamente normais apresentavam 3.09 mm de extensão da Bursa podotroclear, 2.03 mm de espessura da Bursa podotroclear, 3.19 mm de espessura do Ligamento sesamóide distal ímpar, 4.46 mm de espessura do Tendão flexor digital profundo e ligamento anular e 12.64 mm de Coxim digital. Grewal et al. (2004) afirmam que o acesso transcuneal para avaliação do aparato podotroclear foi de grande utilidade para o diagnóstico da doença do navicular.

### 3. MATERIAIS E MÉTODO

#### 3.1. Animais

No presente estudo foram utilizados 22 animais da espécie eqüina (*Equus caballus*) da raça Quarto de Milha provenientes das cidades de Botucatu e Bauru - SP, sendo 8 fêmeas e 14 machos entre 3 a 20 anos de idade, submetidos as modalidades esportivas: laço, Tambor e corrida. Todos os animais do experimento já apresentavam o diagnóstico clínico definido da doença do navicular feito pelos seus respectivos médicos veterinários. Esses animais foram encaminhados para avaliação radiográfica e ultra-sonográfica com acesso transcuneal.

#### 3.2. Exame radiográfico

Para a avaliação das alterações do osso sesamóide distal foram realizadas três projeções radiográficas em ambos os membros torácicos (direito e esquerdo) são elas: Lateromedial, Dorsoproximal-palmarodistal oblíqua de 60° e Palmaroproximal-palmarodistal oblíqua. Para o procedimento foram utilizados chassis 18cm x 24cm, Filme de raio x – verde 18cm x 24 cm da marca KODAK\* e um aparelho de raio-x portátil com 100 mAs de potência, marca FNX-modelo jockey†. A kilovoltagem (kVp) foi padronizada para 75 kVp, 7mAs e a distância foco-filme de 60 cm. Antes do procedimento radiográfico, as ferraduras dos membros torácicos (direito e esquerdo) foram removidas, e os cascos foram lavados.

**O critério de avaliação das alterações radiográficas seguiu o padrão estabelecido nas seguintes projeções:**

Projeção Lateromedial	Dorsoproximal-palmarodistal oblíqua	Projeção Palmaroproximal-Palmarodistal oblíqua
Presença de osteófito	<b>Presença Discreta (+)</b> invaginações sinoviais do tipo <b>1a</b> e <b>2a</b> padrão estabelecido por Colles (1982)	Desorganização da trabécula óssea
Presença entesiófito		Esclerose da cavidade medular
Presença radiolucência na superfície flexora	<b>Presença Moderada (++)</b> invaginações sinoviais do tipo <b>3a</b> e <b>6a</b> padrão estabelecido por Colles (1982).	Espessamento da córtex -flexor
	<b>Grave (+++)</b> para as lesões císticas	Zonas radiolúcidas

\* Kodak – Medical X – ray Film General Purpose Green - MXG

† FNX-Modelo Jockey®

### 3.3. Exame ultra-sonográfico

Os animais foram submetidos ao exame ultra-sonográfico utilizando o aparelho Honda HS-2000<sup>‡</sup>, em ambos os membros torácicos para avaliação da bursa podotrocLEAR, TFDP, Ligamento distal ímpar, face flexora do osso sesamóide distal e coxim digital. Antes de iniciar o procedimento a rasilha foi aparada e lavada com água e sabão. Após a limpeza do casco, este foi colocado dentro de uma bota de borracha contendo água no seu interior, por um período de 60 minutos. O exame foi feito com dígito em semi-flexão (**FIGURA 1**), com o transdutor linear Honda<sup>3</sup>, de 7,5 MHz posicionado na região central da rasilha, juntamente com o gel<sup>§</sup> de transmissão. As imagens foram obtidas no plano sagital e armazenadas. Todos os exames foram feitos com animais em estação e sem sedação.



**FIGURA 1:** Exame ultra-sonográfico utilizando o acesso transcuneal.

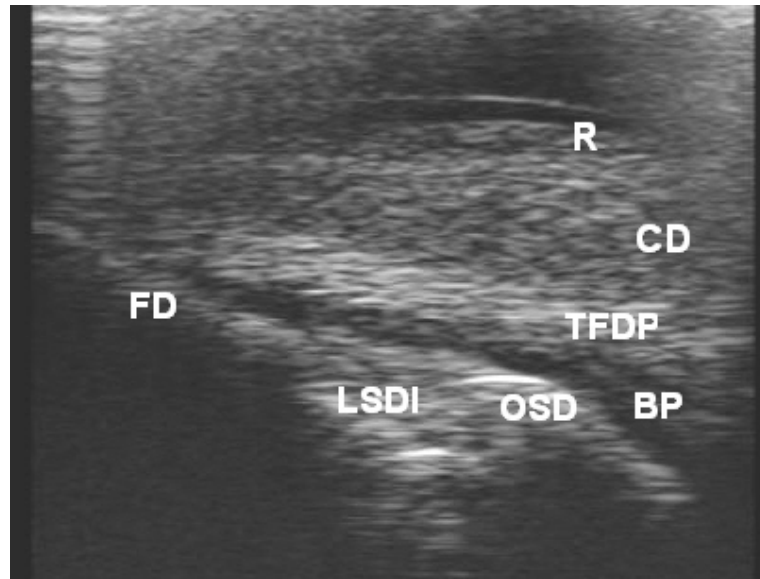
**O critério para avaliação das imagens ultra-sonográficas seguiu o padrão estabelecido abaixo:**

- Avaliação da bursa podotrocLEAR (espessura e ecogenicidade);
- Avaliação TFDP (espessura, ecogenicidade, integridade das margens dorsal e palmar e ecotextura);
- Avaliação do comprimento (palmaro-dorsal) do coxim digital;
- Avaliação da superfície flexora do osso sesamóide distal;
- Avaliação do ligamento sesamóide distal ímpar (ecogenicidade)

<sup>‡</sup> Aparelho de Ultra-som portátil, marca Honda, modelo HS-2000®

<sup>§</sup> Ultra-gel, Ind. E Comércio de Produtos Gelatinosos Ltda. – São Paulo

As imagens ultra-sonográficas das estruturas do aparato podotroclear dos animais avaliados foram comparadas com as imagens do estudo anatômico ultra-sonográfico realizado por Sage & Turner (2002).



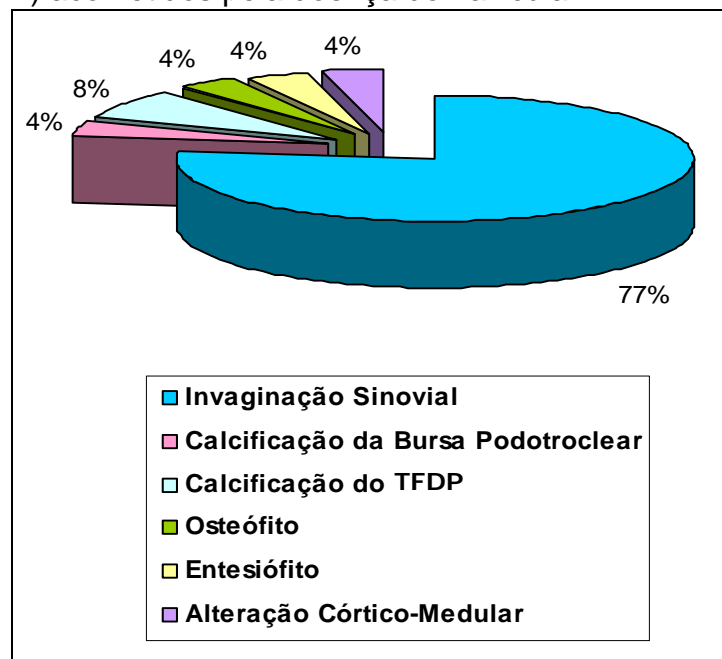
**FIGURA 2:** Imagem da anatomia ultra-sonográfica do aparato podotroclear de cavalos normais, corte sagital. Tendão Flexor Digital Profundo (TFDP); Falange Distal (FD); Ligamento sesamóide Distal Impar (LSDI); Bursa Podotroclear (BP); Coxim Digital (CD) e Ranilha.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Exame radiográfico

Os resultados obtidos na avaliação radiográfica dos 22 animais selecionados para o estudo com a doença do navicular estão apresentados no **GRAFICO 1 e TABELA 1**. Todos os animais avaliados apresentavam sinais clínicos e alterações radiográficas compatíveis com a doença do navicular.

**GRAFICO 1:** Alterações do aparato podotroclear visibilizadas no exame radiográfico dos animais (n=22) acometidos pela doença do navicular.



Observou-se no estudo que 20 (77%) dos animais avaliados apresentaram uma alta incidência das invaginações sinoviais no bordo distal, sendo de diferentes tamanhos, formas e quantidades como destaca a **TABELA 1**. Já o **GRÁFICO 2** demonstrou que as invaginações sinoviais apareceram com maior frequência em ambos os membros (65%), e quando encontradas em um único membro, observamos que o MAE (20%) foi o mais acometido em relação ao MAD (15%).

**TABELA 1:** Alterações visibilizadas ao exame radiográfico do aparato podotroclear dos membros (MAD/MAE) dos (n=22) animais acometidos pela doença do navicular.

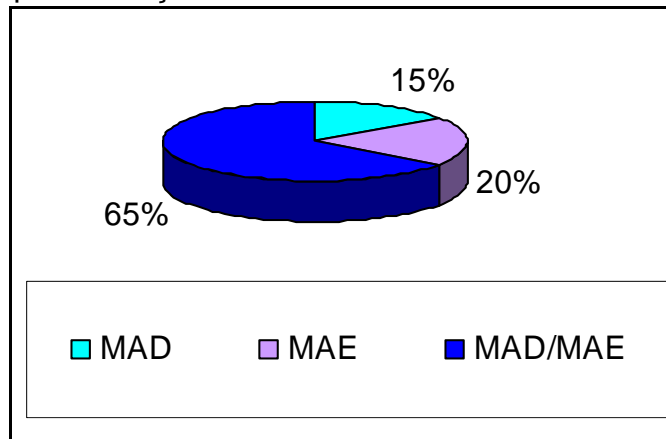
ANIMAIS	IS		CBP	CTDFP	OP	E	ALCM
	MAD	MAE					
1	(+)	—	—	—	—	—	—
2	—	—	MAE	MAE	—	—	—
3	(+++)	(++)	—	—	—	—	—
4	(+++)	(+++)	—	—	—	MAE	—
5	(+++)	(+++)	—	—	MAD	—	—
6	(+++)	(+++)	—	—	—	—	—
7	(+)	—	—	—	—	—	MAD
8	(+)	—	—	—	—	—	—
9	(+)	(++)	—	—	—	—	—
10	(++)	(+++)	—	—	—	—	—
11	(+++)	(++)	—	—	—	—	—
12	(++)	(+)	—	—	—	—	—
13	(+)	(+)	—	—	—	—	—
14	(++)	(+++)	—	—	—	—	—
15	—	(++)	—	—	—	—	—
16	(+)	(+++)	—	—	—	—	—
17	(+++)	(+++)	—	—	—	—	—
18	(+)	(+)	—	—	—	—	—
19	—	(+)	—	—	—	—	—
20	—	(++)	—	—	—	—	—
21	—	(+)	—	—	—	—	—
22	—	—	—	MAE	—	—	—

As invaginações sinoviais foram classificadas de acordo com classificação Colles (1982) em: Discreta (+), Moderada (++) e Grave (+++).

(IS) Invaginação Sinovial; (CBP) Calcificação da Bursa Podotroclear; (CTDFP) Calcificação do TFDP, (OP) Osteófito, (E) Entesiófito, (ALCM) Alteração do Limite Córdico-Medular.

A avaliação da porcentagem das invaginações sinoviais presentes no bordo distal do osso sesamóide distal visibilizadas no exame radiográfico com relação ao MAE, MAD ou ambos os membros estão demonstrados no **GRÁFICO 2**. Já os tipos de invaginações sinoviais encontradas caracterizadas como discreta moderada e grave estão apresentadas na **TABELA 2**.

**GRÁFICO 2:** Porcentagem da presença das invaginações sinoviais no bordo distal nos membros anteriores direito (MAD), membro anterior esquerdo (MAE) ou em ambos os membros (MAD/MAE) visibilizado no exame radiográfico dos animais (n=22) acometidos pela doença do navicular.



**TABELA 2:** Tipos de invaginações sinoviais classificadas como Discreta (+), Moderada (++) e Grave (+++) e a porcentagem de acometimento dos MAD, MAE ou MAD/MAE.

	TIPOS DE INVAGINAÇÕES SINOVIAIS					
	MAD	%	MAE	%	MAD/MAE	%
<b>Discreta (+)</b>	7	32%	3	14%	2	9%
<b>Moderada (++)</b>	3	14%	5	23%	—	0%
<b>Grave (+++)</b>	6	27%	7	32%	4	18%

#### 4.2. Exame ultra-sonográfico

As principais lesões encontradas no exame ultra-sonográfico dos animais estudados acometidos pela doença do navicular foram: bursite, alterações tendíneas (presença de infiltrados inflamatórios, aderências, perda de paralelismo das fibras e irregularidades das margens dorsal e palmar), calcificação do ligamento sesamóide distal ímpar, irregularidade da superfície flexora e alteração da espessura do coxim digital.

## BURSA PODOTROCLEAR

A avaliação ultra-sonográfica da bursa podotrocLEAR com relação a sua ecogenicidade, espessura e presença de celularidades estão demonstradas na **TABELA 3, 4 e 5** respectivamente. Já as características da bursite aguda ou crônica estão demonstradas nas **FIGURAS 3, 4 e 6**.

**TABELA 3:** Alterações da ecogenicidade da bursa podotrocLEAR dos animais (n=22) acometidos pela doença do navicular.

ALTERAÇÕES DA ECOGENICIDADE	Nº de membros afetados		
	MAD	MAE	MAD/MAE
Hipoecóico	12	15	8
Anecóico	7	15	3
Não foi possível visualizar	3	—	—

As avaliações ultra-sonográficas em relação a mensuração da bursa podotrocLEAR dos animais (n=22), estão apresentados na **TABELA 4**. Quanto a determinação das alterações: presença de celularidades, pontilhados hiperecócicos, áreas sem alteração e não foi possível visualizar estão demonstrados na **TABELA 5**.

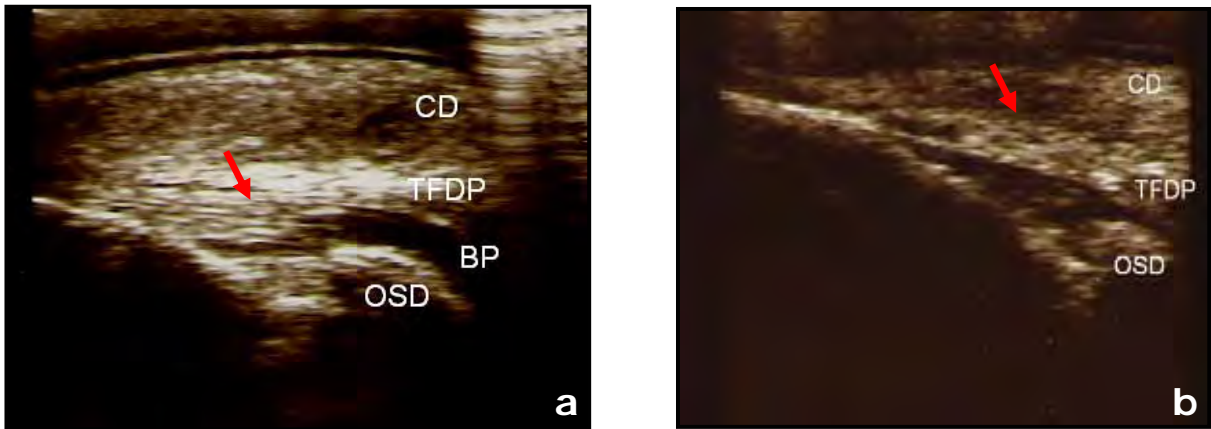
**TABELA 4:** Mensuração da bursa podotrocLEAR dos animais (n=22) acometidos pela doença do navicular.

ANIMAIS	MENSURAÇÃO DA BP	
	MAD	MAE
1	4,2 mm	3,2 mm
2	2,8 mm	2,5 mm
3	2,2 mm	2,4 mm
4	2,3 mm	3,0 mm
5	3,3 mm	3,5 mm
6	3,3 mm	3,1 mm
7	4,7 mm	3,1 mm
8	3,6 mm	3,2 mm
9	—	4,2 mm
10	3,2 mm	3,5 mm
11	6,0 mm	4,3 mm
12	6,1 mm	4,1 mm
13	4,8 mm	4,2 mm
14	3,1 mm	4,0 mm
15	4,7 mm	5,0 mm
16	3,8 mm	3,3 mm
17	3,8 mm	4,2 mm
18	4,1 mm	3,9 mm
19	3,3 mm	3,8 mm
20	—	5,9 mm
21	—	5,3 mm
22	2,5 mm	4,7 mm
<b>Média</b>	<b>3,26 mm</b>	<b>3,84 mm</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>1,68 mm</b>	<b>0,88 mm</b>

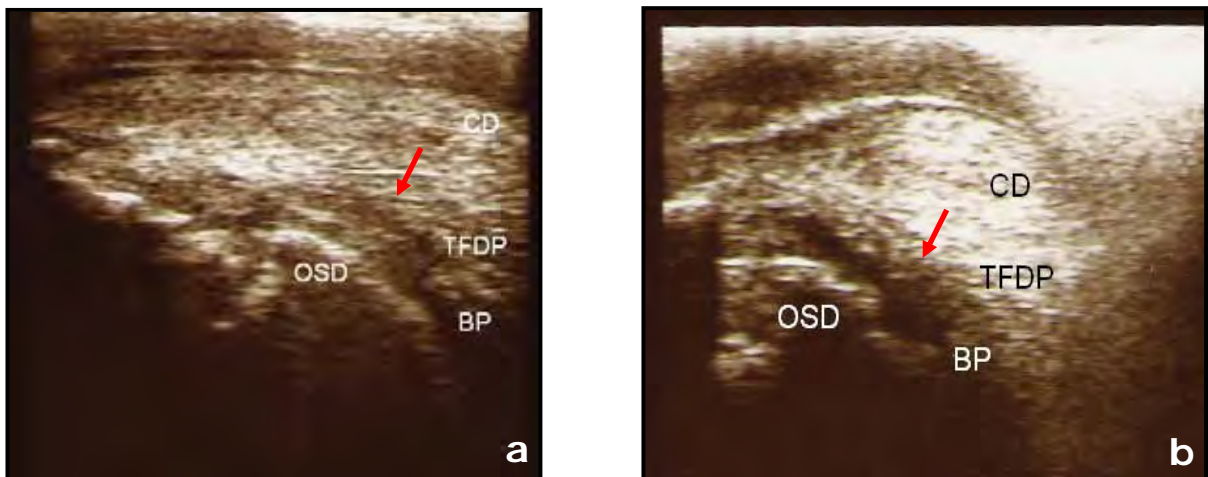
**TABELA 5:** Alterações da bursa podotrocLEAR dos animais (n=22) acometidos pela doença do navicular visibilizadas ao exame ultra-sonográfico.

ALTERAÇÕES NA BP	Nº de membros afetados		
	MAD	MAE	MAD/MAE
Presença de celularidades	8	9	3
Pontilhado hipercóico	3	6	2
Área sem alteração	7	6	3
Não foi possível visualizar	3	—	—

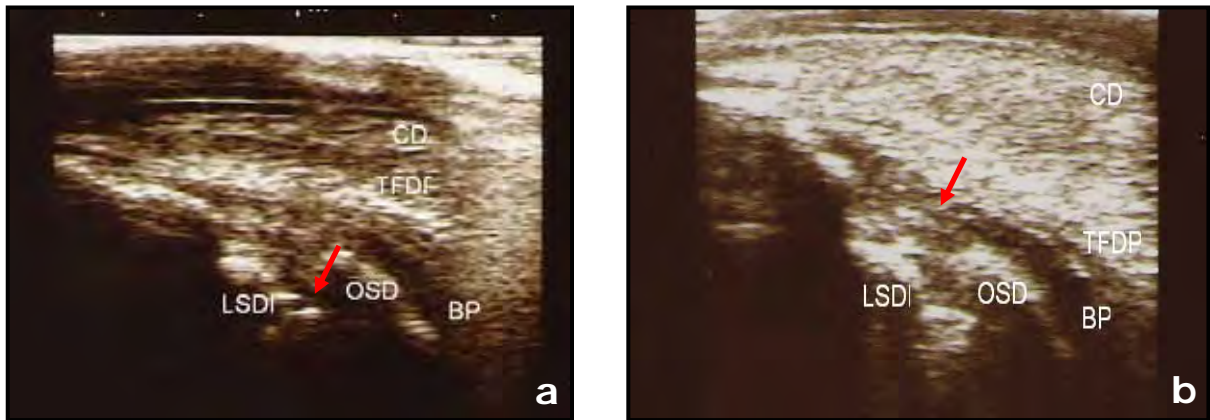
As imagens ultra-sonográficas mostrando as alterações encontradas no aparato podotrocLEAR dos animais (n=22) com a doença do navicular estão apresentadas nas **FIGURAS 3, 4, 5 e 6**.



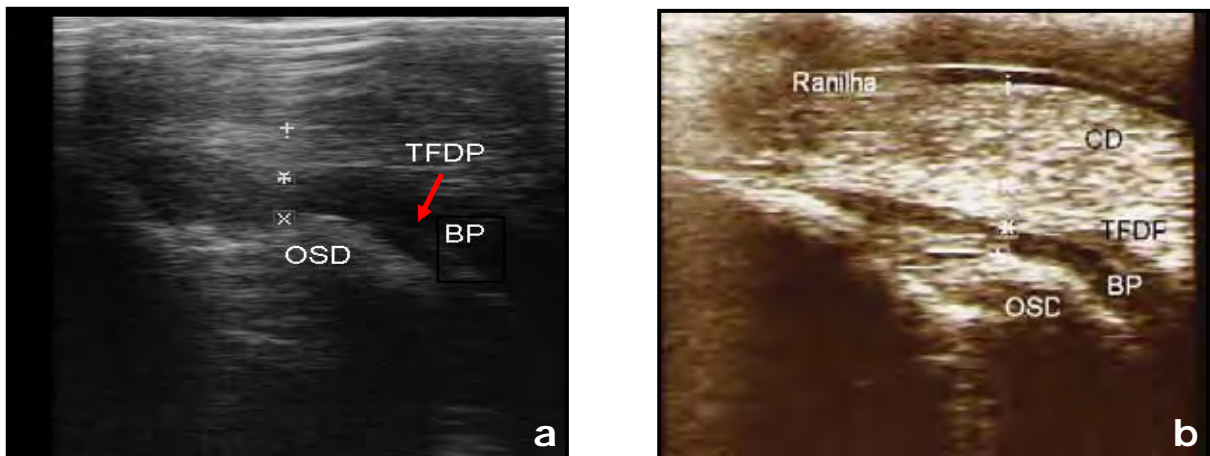
**FIGURA 3:** Imagens ultra-sonográficas do aparato podotrocLEAR dos animais (n=22) com a doença do navicular. Área de aderência no TFDP e grande quantidade de fibrina na bursa podotrocLEAR (seta) (3a); Infiltrado inflamatório na margem palmar do TFDP (seta) (3b).



**FIGURA 4:** Imagens ultra-sonográficas do aparato podotrocLEAR dos animais (n=22) com a doença do navicular. Irregularidade da margem dorsal do TFDP com perda do paralelismo das fibras (seta) (4a), Bursa PodotrocLEAR hipoecóica com celularidades (4a). Perda do paralelismo das fibras do TFDP e perda do limite das margens dorsal e palmar, irregularidade da superfície flexora do osso sesamóide distal (OSD) (4b).



**FIGURA 5:** Imagens ultra-sonográficas do Infiltrado inflamatório na margem dorsal do TFDP e calcificação do ligamento sesamóide distal ímpar (seta) (5a). Pontilhado hiperecótico dentro da bursa podotroclear (seta) (5b).



**FIGURA 6:** Imagens ultra-sonográficas do aumento da Bursa Podotroclear (BP) (seta) indicativo de bursite (6a). Imagem da diminuição da espessura do Coxim Digital (CD) (6b).

## TFDP/ LIGAMENTO ANULAR

A mensuração e as alterações encontradas no TFDP/Ligamento anular dos animais avaliados (n=22) com doença do navicular estão apresentadas nas **TABELAS 6 e 7.**

**TABELA 6:** Mensuração ultra-sonográfica do TFDP/Ligamento anular dos animais (n=22) acometidos pela doença do navicular.

ANIMAIS	MENSURAÇÃO DO TFDP/LIGAMENTO ANULAR	
	MAD	MAE
1	4,2 mm	—
2	3,9 mm	3,7 mm
3	4,5 mm	—
4	4,7 mm	4,5 mm
5	3,4 mm	3,2 mm
6	4,3 mm	4,7 mm
7	4,6 mm	4,3 mm
8	2,3 mm	2,9 mm
9	4,2 mm	4,4 mm
10	2,3 mm	3,7 mm
11	2,9 mm	4,3 mm
12	4,5 mm	4,3 mm
13	4,8 mm	4,2 mm
14	4,2 mm	4,1 mm
15	5,0 mm	4,7 mm
16	5,2 mm	4,8 mm
17	4,1 mm	4,2 mm
18	4,4 mm	3,9 mm
19	3,4 mm	2,1 mm
20	—	5,0 mm
21	4,5 mm	4,2 mm
22	5,0 mm	4,7 mm
<b>Média</b>	<b>3,93 mm</b>	<b>3,72 mm</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>1,19 mm</b>	<b>1,38 mm</b>

**TABELA 7:** Alterações encontradas no TFDP dos animais (n=22) avaliados com a doença do navicular.

ANIMAIS	MEMBROS AFETADOS	ALTERAÇÕES ENCONTRADAS NO TFDP/LIGAMENTO ANULAR
1	MAD	Margem dorsal e palmar irregular. Com perda parcial do paralelismo das fibras. Textura heterogênea.
	MAE	Sem alteração.
2	MAD	Margem dorsal e palmar irregular. Com perda de paralelismo parcial das fibras. Textura heterogênea.
	MAE	Margem dorsal e palmar regular. Com paralelismo total. Textura heterogênea.
3	MAD	Margem dorsal irregular. Com perda parcial do paralelismo das fibras. Textura homogênea.
	MAE	Margem dorsal e palmar totalmente irregular. Com ausência do paralelismo das fibras. Textura heterogênea.
4	MAD	Margem dorsal irregular e Presença de infiltrado. Com perda de paralelismo das fibras. Textura heterogênea.
	MAE	Margem palmar e dorsal irregular. Paralelismo parcial. Textura heterogênea.
5	MAD	Margem dorsal e palmar regular. Paralelismo total das fibras. Textura homogênea.
	MAE	Margem dorsal e palmar regular. Paralelismo total. Textura homogênea.
6	MAD	Margem palmar e dorsal regular. Paralelismo total. Textura homogênea.
	MAE	Margem palmar irregular. Presença de infiltrado inflamatório. Paralelismo parcial das fibras. Textura heterogênea.
7	MAD	Margem dorsal e palmar regular. Paralelismo total. Textura homogênea.
	MAE	Margem dorsal e palmar regular. Paralelismo total. Textura homogênea.
8	MAD	Margem dorsal irregular. Paralelismo parcial. Textura heterogênea.
	MAE	Margem dorsal com infiltrados. Paralelismo discreto. Textura heterogênea.
9	MAD	Margem dorsal e palmar regular. Paralelismo discreto. Textura homogênea
	MAE	Margem dorsal e palmar regular. Paralelismo discreto. Textura heterogênea.
10	MAD	Margem dorsal e palmar regular. Paralelismo total. Textura homogênea.
	MAE	Margem dorsal e palmar regular. Paralelismo total. Textura homogênea.
11	MAD	Margem dorsal e palmar normal. Paralelismo total. Textura homogênea.
	MAE	Margem dorsal levemente irregular. Paralelismo discreto. Textura homogênea.
12	MAD	Margem dorsal espessada e com aderência. Paralelismo discreto. Textura heterogênea.
	MAE	Margem dorsal irregular. Paralelismo discreto. Textura heterogênea.
13	MAD	Margem palmar e dorsal irregular. Paralelismo parcial. Textura heterogênea.
	MAE	Margem dorsal irregular com presença de infiltrado. Paralelismo parcial. Textura heterogênea.
14	MAD	Margem dorsal e palmar normal. Paralelismo total. Textura heterogênea.
	MAE	Margem dorsal e palmar normal. Paralelismo total. Textura homogênea.
15	MAD	Margem dorsal levemente irregular. Paralelismo total. Textura homogênea.
	MAE	Margem dorsal levemente irregular. Paralelismo total. Textura homogênea.
16	MAD	Margem dorsal com aderência. Paralelismo discreto. Textura heterogênea.
	MAE	Margem dorsal irregular com aderência. Paralelismo discreto. Textura heterogênea
17	MAD	Margem dorsal e palmar normal. Paralelismo total. Textura homogênea.
	MAE	Margem palmar presença de infiltrado. Paralelismo parcial. Textura heterogênea.
18	MAD	Margem dorsal irregular e com aderência. Paralelismo discreto. Textura heterogênea.
	MAE	Margem dorsal com aderência. Paralelismo discreto. Textura heterogênea.
19	MAD	Margem dorsal com aderência. Paralelismo discreto. Textura heterogênea.
	MAE	Margem dorsal com aderência. Paralelismo discreto. Textura heterogênea.
20	MAD	Sem alteração.
	MAE	Margem dorsal e palmar regular. Paralelismo discreto. Textura heterogênea.
21	MAD	Não foi possível visualizar
	MAE	Margem palmar com infiltrado. Paralelismo parcial. Textura heterogênea.
22	MAD	Margem dorsal com infiltrado inflamatório. Ausência de paralelismo. Textura heterogênea.
	MAE	Margem dorsal com aderência. Paralelismo discreto. Textura heterogênea.

## COXIM DIGITAL

Os valores da mensuração ultra-sonográfica do coxim digital dos animais (n=22) acometidos pela doença do navicular estão apresentados na **TABELA 8**.

**TABELA 8:** Mensuração do coxim digital dos animais (n=22) acometidos pela doença do navicular.

ANIMAIS	MENSURAÇÃO DO CD	
	MAD	MAE
1	10,4 mm	—
2	10,1 mm	9,8 mm
3	9,6 mm	—
4	12,5 mm	11,3 mm
5	9,5 mm	8,7 mm
6	9,8 mm	10,0 mm
7	7,4 mm	9,1 mm
8	10,5 mm	11,9 mm
9	—	13,3 mm
10	11,1 mm	12,6 mm
11	11,2 mm	14,5 mm
12	6,1 mm	6,7 mm
13	10,9 mm	10,5 mm
14	9,6 mm	10,3 mm
15	8,8 mm	10,8 mm
16	11,5 mm	13,1 mm
17	11,7 mm	11,5 mm
18	11,6 mm	11,9 mm
19	11,5 mm	10,7 mm
20	—	9,8 mm
21	11,0 mm	—
22	8,4 mm	6,9 mm
<b>Média</b>	<b>9,24 mm</b>	<b>9,25 mm</b>
<b>Desvio padrão</b>	<b>3,34 mm</b>	<b>4,20 mm</b>

## LIGAMENTO SESAMÓIDE DISTAL ÍMPAR

As alterações do ligamento sesamóide distal ímpar avaliadas ultrasonograficamente dos animais (n=22) acometidos pela doença do navicular com relação aos números de membros afetados MAD, MAE ou MAD/MAE estão apresentadas na **TABELA 9**.

**TABELA 9:** Alterações ultra-sonográficas do ligamento sesamóide distal ímpar dos animais (n=22) acometidos pela doença do navicular.

ALTERAÇÕES DO LSDI	Nº de membros afetados		
	MAD	MAE	MAD/MAE
Normal	4	2	9
Com calcificação	1	2	6
Não foi possível visualizar	2	3	-

## SUPERFÍCIE FLEXORA DO OSSO SESAMÓIDE DISTAL

As avaliações ultra-sonográficas da superfície flexora do osso sesamóide distal (normal, irregular ou não foi possível visualizar) dos membros MAD, MAE e MAD/MAE dos animais (n=22) acometidos pela doença do navicular estão apresentadas na **TABELA 10**.

**TABELA 10:** Alterações encontradas no exame ultra-sonográfico na superfície flexora do osso sesamóide distal dos animais (n=22) acometidos pela doença do navicular.

ALTERAÇÕES DA SF	Nº de membros afetados		
	MAD	MAE	MAD/MAE
Normal	6	3	9
Superfície irregular	3	5	2
Não foi possível visualizar	2	3	-

## 5. DISCUSSÃO

### 5.1. Exame radiográfico

O exame radiográfico foi de grande importância, pois forneceu subsídios para aplicação do exame ultra-sonográfico transcuneal nos animais com a doença do navicular, seguindo as orientações de Busoni & Denoix (2001) e Grewal et al. (2004). A idade dos animais avaliados no presente estudo com a enfermidade foi entre 3 a 20 anos. Doige & Hoffer (1983) observaram que essa enfermidade foi mais freqüente nos animais com a idade 8 a 11 anos. Observou-se que os machos inteiros foram mais acometidos do que e as fêmeas. Enquanto que Ackerman et al. (1977) e Leach (1993) citam que os machos castrados foram os mais acometidos pela doença do navicular. As alterações radiográficas encontradas nos animais avaliados nesse estudo foram mais freqüentes em ambos os membros (MAD/MAE) do que apenas em um membro (MAD ou MAE), de acordo com os achados de Ackerman et al. (1977).

Nos animais avaliados nesse experimento, as alterações radiográficas predominantes no osso sesamóide distal (**TABELA 1** e **GRÁFICO 2**) foi a presença das invaginações sinoviais no bordo distal. Achado semelhante foi relatado por Ackerman et al. (1977), Colles, (1979, 1982), Macgregor (1986); Pool, (1995) e Ruohoniemi et al. (1998). Entretanto, Kaser-Hotz & Ueltschi (1992) relatam que o aparecimento dessas invaginações sinoviais no bordo distal pode não ser conclusiva para o diagnóstico da doença do navicular. Colles (1979) e Rijkenhuizen et al. (1989b), acreditam que a presença dessas alterações, invaginações sinoviais, estejam relacionadas com o suprimento sangüíneo reduzido, levando a degeneração do osso. Estudos de Poulos, (1993) descrevem que as invaginações sinoviais presentes no bordo distal possivelmente sejam resultante da compressão causada pela bursa podotrocLEAR ou Tendão flexor digital profundo sobre essa região. Wright & Douglas (1993) e Pool (1995) por reconhecer como coerente a afirmação de Poulos (1993) sobre a compressão causada pela bursa e pelo Tendão flexor digital profundo, afirmam existir correlação com a conformação da região da quartela e os desvios dos eixos podofalângicos.

Baseado nas informações do **GRÁFICO 2** observou-se que as alterações das invaginações sinoviais foram mais freqüentes em ambos os membros direito e esquerdo (65%) dos animais com a doença do navicular, sendo compatível com os

achados de Ackerman et al. (1977) que citam que essas alterações foram bilaterais e semelhantes. Ao contrário da citação de Kaser-Hotz & Ueltschi (1992) que observou que essas lesões foram mais freqüentes no MAD (55%).

Os dados demonstrados na **TABELA 2** relacionados com os tipos de invaginações sinoviais mais freqüentes presentes no bordo distal do OSD dos animais com a doença do navicular confirmam a citação de Colles (1982) que afirma que esses tipos de invaginações são sugestivos de doença do navicular.

Observou-se um membro com calcificação da BP (**TABELA 1**) no exame radiográfico, porém na há na literatura citações desse tipo de alteração vista ao exame radiográfico.

A calcificação do TFDP (**TABELA 1**) ou mineralização distrófica do TFDP como também é conhecida, ocorreu apenas em dois membros e segundo Butler et al. (1993) a origem desse foco de mineralização proximal ao osso sesamóide distal é desconhecida, porém pode estar associada à processo inflamatório. Ao contrário da citação de O'Brien (2006) que justifica o aparecimento dessa alteração como causa iatrogênica devido a múltiplas aplicações de corticosteróides local na região da bursa ocasionando a calcificação do Tendão flexor digital profundo e do coxim digital.

Com relação a presença de osteófito, observou-se apenas em um membro (**TABELA 1**) o que reforça a afirmação de Doige & Hoffer (1983) que não associam essa alteração isolada com animais com histórico de doença do navicular e sim como uma alteração que aparece em animal senil. Segundo Pottenger & Phillips (1990) e Stashak (1994) está relacionado com defeitos de conformação dos membros. Dyson & Kidd (1993) e Turner & Anderson (1993) relatam que o aparecimento de osteófito pode estar associado à enfermidade articular degenerativa da articulação interfalangeana distal.

No estudo observou-se que apenas um membro dos animais avaliados apresentou entesiófito (**TABELA 1**), o que apóia a citação de Kaser-Hotz & Ueltschi (1992) que este achado isolado não confere sinal radiográfico indicativo da doença do navicular, pois pode ser encontrado inclusive em animais clinicamente sadios. Na opinião de Dyson (1988), com exceção daqueles casos em que ocorra concomitantemente a calcificação de tecidos moles, este é um achado radiográfico de significado clínico duvidoso. Park (1989); Butler et al. (1993) e Ruohoniemi et al. (1998) só considera esse achado de importância clínica quando aparece na origem do ligamento LSDI.

A alteração do limite córtico-medular foi observada somente em um animal. Butler et al. (1993), Hernández & Novales, (1999) e Clerq et al. (2000) citam que essa alteração está relacionada com processo de remodelação e reabsorção óssea. Já Pool (1995) classifica esse achado indicativo de uma lesão crônica do osso navicular.

Os resultados do estudo sugerem que a formação do tipo de lesões radiográficas no osso sesamóide distal dos animais avaliados pode ter correlação com tipo de atividade esportiva que esses animais desempenham, concordando com a afirmação Wintzer (1990). Já Hickman (1989) acredita que exista predisposição hereditária.

Observou-se também diferença na arquitetura ou forma anatômica do bordo proximal do osso sesamóide distal dos animais avaliados nesse experimento com doença do navicular como afirmam Dik & Van Den Broek (1995) e Rijkenhuizen, (2006). Ruohoniemi et al. (1998), Dik et al. (2001a) e Rijkenhuizen (2006) descrevem que o formato do bordo proximal é geneticamente determinado e podem contribuir como fator predisponente para o desenvolvimento da doença do navicular.

## **5.2. Exame ultra-sonográfico**

O exame ultra-sonográfico utilizando o acesso transcuneal foi de grande importância nesse estudo, pois forneceu informações das alterações do aparato podotrocLEAR associada à doença do navicular de acordo com as citações Busoni & Denoix (2001), Busoni et al. (2002), Sage & Turner (2002), Kristoffersen & Thoenfer (2003) e Grewal et al. (2004).

O exame ultra-sonográfico vem sendo utilizado principalmente para o diagnóstico de lesões nos tecidos moles do aparelho locomotor dos equinos, no entanto a prática deste exame é recente com acesso transcuneal (Kristoffersen & Thoenfer 2003; Grewal et al., 2004).

Para avaliação das estruturas do aparato podotrocLEAR utilizou-se um transdutor linear de 7,5 MHz que proporcionou imagens de boa qualidade. Já Sage & Turner (2002) também utilizaram o mesmo transdutor, porém com a frequência de 10MHz, diferentemente da afirmação descrita por Busoni & Denoix (2001) e Kristoffersen & Thoenfer (2003) que utilizaram um transdutor setorial de 7,5 MHz. Já Busoni et al. (2002, 2006) utilizaram simultaneamente transdutores linear e

microconvexo de 7,5 MHz e Grewal et al. (2004) utilizaram os mesmos tipos de transdutores, porém a frequência foi 6,5MHz.

No exame ultra-sonográfico utilizando-se a técnica de pedelúvio durante 60 minutos foi eficaz para a obtenção de imagens ultra-sonográficas de boa qualidade.

Kristoffersen & Thoefner (2003) descrevem que o casco deve permanecer no pedelúvio durante 1 a 3 horas. Grewal et al. (2004) diverge a afirmação e descreve que o casco deve permanecer de molho durante 12 horas para a obtenção de uma imagem de qualidade.

Considerando os resultados obtidos no exame ultra-sonográfico da bursa podotrocLEAR dos animais avaliados com doença do navicular, demonstrados nas **TABELAS 3, 4 e 5**, na qual observamos que dos 44 membros (direito e esquerdo) avaliados, 15 (68%) membros esquerdos apresentaram a bursa podotrocLEAR hipoecóica sendo sugestiva de bursite aguda (**FIGURAS 4 e 6**). Estes resultados se assemelham com os descritos por Grewal et al. (2004) que também observou a alteração da ecogenicidade e quantidade do fluido sinovial compatível com o quadro de bursite aguda, descrito nos animais com doença do navicular.

Na **TABELA 5** observou-se que o membro esquerdo foi o que mais apresentou celularidades e pontilhados hiperecócicos que são descritos por Grewal et al. (2004) como achados característicos de bursite crônica. O estudo da mensuração da BP pelo ultra-som ressalta que a média dos valores da mensuração da BP demonstrada na **TABELA 4**, difere dos valores encontrados por Grewal et al. (2004) que foi de 2,03 mm para espessura BP.

Os resultados obtidos referentes as tendopatias do TFDP/Ligamento anular nos animais avaliados (**TABELA 6 e 7**), demonstraram que a maioria apresentou irregularidades das margens dorsais (**FIGURA 4**) e palmar (**FIGURA 3**) do tendão, com presença de infiltrados (**FIGURA 5**) e perda de paralelismo das fibras tendíneas (**FIGURA 4**) e áreas com grandes aderências e fibrose (**FIGURA 3**). Adicionalmente, esses resultados reforçam os achados descritos por Grewal et al. (2004) que além dessas alterações também observaram casos de tendinite e mineralização distrófica dentro do TFDP, sendo considerada por Busoni et al. (2006) como uma alteração característica de tendinite crônica. Pode-se complementar ainda que as alterações acima descritas também apóiam as afirmações de Kristoffersen & Thoefner (2003), os quais descrevem que essas áreas de aderências são encontradas próximas à superfície flexora do osso sesamóide distal, levando ao aparecimento de dor palmar. Ao contrário dos achados de Kristoffersen & Thoefner (2003) que observaram essas

áreas de aderência no Tendão flexor digital profundo, porém na sua porção mais distal e próximo a área do ligamento sesamóide distal ímpar e inserção com a falange distal (**FIGURA 3**).

Os resultados obtidos da média de mensuração dos TFDP/ Ligamento anular demonstrado na **TABELA 6**, não foram compatíveis com o padrão de mensuração estabelecido por Grewal et al. (2004), pois os animais avaliados por eles eram de raças diferentes, não representando uma amostra homogênea para padronização.

A média da mensuração dos valores do coxim digital demonstrado na **TABELA 8** dos animais avaliados não foi compatível com a média de 12,64 mm encontrada por Grewal et al. (2004). No estudo foi possível observar as alterações do aparato podotrocLEAR nos animais avaliados utilizando o acesso transcuneal, porém em dois animais não foi possível visibilizar as estruturas do aparato podotrocLEAR via acesso transcuneal, sendo que os mesmos foram submetidos a protocolo semelhante e apresentavam ranilha de boa qualidade. Possivelmente esses animais poderiam ter algum problema no coxim digital que não permitiu a passagem dos ecos. O'Brien (2006) descreve que alguns animais apresentam calcificação do coxim digital de forma iatrogênica, devido a múltiplas aplicações de corticosteróides local na região da bursa podotrocLEAR, o que pode ser correlacionado com animais descritos acima.

Observou-se que na avaliação do ligamento sesamóide distal ímpar, um total de 9 dígitos (MAD, MAE e MAD/MAE) apresentaram pontos de calcificação (**FIGURA 5**), como demonstrado na **TABELA 9** dos resultados. Grewal et al. (2004) também descreveram o aparecimento da calcificação do LSDI. Segundo Butler et al. (1993) a calcificação é decorrente das constantes forças de tensões no ligamento. Blunden et al. (2006) descreve que a dor palmar nos animais com doença do navicular está relacionada a alteração do LSDI, pois no interior desse ligamento existe uma rede de inervação o que justificaria a dor palmar contínua.

Um total 10 dígitos **TABELA 10** (MAD e MAE) apresentaram irregularidades na superfície flexora (**FIGURA 4**) no exame ultra-sonográfico. Kristoffersen & Thoefner (2003), Grewal et al. (2004) e Busoni et al. (2006) também encontraram anormalidades da superfície flexora. Kristoffersen & Thoefner (2003), afirmam que essas irregularidades da superfície flexora estão relacionadas com áreas de erosão na fibrocartilagem, sendo uma alteração comumente observada nos animais com a doença do navicular. Nesse estudo, não foi possível identificar as alterações da

superfície flexora no exame radiográfico, pois foram observadas evidências somente no exame ultra-sonográfico. Segundo Grewal et al. (2004) e Busoni et al. (2006) o exame ultra-sonográfico mostra-se na maioria das vezes mais sensível as detecções das alterações da superfície flexora do que o exame radiográfico convencional.

Todos os animais avaliados apresentaram alteração no aparato podotroclear compatíveis com as alterações relatadas na doença do navicular. É importante salientar que a qualidade das imagens nem sempre foi satisfatória principalmente quando a rasilha não apresentava boa qualidade.

O exame ultra-sonográfico com acesso transcuneal deve ser utilizado na rotina, para detecção das injúrias do aparato podotroclear associado ao exame radiográfico como afirma a citação de Grewal et al. (2004).

Durante o estudo dos animais com a doença do navicular, avaliou-se também animais normais sem histórico clínico da doença navicular, porém submetidos ao mesmo tipo de treinamento. Esses animais não mostravam sinais clínicos e nem alteração radiográfica no osso sesamóide distal compatível com a doença do navicular. Entretanto, apresentaram alterações ultra-sonográficas no aparato podotroclear compatível com a doença do navicular. Esse fato sugere que a enfermidade apresenta-se também de forma sub-clínica e que o exame ultra-sonográfico contribuiria como preventivo na detecção da doença no seu estágio inicial.

Considerando os diferentes aspectos estudados, salienta-se a necessidade de estudos para avaliar o aparato podotroclear e estabelecer um padrão de mensuração na raça Quarto de Milha, já que essa enfermidade é muito freqüente nos animais dessa raça, como afirma a citação Ackerman et al. (1977).

## 6. CONCLUSÃO

A análise dos resultados obtidos, nas condições em que foi realizado o experimento, permite as seguintes conclusões:

1. O acesso transcuneal é um método prático e eficiente para avaliação das lesões do aparato podotrocLEAR dos eqüinos.
2. O exame ultra-sonográfico com acesso transcuneal é um método complementar ao exame radiográfico fornecendo informações adicionais que não são detectáveis pelo exame radiográfico.
3. O transdutor linear com freqüência de 7,5 MHz foi eficiente para avaliação das estruturas do aparato podotrocLEAR e o tempo preconizado nesse estudo de 60 minutos no pedelúvio foi suficiente para a obtenção das imagens de boa qualidade.
4. Existe a necessidade de um estudo para estabelecermos o padrão de mensuração das estruturas do aparato podotrocLEAR dos animais da raça Quarto de Milha e das diferentes raças.

## 7. REFERÊNCIAS\*

ACKERMAN, N.; JOHNSON, H.J.; DORN, R. Navicular disease in the horse: risk factors radiographic changes and response to therapy. **J. Am. Vet. Med. Assoc.**, v.170, n.2, p.183-187, 1977.

ASHDOWN, R.R.; DONE, H.S. **Atlas colorido de anatomia veterinária**. São Paulo: Manole, 1989. Cap.7, p.35.

BALCH, O.; WHITE, K.; BUTLER, D. How lameness is associated with selected aspects of hoof imbalance. In: ANNUAL CONVENTION OF THE AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 39., 1993, San Antonio, Texas. **Proceedings...** San Antonio: American Association of Equine Practitioners, 1993. p. 213.

BALL, M. **Navicular problems: the horse Interactive**. Disponível: <<http://www.thehorse.com>>. Acesso: 02 de março de 2002.

BLUNDEN, A.; DYSON, S.; MURRAY, R.; SCHRAME, M. Histopathology in horses with chronic palmar foot pain and age-matched control. Part1: Navicular bone and related structures. **Equine Vet J.**, v.38, n.1, p.15-22, 2006.

BORGES, M.E. **Estudo anatômico da inervação da porção distal do membro torácico e infiltração radiopaca e estudo radiológico da bursa sinovial do osso navicular em eqüinos**. 1996. 55p. Monografia – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

BORGES, M. E.; SOUZA, M. V.; PAULA, T. A. R. Estudo anatômico da inervação da porção distal do membro torácico em eqüino. **Ciência Rural**, v.27, n.1, p.67-73, 1997a.

---

\* ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação Referências – Elaboração. Rio de Janeiro, 2002. 24p.  
BIOSIS. Serial sources for the BIOSIS preview database. Philadelphia, 1996. 468p.

BORGES, E. M.; CANOLA, C. J.; MACHADO, F. R. M. Estudo morfológico e radiológico sobre a comunicação entre a articulação interfalângiana distal e a bolsa do osso navicular em eqüinos (*Equus caballus*, L.,1758). **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci**, v.38, n.5 p.220-223, 2001.

BOWKER, M. R.; LINDER. K.; SONEA, M. I.; HOLLAND, E.R. Sensory innervation of the navicular bone and bursa in the foal. **Equine Vet. J.**, v. 27, n.1, p.60–65, 1995.

BOWKER, M. R.; LINDER. K.; KIMBERLY, V. W.; SONEA, M.I. Anatomy of the distal interfalangeal joint of the mature horse: Relationships with navicular suspensory ligaments, sensory nerves and neurovascular bundle. **Equine Vet. J.**, v.29, n.2, p.126–135, 1997.

BUTLER, J.A; COLLES, C.M.; DYSON, S.J.; KOLD, E. S.; POULOS, W. P. **Clinical radiology of the horse**. Oxord: Blackwell Scientific Publication, 1993. p.53-71.

BUSONI, V.; DENOIX, J.M. Ultrasonography of the podotrochlear apparatus in the horse using a transcuneal approach: technique and reference images. **Vet. Radiol. Ultras.**, v.42, n.6, p.534–540, 2001.

BUSONI, V.; MEAN, M.N.; BRIGNONE, L.; SNAPS, F. Échographie de l' appareil podotrochléaire: étude in vitro sur 30 membres isolés de cheval. **Ann. Med. Vét.**, v.146 p.181-187, 2002.

BUSONI, V.; LAHAYE. B.; DENOIX, J.M. Transcuneal ultrasonographic findings in the podotrochlear apparatus: comparison with postmortem in 14 equine digits. **J. Equine Vet Sci.**, v.26, n.3, p. 113-117, 2006.

CLERCQ, T.; VERSCHOOTEN, F.; YSEBAERT, M.A. comparision of the palmaroproximal-palmarodistal view of the isolated navicular bone to otheir views. **Vet. Radiol. Ultras.**, v.41, n.6, p.525–533, 2000.

COLBERN, T.G. The use of diagnostic nerve block procedures on horses. **The Comp. Contin. Educ**, v.6, n.10, p.611–619, 1984.

COLLES, C.M.; HICKMAN, J. The arterial supply of the navicular bone and its variations in navicular disease. *Equine Vet. J.*, v.9, n.3, p.150-154, 1977.

COLLES, C.M. Ischaemic necroses of the navicular bone and its treatment. *Vet. Rec.*, v.17, p.133-137, 1979.

COLLES, C. Navicular disease and its treatment. *In Practice.*, v.4, n.2, p.2936,1982.

DENOIX, J.M. Technique speciales des anesthesies diagnostiques des synoviales articulaires et tendineuses. France. *Ecole NatL VétD' Alfort*, p.01, 1991.

DENOIX , M. J. ULtrasonographic examination in the diagnosis of joint disease. In: McILWRAITH, C. W; TROTTER, G. M. (Eds). **Joint disease in the horse**. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1996. Cap.10. p.165 - 201.

DIK, K. J. Radiographic examination. In: WAGENAAR, G. (Ed). **The pre-purchase examination of the horse**. Utrecht: Bunge, 1992. p.54-78.

DIK, K.J.; VAN DEN BROEK, J. Role of navicular Bone shape in the pathogenesis of navicular disease: a radiological study. *Equine Vet. J.*, v.27, n.5, p.390–393, 1995.

DIK, J.K.; VAN DEN BELT, M.J.A.; ENZERINK, V.W.R.P. The radiographic development of the distal and proximal double contours of the equine navicular bone on dorsoproximal-palmarodistal oblique (upright pedal) radiographs, from age 1 to 11 months. *Equine Vet. J.*, v.33, n.1, p.70–74, 2001a.

DIK, K.J.; VAN DEN BELT, M.J.A.; VAN DEN BROEK, J. Relations of age and shape of the navicular bone to the development of navicular disease: a radiological study. *Equine Vet. J.*, v.33, n.2, p.172–175, 2001b.

DOIGE, C.E.; HOFFER, M.A. Pathological changes in the navicular boné and associated structures of the horse. *Can. J. Comp. Med.*, v.47, p. 387-395, 1983.

DYCE, K.M.; SACK, W.O.; WENSING, C.J.G. **Tratado de anatomia veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1990. Cap. 23, p.383-396.

DYSON, S. Nerve blocks and lameness diagnosis in the horse. **In Practice**, v.6, n.4, p.102-107, 1984.

DYSON, S. Variations in the normal radiographic anatomy of equine limbs. **In Practic**, v.10, n.3, p.119-125, 1988.

DYSON, S.J.; KIDD, L. A comparasion of responses to analgesia of navicular bursa and intra-articular analgesia of distal interphalangeal joint in 59 horses. **Equine Vet. J.**, v.25, n.2, p.93-98, 1993.

FACKELMAN, G.E. Management of general tendon injuries. In: COLAHAN, PT.; MAYHEW, I.G.; MERRITT, A.M; MOORE, N. J . (eds). **Equine medicine and surgery**. California: American Veterinarian Publications, 1991. Cap.12, p.1263-1267.

FARROW, S.C. **Veterinary Diagnostic Imaging The Horse**. Mosby, 2006. p.58.

FRICKER, H.C.; RIEK, W.; HUGELSHOFER, J. Oclusion of the digital arteries a model for pathogenesis of navicular disease. **Equine Vet. J.**, v.14, n.3, p.203-207, 1982.

GENOVESE. L. R.; RANTANEN, W.N.; HAUSER, L. M.; SIMPSON, S. B. Diagnostic ultrasonography of equine limbs. **Vet. Clin. North Equine Pract.** v. 2, n.1, p.145-226, 1986.

GETTY, R. Osteologia equina. In: ROSENBAUM, C. E.; GHOSHAL, N.G.; HILLMANN, D. (Eds). **Anatomia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986a. Cap.15. p.272.

GETTY, R. Sistema nervoso periférico. In: ROSENBAUM, CE; GHOSHAL, NG; HILLMANN, D (eds). **Anatomia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986b. Cap.24, p.625-640.

GIBSON, K.T.; McILWRAITH, C.W.; PARK, R.D. A radiographic study of the distal interphalangeal joint and navicular bursa of the horse. **Vet. Radiol.**, v.3, n.1, p.22-25, 1990.

GREWAL, S.J.; McCLURE. R. S.; BOOTH, L.; EVANS, B. R.; CASTON, S. S. Assessment of the ultrasonographic characteristics of the podotroclear apparatus in clinically normal horses and horses with navicular syndrome. **J. Am. Vet. Med. Assoc**, v. 225, n. 12, p. 1881-1888.

HAUSER, L. M.; RANTANEM, W.N.; MONDRANSKY, D.P. Ultrasound examination of distal interphalangeal joint, navicular bursa, navicular bone and deep digital tendon. **J. Equine Vet. Sci.**, v.2, p. 95-97, 1982.

HERNÁNDEZ, E. M.; NOVALES, M. Diagnóstico radiológico del síndrome podotroclear. **Imag. vet**, v.2, n.4, p.66–68, 1999.

HICKMAN, J. Navicular disease – what are we talking about ?. **Equine Vet. J.**, v.21, n.6, p.395–398, 1989.

JONES, E.W. Navicular syndrome or Navicular disease? **J. Equine Vet. Sci.**, v.24, n.1, p.51-52, 2004.

KAINER, A.R. Clinical anatomy of the equine foot. **Vet. Clin. North Equine Pract.**, v.5, n.1, p.1-27, 1989.

KASER-HOTZ, B.; UELTSCHI, G. Radiographic appearance of navicular bone in sound horses. **Vet. Radiol. Ultrasound**, v.33, n1, p.9-17, 1992.

KNOTTENBELT, D. C.; PASCOE, R. R. **Afecções e distúrbios do cavalo**. São Paulo: Manole, 1998. Cap.7, p.225-226.

KÖNIG, H. E.; LIEBICH, H.G. **Anatomia dos animais domésticos**. Porto Alegre: Artmed, 2002. Cap.3, p 169.

KRISTOFFERSEN, M.; THOEFNER, B. M. Ultrasonography of the navicular region in horses. **Equine Vet Educ.**, v.15, n.3, p. 150-157, 2003.

LEACH, D.H. Treatment an pathogenesis of navicular disease (“syndrome”) in horses. **Equine Vet. J.**, v.25, p.477-481, 1993.

LLOYD, K.C.K. Moléstia do navicular. In: SMITH, P.B. (Ed). **Tratado de medicina interna de grandes animais**. São Paulo: Manole, 1994. p.1146 -1148.

MACGREGOR, C.M. **Studies on the pathology and treatment of equine navicular disease**. University of Edinburgh, Scotland's, 1984. (tese de doutorado).

MACGREGOR, C.M. Radiographic assessment of navicular bones, based on changes in the distal nutrient foramina. **Equine Vet. J.**, v.18, n.3, p.203–206, 1986.

MACGREGOR, C.M. Navicular disease—in search of definition. **Equine Vet. J.**, v.21, n.6, p.389–391, 1989.

MARSHALL, J.L. Periarticular osteophytes-initiation and formation in the knee of the dog. **Clin. Orthop.** V..62, p37-47, 1969.

MAWDSLEY, A.; KELLY, E.P.; SMITH, F.H.; BROPHY, P.O. Linear assessment of the Thoroughbred horse: an approach to conformation evaluation. **Equine Vet. J.**, v.28, n.6, p.461-467, 1996.

McILWRAITH, C.W. Current concepts in equine degenerative joint disease. **J. Am. Vet. Med. Assoc.**, v.180, n.3, p.239-250, 1982.

McILWRAITH, C.W. General pathobiology at the joint and response to injury. In: McILWRAITH, C.W; TROTTER, GM (Eds). **Joint disease in the horse**. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1996. Cap.3, p.40-70.

McGUIGAN, P.M.; WILSON, M.A. The effect of bilateral palmar digital nerve analgesia on the compressive force experienced by the navicular bone in horses with navicular bone in horses with navicular disease. **Equine Vet. J.**, v.33, n.2, p.166-171, 2001.

MOSKOWITZ, R.W.; GOLDBERG, V.M. Studies of osteophyte pathogenesis in experimentally induced osteoarthritis. **J. Rheumatol.**, v.14, p.311-320, 1987.

NOVALES, M.; SANTISTEBAN, J.M.; LOPEZ, R.; MOLLEDA, J.M.; GOMEZ, R., GINEL, P.J. Radiologie equine: images normales vs. pathologiques. **Prat.Vét. Equine**, v.24, n.3, p.179-184, 1992.

OSTBLOM, L.; LUND, C.; MELSEN, F. Histological study of navicular bone disease. **Equine. Vet. J.**, v.14, n.3, p.199-202, 1982.

O'BRIEN, R.T. **Radiologia de eqüinos**. São Paulo: Roca, 2006.Cap.7. Interpretação radiográfica do osso Navicular.p.92-113.

PAGE, B.; ANDERSON, G.F. Diagonal imbalance of the equine foot: a cause of lameness. In: Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners, 38.,1992. Orlando, Flórida. **Proceedings** ... Orlando: American Association of Equine Practitioners, 1992. p.413-417.

PARK, D. R. Radiographic examination of the equine foot. **Vet. Clin. North. Equine Pract.**, v.5, n.1, p.47-66, 1989.

PARK, D. R.; STEYN, F.P.; WRIGLEY, H.R. Imaging techniques in the diagnosis of equine joint disease. In: McILWRAITH, CW; TROTTER, GM (Eds). *Joint disease in the horse*. Philadelphia: W.B.Saunders Company, 1996. Cap.9. p.145-164.

PEREMANS, K.; VERSCHOOTEN, F. Navicular disease in the hind limbs of the horse: six case reports. **Equine Practice**, v. 22, n.5, p.22-24, 2000.

PLEASANT, S.R.; CRISMAN, M.V. Navicular disease in horses: Patogénesis and diagnosis. **Vet. Med. Comp.Anim.Practice**, v.92, p.250–257, 1997.

POOL, R.R.; MEAGHER, M.D.; STOVER, M.S. Pathophysiology of navicular syndrome. **Vet. Clin.North Equine Pract.**, v.5, n.1, 1989, p.109–129

POOL, R.R. Pathophysiology of navicular disease. In: AMERICAN EQUINE SPORT MEDICINE, 1994, Davis. **Proceedings.**, p.4-44, 1995.

POOL, R. R. Pathologic manifestations of joint disease in the athletic horse. In: McILWRAITH, CW; TROTTER, GW (eds). **Joint disease in the horse**. Philadelphia: W.B Saunders, 1996. p.87-104.

POULOS, P.W. Correlation of the radiographic signs and histologic changes in navicular disease. **Proc. Annu. Conv. Am. Assoc. Equine. Pract.**, v.29, p.241-255, 1983.

POTTENGER, L.A.; PHILLIPS, F.M. The effect of marginal osteophytes on reduction of varus-valgus instability in osteoarthritic knees. **Arthritis Rheum.**, v.33, p.853-858, 1990.

PREIDLER, K.W.; BROSSMANN, J.; RESNICK, D. Osteoarthritis. **Semin. Roentgenol.**, v.31, p.208-219, 1996.

REEF, B.V. Care of tendons and ligaments. **World Equine Veterinary Review**, v.4, n.3, p.14-18, 1999.

REILLY, D.J. No hoof no horse?. **Equine Vet. J.**, v.27, n.3, p.166–168, 1995.

REDDING, R.W. Use of ultrasonography in the evaluation of joint disease in horses. Part: Indications, technique and examination of the soft tissues. **Equine Vet Educ.**, v. 13, n.4, p. 198-204, 2001.

RESNICK, D.; NIWAYAMA, G. Entheses and enthesopathy. **Radiology**, v.146, p.1-9, 1983.

RIJKENHUIZEN, M.B.A.; NEMETH, F.; DIK, J.K.; GOEDEGEBUURE, A.S. The arterial supply of the navicular bone in the normal horse. **Equine Vet J.**, v.21, n.6, p.399–404, 1989 a.

RIJKENHUIZEN, M.B.A.; NEMETH, F.; DIK, J.K.; GOEDEGEBUURE, A.S. The arterial supply of the navicular bone in adult horses with navicular disease. **Equine Vet. J.**, v.21, n.6, p.418–424, 1989b.

RIJKENHUIZEN, M.B.A. Navicular disease: a review of what's new. **Equine Vet. J.**, v.38, n.1, p.82–88, 2006.

ROSS, M.W., MARTIN, B.B. Dorsomedial articular fracture of the proximal aspect of the third metacarpal bone in Standardbred race horses: seven cases (1978-1990). **J. Am. Vet. Med. Assoc.**, v.201, n.2, p.332-335, 1992.

ROSSIGNOL, F.; PERIRIN, R. Tenoscopy of the navicular bursa: endoscopy approach and anatomy. **J. Equine Vet. Sci.** v.23, n.6, p.258-265, 2003.

ROBLES, H.M.E. Ecografía; Principios básicos y aplicaciones en el estudio del aparato locomotor. In: RIVERO, J. L.L. **Locomoción del caballo: métodos de análisis, evaluación funcional e diagnóstico de cojeras**. Córdoba: Servicio de Reprografía de la Universidad de Córdoba, 2000. Cap.15. p.75-80.

RUOHONIEMI, M.; RYHANE, V.; TULAMO, M.R. Radiographic appearance of the navicular bone and distal interphalangeal joint and their relationship with ossification of the collateral cartilages of the distal phalanx in finnhorse cadaver forefeet. **Vet. Radiol. Ultras.**, v.39, n.2, p.125–132, 1998.

SAGE, M. A.; TURNER, A.T. Ultrasonography of the soft tissue structures of the equine foot. **Equine vet. Educ.**, v. 14, n.4, p.221-224, 2002.

SCHUMACHER, J.; STEIGER, R.; SCHUMACHER, J.; GRAVES, F.; SCHRAMME, M.; SMITH, R.; COKER, M. Effects of analgesia of the distal interphalangeal joint or palmar digital nerves on lameness caused by solar pain in horses. **Vet. Surg.**, v. 29, p. 54–58, 2000.

SMITH, R.K.W.; WEBBON, P.N. Diagnostic imaging in the athletic horse: radiology. In: HODGSON, D.R; ROSE, R.J. **Principles and practice of equine sports medicine. The athletic horse**. Philadelphia: Saunders, 1994. Cap.14a. p.267-295.

SOUZA, M.V. **Correlación entre los defectos de aplomo y la cojera del caballo**.2000. 230p.Tese (Doutorado), Universidad de Córdoba, Espanha.

SOUZA, V. M.; MIRÓ, F. Principales defectos de aplomos en el caballo adulto: movimiento y patología. In: RIVERO, J. L. L (Ed). **Locomoción del caballo: métodos de análisis, evaluación funcional e diagnóstico de cojeras**. España: Servicio de Reprografía de la Universidad de Córdoba, 2000. Cap. 14, p.71-74.

SPIERS, V.C. **Exame clínico de eqüinos**. Porto Alegre: Artmed, 1999. Cap.5. p.110-181.

SPRIET, P.M.; DAVID, F.; ROSSIER, Y. How to inject the navicular bursa with ultrasonographic control. In: 51 Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners, v. 58, 2005, Seattle. **Proceedings...** WA-USA, American Association of Equine Practitioners, 2005, p.2682-1205.

STASHAK, T.S. **Claudicação em eqüinos segundo Adams**. São Paulo: Roca, 1994. Cap.8. Claudicação, p.517-532.

TAYLOR, R.G. F.; HILLYER, H. M. **Técnicas diagnósticas de medicina equina**. Zaragoza: Acribia, 1999. p.254–267.

THOMAS, L.C. **Dicionário médico enciclopédico taber**. São Paulo: Manole, 2000, p.1615.

THOMASSIAN, A. **Enfermidades dos cavalos**. São Paulo: livraria Varela, 1997. p.217–221.

TOAL, R. L. Navicular bone. In: THRALL, E.D. **Textbook of veterinary diagnostic radiology**. Philadelphia:W.B.Sauders company, 2002. Cap.24. Navicular bone, p.295-305.

TROTTER, G. The biomechanics of what really causes navicular disease. **Equine Vet. J.**, v.33, n.4, p.334–336, 2001.

TURNER, A.T. Diagnosis and treatment of the navicular syndrome in horses. **Vet. Clin. North Equine Pract.**, v.5, n.1, p.131-144, 1989.

TURNER, A.T. Navicular disease. In: WHITE, N; MOORE, NJ (Eds). **Current practice of equine surgery**. Philadelphia: Saunders, 1990. p.413–416.

TURNER, A. T. Navicular disease. In: COLAHAN, P; MAYHEW, IG; MERRITT, M.A; MOORE, N. J. (Eds). **Equine medicine and surgery**. California: American Veterinary Publications, 1991, p.1346-1350.

TURNER, A.T.; ANDERSON, B. Lameness of the distal interphalangeal joint. In: BLAKE-CADDEL, L. In: **ANNUAL CONVENTION OF THE AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS**, 39,1993. San Antonio, Texas. **Proceedings...** San Antonio: American Association of Equine Practitioners, 1993. p.257.

VIITANEM, M.; BIRD, J.; MAKELA, O.; SCHRAMME. M.; SMITH, R.; TULAMO, M.R.; MAY, S. Synovial fluid studies in navicular disease. **Re. Vet. Sci.**, v.71, p.201-206, 2001.

WEST, C. **Navicular syndrome diagnosis**. The horse interactive, 2002. Capturado Disponível na Internet:<[http:// www.thehorse.com/print.asp?dpt=5&fid=3276](http://www.thehorse.com/print.asp?dpt=5&fid=3276)> A cesso em: 2 mar.2002.

WIDMER, W.R.; BLEVINS, W.F. Radiographic evaluation of degenerative joint disease in horses: interpretive principles. **Comp. Cont. Educ.**, v.16, p.907-919, 1994.

WILLIAMS, E.G. Locomotor characteristics of horses with navicular disease. **Am. J. Vet. Res.**, v.62, n.2, p.206–210, 2001.

WILSON, M.A.; McGUIGAN, M.P.; FOURACRE, L.; MAcMAHON, L. The force and contact stress on the navicular bone during trot locomotion in sound horses and horses with navicular disease. **Equine Vet J.**, v.33, n.2, p. 159–165, 2001.

WINTZER, H.J. **Doenças dos eqüinos**. São Paulo: Manole Ltda, 1990. p.226–228.

WRIGHT, I.M. A study of 118 cases of navicular disease: clinical features. **Equine Vet. J.**, v.25, n.6, p.488-492, 1993a.

WRIGHT, I.M. A study of 118 cases of navicular disease: treatment by section of the ligament sesamoideo collateral (navicular suspensory desmotomy). **Equine Vet. J.**, v. 25, n.6, p.501-509, 1993b.

WRIGHT, I.M.; DOUGLAS, J. Biomechanical considerations in the treatment of navicular disease. **Vet. Rec.**, v.133, n.5, p.109-114, 1993.