

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo deste trabalho será disponibilizado somente a partir de 03/02/2018.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ESTUDO EXPLORATÓRIO DA ELASTOGRAFIA “ACOUSTIC
RADIATION FORCE IMPULSE (ARFI)” SOBRE
ESTRUTURAS FLEXORAS DA PORÇÃO DISTAL DOS
MEMBROS TORÁDICOS DE EQUINOS**

**Nara Saraiva Bernardi
Médica Veterinária**

2017

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ESTUDO EXPLORATÓRIO DA ELASTOGRAFIA
“ACOUSTIC RADIATION FORCE IMPULSE (ARFI)”
SOBRE ESTRUTURAS FLEXORAS DA PORÇÃO
DISTAL DOS MEMBROS TORÁCICOS DE EQUINOS**

Nara Saraiva Bernardi

Orientador: Prof. Dr. José Corrêa de Lacerda Neto

Coorientador: Prof. Dr. Marcus Antonio Rossi Feliciano

**Tese apresentada à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias –
Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como
parte das exigências para a obtenção do
título de Doutor em Medicina Veterinária
(Clínica Médica Veterinária)**

Bernardi, Nara Saraiva
B523e Estudo exploratório da elastografia “Acoustic Radiation Force
Impulse (ARFI)” sobre estruturas flexoras da porção distal dos
membros torácicos de equinos / Nara Saraiva Bernardi. --
Jaboticabal, 2017
iv, 43 p. : il. ; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2017

Orientador: José Corrêa de Lacerda Neto

Banca examinadora: Deborah Penteado Martins Dias, Raquel
Mincarelli Albernaz, Paulo Aléscio Canola, Márcia Rita Fernandes
Machado

Bibliografia

1. Cavalos. 2. Imaginologia. 3. Ligamento. 4. Tendão. 5.
Tendinopatias. 6. Ultrassonografia. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade
de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 619:616-073:636.1

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: ESTUDO EXPLORATÓRIO DA ELASTOGRAFIA "ACOUSTIC RADIATION FORCE IMPULSE (ARFI)" SOBRE ES'TRUTURAS FLEXORAS DA PORÇÃO DISTAL DOS MEMBROS TORÁCCICOS DE EQUINOS

AUTORA: NARA SARAIVA BERNARD!

ORIENTADOR: JOSÉ CORREA DE LACERDA NETO

COORDENADOR: MARCUS ANTÔNIO ROSSI FELICIANO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em MEDICINA VETERINÁRIA, área : CLÍNICA MÉDICA VETERINÁRIA pela Comissão Examinadora:

Prof.ª **EBORAH _FKITEAbü MARTINS DIAS**
Departamento de Clínica Cirúrgica Veterinária / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Prof.ª **RAQUEL MINCARELLI ALBERNAZ**
Centro Universitário Barão de Mauá / Ribeirão Preto, SP

RAQUEL MINCARELLI ALBERNAZ
Autônoma / Ribeirão Preto, SP

RAQUEL MINCARELLI ALBERNAZ
Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Prof.ª **RITA FERNANDE MACHADO**
Departamento de Fisiologia e Fisiologia Animal / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 03 de fevereiro de 2017.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

NARA SARAIVA BERNARDI, nascida em São Paulo – SP, no dia 4 de agosto de 1986, filha de Angela de Melo Saraiva e Walter Sebastião da Silveira Bernardi. Médica Veterinária formada pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, câmpus de Jaboticabal em janeiro de 2010. Durante a graduação realizou dois projetos de iniciação científica intitulados: “Hemogasometria venosa e arterial de equinos com obstrução induzida da veia jugular submetidos a exercício” e “Respostas eletrolíticas de equinos puro sangue árabe submetidos a dois diferentes testes de esforço realizados em esteira rolante”, financiados pela FAPESP e sob orientação do Prof. Dr. José Corrêa de Lacerda Neto. Tornou-se mestre pela mesma instituição em fevereiro de 2013, sob mesma orientação, com a dissertação intitulada “Treinamento de cavalos de enduro FEI*: abordagem fisiológica”. Doutora em Clínica Médica Veterinária, onde atua nas áreas de Fisiologia do Exercício e Medicina Esportiva Equina. Participou de diversos projetos nas áreas de Clínica Médica e Cirurgia Veterinária.

**“A vida não é mais do que uma
sucessão contínua de oportunidades.”**

Gabriel García Marques

**“Não espere por oportunidades
extraordinárias. Agarre ocasiões
comuns e torne-as grandes!”**

Orison Swett Marden

**“Se a vida te der limões, faça uma
limonada.”**

Julius Rosenwald

**Dedico este trabalho à minha maior
companheira, que me acompanhou por toda
minha vida acadêmica, me amando
incondicionalmente e me enchendo de
alegrias, minha Cacau.**

Agradecimentos

Agradeço inicialmente à minha família, principalmente aos meus amados pais, Angela e Tião, pelo eterno apoio e incentivo em todos os momentos da minha vida, e também por todo amor, carinho, respeito e transmissão de valores e caráter.

...ao meu querido orientador e “Pai Científico” Prof. Juca, que desde o primeiro ano da faculdade me orienta e me aconselha, obrigada pela confiança, paciência, conversas, orientações e pela amizade.

...ao meu coorientador, Prof. Dr. Marcus Feliciano, por ter aberto as portas para mim e ter possibilitado que esse trabalho fosse realizado.

...à minha equipe de trabalho Marcus, Michelle Avante, Ana Paula Simões, Kamila, Vinícius, Karina, Daniela e Ricardo, pela ajuda sem a qual este trabalho não existiria e principalmente pela amizade.

...ao Professor Paulo Alécio Canola, inicialmente pela amizade e, pelos esclarecimentos, sugestões e correções indispensáveis para a realização deste trabalho.

...às minhas queridas amigas Deborah e Raquel, pelas contribuições feitas a este trabalho e principalmente pelos anos de amizade e companheirismo que serão levados para toda a vida.

...às minhas queridas amigas Ana Paula, Mayara, Amanda e Gabi (Xonada) por participarem indiretamente desse trabalho, me apoiando, incentivando e principalmente pela sincera amizade.

...às minhas filhas caninas tão amadas Cacau e Dakota, pela lealdade e por serem minhas maiores companheiras

...ao meu amor Rafael, por toda a compreensão, companheirismo, apoio, incentivo, amizade, zelo, pelas inestimáveis contribuições feitas a este trabalho, e principalmente pelo amor e pela paciência, você é o meu exemplo, meu orgulho e meu porto seguro. Obrigada por tudo

...ao funcionário da equinocultura, Sr. Odair (Deco), pela amizade e cuidado com nossos cavalos.

...aos cavalos Amin, Osama, El Ali, Liphard, Zannan, Latipha, Khadija, Nazeer, Said, Maya, Angélica, Carrieli, Loira, Altyva, Trufa, Cigana, Minnie, Pérsico, Mara, Alegria,

Fei, Ross, Lua e principalmente à minha querida Amora, sem os quais este trabalho não existiria...

...à CAPES pela bolsa concedida.

Sem vocês nada seria possível

SUMÁRIO

	Páginas
Comissão de Ética no Uso de Animais.....	ii
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
CAPÍTULO 1- Considerações Gerais.....	1
1.1 INTRODUÇÃO.....	1
1.2 REVISÃO DE LITERATURA.....	2
1.2.1 Tendões e ligamentos da porção flexora distal dos membros de equinos..	2
1.2.2 Características biomecânicas e diferenças entre os tendões e ligamentos	6
1.2.3 Afecções tendíneas e ligamentares	8
1.2.4 Diagnóstico das lesões tendíneas e ligamentares	9
1.3 REFERÊNCIAS	14
CAPÍTULO 2 - Elastografia “Acoustic radiation force impulse” (ARFI) das estruturas flexoras da porção distal dos membros torácicos de equinos	23
RESUMO	23
2.1 INTRODUÇÃO.....	24
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	25
2.3 RESULTADOS	29
2.4 DISCUSSÃO.....	34
2.5 CONCLUSÃO	38
2.6 REFERÊNCIAS	38


CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto intitulado **"Elastografia Acoustic Radiation Force Impulse (ARFI) dos tendões flexores dos equinos"**, protocolo nº 15.069/16, sob a responsabilidade do Prof. Dr. José Corrêa de Lacerda Neto, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao Filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de junho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP, em reunião ordinária de 04 de novembro de 2016.

Vigência do Projeto	15/11/2016 a 15/12/2016
Espécie / Linhagem	Equina / SRD
Nº de animais	24
Peso / Idade	300-550 Kg
Sexo	9 machos e 15 fêmeas
Origem	Setor de Equinocultura da FCAV.

Jaboticabal, 04 de novembro de 2016.


Profª Drª Lizandra Amoroso
Coordenadora – CEUA

ESTUDO EXPLORATÓRIO DA ELASTOGRAFIA “ACOUSTIC RADIATION FORCE IMPULSE (ARFI)” SOBRE ESTRUTURAS FLEXORAS DA PORÇÃO DISTAL DOS MEMBROS TORÁDICOS DE EQUINOS

RESUMO – A elastografia ARFI é uma técnica de imagem por ultrassom capaz de avaliar qualitativa e quantitativamente a rigidez dos tecidos. Não existe até o momento aplicação dessa técnica aos tendões e ligamentos de equinos e sob este aspecto o trabalho é inédito. Objetivou-se avaliar a rigidez dos tendões flexores digitais superficial (TFDS) e profundo (TFDP), ligamento acessório (LA) e ligamento suspensor do boleto (LSB) de equinos hípidos por meio da elastografia ARFI (“Acoustic Radiation Force Impulse”), determinando os padrões quantitativos (velocidade de cisalhamento - VC) ainda não descritos na espécie equina. Para tal, utilizou-se 24 animais, nos quais se avaliou ambos os membros torácicos. Após a realização de exames prévios e verificada a higidez, estes foram submetidos ao exame ultrassonográfico convencional e elastografia (método ARFI quantitativo) dos tendões e ligamentos, em diferentes regiões anatômicas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e utilizou-se nível de significância de 5% para todos os testes realizados. Os elastogramas em escala de cor mostraram que as estruturas estudadas são não deformáveis, apresentam coloração alaranjada ou tendendo ao vermelho e as estruturas adjacentes, os tecidos moles, apresentaram tonalidades esverdeadas a azuis, indicando menor rigidez em relação aos tendões e ligamentos. Não houve diferenças em relação ao membro avaliado (esquerdo ou direito), e a velocidade de cisalhamento foi maior nos cortes longitudinais em relação aos transversais. No corte transversal a VC do LSB foi significativamente maior em comparação às demais estruturas avaliadas e o LA apresentou menor VC em relação ao TFDS. No corte longitudinal as estruturas ligamentares foram mais rígidas que as estruturas tendíneas, dentre estas o TFDP apresentou maior rigidez em relação ao TFDS. A VC não diferiu entre as regiões para os cortes transversais em todas as estruturas. No corte longitudinal, o TFDS é mais rígido na região proximal, bem como o TFDP. A VC do LA e LSB não diferiu nos cortes longitudinais. Em relação à profundidade observada na avaliação elastográfica houve semelhança entre os lados e cortes. E variou com relação à estrutura avaliada, sendo, na ordem crescente, TFDS, TFDP, LA e LSB. As estruturas mostraram-se mais rígidas nos machos do que nas fêmeas e houve uma tendência a maior rigidez nos animais mais velhos. A elastografia ARFI é um método viável, repetível e reproduzível para avaliação dos tendões e ligamentos dos membros torácicos de equinos. As características quali-quantitativas obtidas da rigidez destas estruturas poderão ser utilizadas para ensaios em equinos com afecções musculoesqueléticas e também em outras espécies animais.

Palavras-chave: cavalos, imagiologia, ligamento, tendão, tendinopatias, ultrassonografia

**EXPLORATORY STUDY OF THE ELASTOGRAPHY ACOUSTIC
RADIATION FORCE IMPULSE (ARFI) ON THE FLEXORS STRUCTURES OF
EQUINE DISTAL FORELIMB**

ABSTRACT - ARFI elastography is an ultrasound imaging technique capable of qualitatively and quantitatively evaluate tissue stiffness. At the moment, there is no application of this technique to horse's tendons and ligaments. The aim of the present study was to evaluate the stiffness of the superficial (SDFT) and deep digital flexor tendons (DDFT), accessory ligament of the deep digital flexor tendon (AL) and suspensory ligament (SL) of the forelimb in healthy horses through ARFI (Acoustic Radiation Force Impulse) elastography imaging, determining the quantitative patterns (shear velocity - SV) which have not yet been described in equine veterinary medicine. Twenty four animals were used, after conducting preliminary tests to verify absence of musculoskeletal disorders, they were subjected to conventional ultrasonographic examination and elastography imaging (quantitative ARFI method) of tendons and ligaments in nine different anatomical regions. The experimental design was completely randomized with a level of significance of 5%. The color scale elastograms showed that the studied structures are non-deformable, being orange or tending to red and the adjacent structures had greenish-blue tones, indicating less stiffness in relation to tendons and ligaments. There were no differences in relation to the evaluated limb (left or right), shear velocities were higher in longitudinal versus transversal planes. In the transversal plane, SV of the evaluated structures differed significantly being higher for the SL in comparison to the others and the AL presented lower SV in relation to the SDFT. In the longitudinal plane, SV of the structures also differed being the SL and AL higher than the flexor tendons, and the DDFT higher than the SDFT. SV did not differ between regions in transversal plane for all evaluated structures. In the longitudinal plane, the SDFT at the distal region was stiffer than in the middle region, for the DDFT, the proximal region was stiffer, followed by the middle region and finally the distal region. The SV of AL and SL did not differ in longitudinal sections. Regarding depth of elastographic evaluation there was similarity between sides and planes. And there was a variation in relation to the evaluated structure, being, in order of the superficial to the deeper structure, SDFT, DDFT, AL and SL, as expected. Structures were more rigid in males than in females and there was a tendency for greater stiffness in older animals. ARFI elastography is a viable, repeatable and reproducible method for evaluating tendons and ligaments of the thoracic limbs of horses. The qualitative characteristics obtained from the rigidity of these structures can be used for tests on horses with musculoskeletal disorders and also on other animal species.

Keywords: Horses, imaging, ligament, tendon, tendinopathies, ultrasound.

CAPÍTULO 1- Considerações Gerais

1.1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que as lesões tendíneas estão associadas a quadros de dor crônica, sofrimento prolongado e elevados gastos com medicamentos e fisioterapia; seja na espécie humana ou entre os animais. Nos equinos, pode-se considerar ainda os gastos despendidos com alimentos, instalações e pessoal especializado durante os longos períodos de afastamento do trabalho. Ademais, nesta espécie, há a se destacar a perda da capacidade de utilização dos animais em atividades esportivas ou em trabalhos associados à produção agropecuária e atividades humanas como a montaria e a tração, respectivamente.

Diante disto, a busca por métodos que aperfeiçoem o diagnóstico precoce dessas lesões, ainda quando as alterações não atingiram caráter degenerativo, sendo passíveis de tratamento e recuperação, são bastante apreciáveis. Haja vista o elevado potencial de ofertarem soluções terapêuticas mais efetivas e menos dispendiosas.

Enquanto diversos métodos de diagnóstico para a avaliação dos tendões e ligamentos dos equinos têm avançado consideravelmente nos últimos anos, estes ainda possuem limitações que diminuem a sensibilidade e especificidade diagnóstica. Técnicas avançadas como a ressonância magnética, requerem que o animal seja anestesiado para execução do procedimento, o que pode promover riscos ao paciente além dos custos elevados dos equipamentos.

A ultrassonografia convencional, apesar de ser mais simplificada com relação à sua execução para o diagnóstico de afecções tendíneas, apresenta limitações quanto à detecção de lesões cicatriciais e rupturas discretas das fibras. Deste modo, tais limitações podem, de certo modo, prejudicar a condução do caso. Fatores estes que vão influenciar diretamente no tempo de retorno do animal à atividade atlética.

Novas técnicas ultrassonográficas têm sido desenvolvidas e aplicadas na medicina veterinária, dentre as quais se destaca a elastografia. Entretanto, a determinação de padrões de normalidade desta moderna técnica, ainda não foram

plenamente determinados nos equídeos, em especial, a elastografia ARFI, sobre a qual não foi encontrado nenhum estudo na literatura compulsada. De outro lado, em medicina humana, a relevância desta modalidade no diagnóstico de afecções de inúmeras naturezas, têm ensejado o desenvolvimento de incontáveis pesquisas, a destacar sua utilidade no diagnóstico, tratamento, prognóstico e prevenção de lesões tendíneas. Sendo assim, objetivou-se a determinação dos padrões de normalidade da elastografia ARFI para tendões e ligamentos da porção distal do membro torácico de equinos, considerando que os dados obtidos podem ser de suma importância para agregar valor diagnóstico no ato da avaliação clínica das desmo/tendinopatias dos equinos. Vale ressaltar que esse estudo é inédito e de grande valia.

1.2 REVISÃO DE LITERATURA

1.2.1 Tendões e ligamentos da porção flexora distal dos membros de equinos

A porção distal do membro torácico dos equinos é uma modificação do padrão original de arquitetura do membro torácico dos mamíferos. Essencialmente, os cinco dígitos foram reduzidos para um elemento estrutural principal, o osso terceiro metacarpiano e as falanges proximal, média e distal associadas, além das estruturas tendíneas e ligamentares (KINGSBURY et al., 1977). Os tendões da porção distal dos membros dos equinos atuam principalmente para posicionar o membro corretamente durante a locomoção. Alguns tendões têm uma função adicional, atuando como molas para armazenar e liberar energia durante a locomoção, diminuindo assim o seu custo energético (ALEXANDER, 1991).

O tendão é um tecido de composição complexa, com função predominantemente mecânica: traduzir contrações musculares em movimento articular, transmitindo forças do músculo ao osso. Por sua rigidez intermediária, entre aquela do músculo e dos ossos, os tendões atuam como amortecedores para o aparelho esquelético. Devido ao papel fundamental deste tecido na mecânica da locomoção, lesões ou degenerações tendíneas podem ser altamente debilitantes, resultando em dor substancial, incapacidade e custos da saúde animal (VOLETI; BUCKLEY; SOSLOWSKY, 2012).

1.3 REFERÊNCIAS

ALEXANDER, R. M. **Elastic Mechanisms in Animal Movement**, Cambridge University Press, Cambridge, 1988.

ALEXANDER, R. M. Energy-saving mechanisms in walking and running. **Journal of experimental Biology**, v. 160, p.55-69, 1991.

BAMBER, J., COSGROVE, D., DIETRICH, C. F., et al. EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of ultrasound elastography. Part 1: basic principles and technology. **Ultraschall Medicine**, v. 34, n.2, p. 169–184, 2013.

BARR, R. G. Sonographic breast elastography: a primer. **Journal of Ultrasound Medicine**, v.31, n. 5, p. 773–783, 2012.

BARR, R. G. Elastography in Clinical Practice. **Radiology Clinics of North America**, v. 52, p. 1145–1162, 2014.

BATSON, E. L., PARAMOUR, R. J., SMITH, T. J., et al. Are the material properties and matrix composition of equine flexor and extensor tendons determined by their functions? **Equine Veterinary Journal**, v. 35, p. 314–318, 2003.

BAXTER, G.M., **Manual of Equine Lameness**, Wiley-Blackwell, 2011a.

BAXTER, G.M., **Adams and Stashak's Lameness in Horses**, 6 Ed., Lippincott, Williams & Wilkins, 2011b.

CAMP, C.L., SMITH, N. Phylogeny and functions of the digital ligaments of the horse. **Memoirs of the University of California**, Berkely 1908.13 B, p.69- 124, 1942.

CARVALHO, C. F., CHAMMAS, M. C. Elastography – a new technology associated with ultrasonography. **Clínica Veterinária**, v. 17, 104, p. 62-70, 2013.

CLEGG, P. D., STRASSBURG, S., SMITH, R. K. Cell phenotypic variation in normal and damaged tendons. **International Journal of Experimental Pathology**, v. 88, p.227–235, 2007.

COMSTOCK, C. Ultrasound elastography of breast lesions. **Ultrasound Clinics**, v.6, p.407-415, 2011.

CRASS, J. R., GENOVESE, R.L., RENDER, J. A., BELLON, E. M. Magnetic Resonance , Ultrasound and Histopathologic correlation of acute and healing equine tendon injuries. **Veterinary Radiology & Ultrasound.**, v. 33, n.4, p.206-216 , 1992.

DAHLGREN, L. A. Pathobiology of Tendon and Ligament Injuries. **Clinical Techniques in Equine Practice**, v. 6, n. 3, p.168-173, 2007.

DESTOUNIS, S., GRUTTADAURIA, J. L. Elasticity imaging. **Journal of Radiology Nursing**, v. 32, p. 124-130, 2013.

DIMERY, N. J., ALEXANDER, R. M., KER, R. F. Elastic extension of leg tendons in the locomotion of the horse (*Equus caballus*). **Journal of Zoology**, v. 210, p. 415-425, 1986.

DOWLING, B. A., DART, A. J., HODGSON, D. R., SMITH, R. K. W. Superficial digital flexor tendonitis in the horse. **Equine Veterinary Journal**, v. 32, n. 5, p. 369-378, 2000.

DRAKONAKI, E. E., ALLEN, G. M., WILSON, D. J. Ultrasound elastography for musculoskeletal applications. **British Journal of Radiology**, v.85, p.1435–1445, 2012.

DRAKONAKI, E. Ultrasound elastography for imaging tendons and muscles. **Journal of Ultrasonography**, v. 12, p. 214–225, 2012.

DUDEA, S. M., GIURGIU, C. R., DUMITRIU, D.; et al. Value of ultrasound elastography in the diagnosis and management of prostate carcinoma. **Medical Ultrasonography**, v.13, p.45-53, 2011.

DYCE, K. M., SACK, W. O., WENSING, C. J. G. The hindlimb of the horse. In: **Textbook of Veterinary Anatomy**, second ed. W.B. Saunders, Philadelphia, p. 611–630, 1996.

DYCE, K. M., SACK, W. O, WENSING, C. J. G. The forelimb of the horse. In: _____, eds. **Textbook of veterinary anatomy**. 3rd ed. Philadelphia: Saunders, p. 568–605, 2002.

DYSON, S. ARTHUR, R. M., PALMER, S. E., RICHARDSON, D. Suspensory ligament desmitis. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v.11, p.177-215, 1995.

FELICIANO, M. A. R., MARONEZI, M. C., PAVAN, L., CASTANHEIRA, T. L., SIMÕES, A. P. R., CARVALHO, C. F., CANOLA, J. C., VICENTE, W. R. R. ARFI elastography as complementary diagnostic method of mammary neoplasm in female dogs – preliminary results. **Journal of Small Animal Practice**, v. 55, p. 504–508, 2014a.

FELICIANO, M. A. R., MARONEZI, M. C., CRIVELLENTI, L. Z., CRIVELLENTI, S. B., SIMÕES, A. P. R., BRITO, M. B. S., GARCIA, P. H. S., VICENTE, W. R. R. Acoustic radiation force impulse (ARFI) elastography of the spleen in healthy adult cats – a preliminary study. **Journal of Small Animal Practice**, v. 56, p. 180-183, 2014b.

FELICIANO, M. A. R., MARONEZI, M. C., SIMÕES, A. P. R., USCATEGUI, R. R., MACIEL, G. S., CARVALHO, C. F., CANOLA, J. C., VICENTE, W. R. R. Acoustic radiation force impulse elastography of prostate and testes of healthy dogs: preliminary results. **Journal of Small Animal Practice**, v. 56, p. 320-324, 2015.

FELICIANO, M. A. R., MARONEZI, M. C., SIMÕES, A. P. R., MACIEL, G. S., PAVAN, L., GASSER, B., SILVA, P., USCATEGUI, R. R., CARVALHO, C. F., CANOLA, J. C., VICENTE, W. R. R. Acoustic radiation force impulse (ARFI) elastography of testicular disorders in dogs: preliminary results. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, p. 283-291, 2016.

GENOVESE, R. L., RANTANEN, N. W., HAUSER, M. L. et al. Diagnostic ultrasonography of equine limbs. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 2, p. 145-226, 1986.

GIBSON, K. T.; STEEL, C. M. Conditions of the suspensory ligament causing lameness in horses. **Equine Veterinary Education**, v.14, p.39-50, 2002.

GILLIS, C., L. Rehabilitation of tendon and ligament injuries. In: ANNUAL CONVENTION OF THE AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 43, Phoenix. Proceedings... Phoenix, 1997. p. 306-309, 1997.

GODDI, A.; BONARDI, M.; ALESSI, S. Breast elastography: a literature review. **Journal of Ultrasound**, p.1-7, 2012.

GUSSEKLOO, S. W. S., LANKESTER, J., KERSTEN, W., BACK, W. Effect of differences in tendon properties on functionality of the passive stay apparatus in horses. **American Journal of Veterinary Research**, v. 72, n. 4, 2011.

HOLDSWORTH, A., BRADLEY, K., BIRCH, S., BROWNE, W. J., BARBERET, V. Elastography of the normal canine liver, spleen and kidneys. **Veterinary Radiology and Ultrasound**, v. 55, p. 620-662, 2014.

JANSEN, M. O., VAN DEN BOGERT, A. J., RIEMERSMA, D. J., SCHAMHARDT, H. C. In vivo tendon forces in the frontlimb of ponies at the walk, validated by ground reaction force measurements. **Acta Anatomica**. v. 146, p. 162- 167, 1993.

KINGSBURY, H. B., QUDDUS, M. A., ROONEY, J. R., GEARY, J. E. A laboratory facility for reproduction of flexion rates and forces in the foreleg of the racehorse. University of Delaware, **Department of Mechanical and Aeronautical Engineering Technical Report**, n. 193, 1977.

KIRBERGER, R. Imaging artifacts in diagnostic ultrasound- A review. **Veterinary Radiology and Ultrasound**, v. 36, p. 297-306, 1995.

KONIG, H. E., LIEBICH, H. G. **Veterinary Anatomy of Domestic Mammals: Textbook and Colour Atlas**, Schattauer, 2009.

LACERDA-NETO, J. C., FREITAS, J. M. R., POGGIANI, F. M., DIAS, D. P. M., GRAVENA, K., BERNARDI, N. S., RIBEIRO, G., PALMEIRA-BORGES, V. Serial

superficial digital flexor tendon biopsies for diagnosing and monitoring collagenase-induced tendonitis in horses. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 33, n. 6, p. 710-718, 2013.

LAM, K. H., PARKIN, T. D. H., RIGGS, C. M., MORGAN, K. L. Descriptive analysis of retirement of Thoroughbred racehorses due to tendon injuries at the Hong Kong Jockey Club (1992–2004). **Equine Veterinary Journal**, v. 39, p. 143–148, 2007.

LEHMKE, H. Beitrag zur Pathogenese und Histologie des Sehnenklapps. **Deutsche Tierärztliche Wochenschrift**, p. 1-4, 1925.

LUSTGARTEN, M., REDDING, W. R., LABENS, R., MORGAN, M., DAVIS, W., SEILER, G. S. Elastographic characteristics of the metacarpal tendon in horses without clinical evidence of tendon injury. **Veterinary Radiology and Ultrasound**, v. 55, n. 1, p. 92–101, 2014.

LUSTGARTEN, M., REDDING, W. R., LABENS, R., DAVIS, W., DANIEL, T. M., GRIFFITH, E., SEILER, G. S. Elastographic evaluation of naturally occurring tendon and ligament injuries of the equine distal limb. **Veterinary Radiology and Ultrasound**, v. 0, n. 0, p. 1–10, 2015.

MARONEZI, M. C., FELICIANO, M. A. R., CRIVELLENTI, L. Z., SIMÕES, A. P. R., BARTLEWSKI, P. M., GILL, I., CANOLA, J. C., VICENTE, W. R. R. Acoustic radiation force impulse elastography of the spleen in healthy dogs of different ages. **Journal of Small Animal Practice**, v. 56, p. 393-397, 2015.

MARR, C. M.; McMILLAN, I.; BOYD, J. S. et al. Ultrasonographic and histopathological findings in equine superficial digital flexor tendon injury. **Equine Veterinary Journal**, v. 25, n. 1, p. 23-29, 1993.

MARXEN, S., LACERDA-NETO, J. C., MORAES, J. R. E., RIBEIRO, G., QUEIROZ-NETO, A. Efficacy of polysulphated glycosaminoglycan in the intratendinous treatment of experimental equine tendinitis. **Brazilian Journal of Morphological Sciences**, v. 20, n. 1, p. 43-46, 2003.

NICOLL, R. G.; WOOD, A. K. W.; ROTHWELL, T. L. W. Ultrasonographic and pathological studies of equine superficial digital flexor tendons; initial observations, including tissue characterizations by analysis of image gray scale, in a Thoroughbred gelding. **Equine Veterinary Journal**, v. 24, n. 4, p. 318-320, 1992.

OPHIR, J; ALAM, S. K., GARRA, B. S. et al. "Elastography: Imaging the elastic Properties of soft Tissues with ultrasound". **Journal Medical Ultrasonics**, v. 29, p. 155, 2002.

PASQUINI, C, SPURGEON, T.L. **An Anatomy of Domestic Animals: A Systemic and Regional Approach**, 10th Edition, 2003.

PROSKE, U., MORGAN, D. L. Tendon stiffness: methods of measurement and significance for the control of movement. A review. **Journal of Biomechanics**, v. 20, n. 1, p. 75-82, 1987.

REEF, V. B. **Equine diagnostic ultrasound**. Philadelphia: Saunders, 1998. 560 p.

RICHTER., H. Die Bedeutung der fedemden Gelenke oder Schnappgelenke. **Srhweiz. Arch. Tierheilk**, v.64, p. 7647, 1922.

RIEMERSMA, D. J., SCHAMHARDT, H. C. In vitro mechanical properties of equine tendons in relation to cross-sectional area and collagen content. **Research in Veterinary Science**, v. 39, n. 3, p.263-270, 1985.

RIEMERSMA, D. J., VAN DEN BOGERT, A. J., JANSEN, M. O., SCHAMHARDT, H. C.. Tendon strain in the forelimbs as a function of gait and ground characteristics and in vitro limb loading in ponies. **Equine Veterinary Journal**, v. 28, n. 2, p. 133-138, 1996.

RUMIAN, A. P., WALLACE, A. L., BIRCH, H. L. Tendons and ligaments are anatomically distinct but overlap in molecular and morphological features—a comparative study in an ovine model. **Journal of Orthopaedic Research**, p 458-464, 2007.

SCHNEIDER, R.K. et al. Magnetic resonance imaging evaluation of horses with lameness problems. In: ANNUAL CONVENTION OF THE AMERICAN ASSOCIATION OF EQUINE PRACTITIONERS, 51., 2005, Seattle. **Proceedings...** Lexington: International Veterinary Information Service.

SCHRYVER, H. F., BARTEL, D. H., LANGRANA, N., LOWE, J. E. Locomotion in the horse: Kinematics and external and internal forces in the normal equine digit in walk and trot. **American Journal of Veterinary Research**, v. 39, p. 1728-1733, 1978.

SHIVELY, M.J. Functional and clinical significance of the check ligaments. **Equine Practice**, v. 5, p.37-42, 1983.

SCHUURMAN, S. O., KERSTEN, W., WEIJS, W. A. The equine hind limb is actively stabilized during standing. **Journal of Anatomy**, v. 202, p. 355–362, 2003.

SISSON, S., GROSSMAN, D. **The Anatomy of the Domestic Animals**. 4 ed. W. B. Saunders Co., Philadelphia, USA. 1953.

SMITH, R. K. W. Tendon and Ligament Injury. **Proceedings of the 54th Annual Convention of The American Association of Equine Practitioners**, December 6–10, San Diego, California, USA, 2008.

SMITH, R. K. W. Pathophysiology of Tendon Injury In.: Ross, M. W.; Dyson, S. J. **Diagnosis and Management of Lameness in the horse**. 2 ed., p.694-695, 2011, 1424p.

SMITH, R. K. W., MCILWRAITH, C. W. Consensus on equine tendon disease: Building on the 2007 Havemeyer symposium. **Equine Veterinary Journal**, v. 44, p. 2–6, 2012.

SOFFLER, C. S., HERMANSON, J. W. Muscular design in the equine interosseus muscle. **Journal of Morphology**, v.267, p. 696-704, 2006.

SOUZA, M. V., VAN WEEREN, P. R., VAN SCHIE, H. T. M., VAN DE LEST, C. H. A. Regional differences in biochemical, biomechanical and histomorphological

characteristics of the equine suspensory ligament. **Equine Veterinary Journal**, v. 42, p.611– 620, 2010.

STEPHENS, P. R., NUNAMAKER, D. M., BUTTERWECK, D. M. Application of a Hall-effect transducer for measurement of tendon strains in horses. **American Journal of Veterinary Research**, v. 50, p. 1089-1095, 1989.

SWANSTROM, M. D., ZARUCCO, L., STOVER, S. M., et al. Passive and active mechanical properties of the superficial and deep digital flexor muscles in the forelimbs of anesthetized thoroughbred horses. **Journal of Biomechics**, v. 38, p. 579–586, 2005.

TAKAHASHI, T., MUKAI, K., OHMURA, H., AIDA, H., HIRAGA, A. In Vivo Measurements of Flexor Tendon and Suspensory Ligament Forces During Trotting Using the Thoroughbred Forelimb Model. **Journal of Equine Science**, v. 25, n. 1, p. 15–22, 2014.

VAN DEN BOGERT, A. J. **Computer simulation of locomotion in the horse**. Thesis. Utrecht. 1989.

VAN SCHIE, H. T. M., DOCKING, S. I., DAFFY, J., PRAET, E, ROSENGARTEN, S., COOK, J. L. Ultrasound tissue characterisation, an innovative technique for injury-prevention and monitoring of tendinopathy. **British Journal of Sports Medicine**, v. 47, p. 14, 2013.

VOLETI, P, B, BUCKLEY, M. R., SOSLOWSKY, L. J. Tendon Healing: Repair and Regeneration. **Annual Review of Biomedical Engineering**. V. 14, p.47–71, 2012.

WILLIAMS, R.B.; HARKINS, L.S.; HAMMOND, C.J.; WOOD, J.L. Racehorse injuries, clinical problems and fatalities recorded on British racecourses from flat racing and National Hunt racing during 1996, 1997 and 1998. **Equine Veterinary Journal**, v.33, n.5, p.478-486, 2001.

WILSON, A. M., MCGUIGAN, M. P., SU, A., VAN DEN BOGERT, A. J. Horses damp the spring in their step. **Nature**, v.414, 895-899, 2001.

WOOD, A. K. W.; SEHGAL, C. M.; REEF, V. B. Three dimensional sonographic imaging of the equine superficial digital flexor tendon. **American Journal of Veterinary Research**, v. 55, n. 11, p. 1505-1508, 1994.