

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 26/02/2021.

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

**AVALIAÇÃO ELASTOGRÁFICA DO MÚSCULO PECTÍNEO
EM CÃES HÍGIDOS E COM DISPLASIA COXOFEMORAL**

Pedro Paulo Rossignoli

Médico Veterinário

2019

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

**AVALIAÇÃO ELASTOGRÁFICA DO MÚSCULO PECTÍNEO
EM CÃES HÍGIDOS E COM DISPLASIA COXOFEMORAL**

Pedro Paulo Rossignoli

Orientador: Prof. Dr. Bruno Watanabe Minto

Coorientador: Prof. Dr. Marcus Antônio Rossi Feliciano

**Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp,
Campus de Jaboticabal, como parte das
exigências para a obtenção do título de
Mestre em Cirurgia Veterinária**

2019

R834a Rossignoli, Pedro Paulo
Avaliação elastográfica do músculo pectíneo em cães hípidos e com displasia coxofemoral / Pedro Paulo Rossignoli. -- Jaboticabal, 2019
50 p. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientador: Bruno Watanabe Minto
Coorientador: Mascus Antônio Rossi Feliciano

1. ortopedia. 2. cães. 3. ultrassonografia veterinária. 4. osteoartrose.
5. articulação de quadril. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: AVALIAÇÃO ELASTOGRÁFICA DO MÚSCULO PECTÍNEO EM CÃES HÍGIDOS E COM DISPLASIA COXOFEMORAL

AUTOR: PEDRO PAULO ROSSIGNOLI

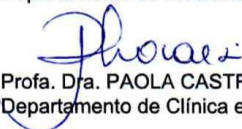
ORIENTADOR: BRUNO WATANABE MINTO

COORIENTADOR: MARCUS ANTÔNIO ROSSI FELICIANO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em CIRURGIA VETERINÁRIA, pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. BRUNO WATANABE MINTO
Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Prof. Dr. FERNANDO YÓITI KITAMURA KAWAMOTO
Departamento de Medicina Veterinária do Centro Universitário de Lavras / Lavras/MG


Profa. Dra. PAOLA CASTRO MORAES
Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária / FCAV / Unesp - Jaboticabal

Jaboticabal, 26 de fevereiro de 2019

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

PEDRO PAULO ROSSIGNOLI - nascido em 28 de julho de 1990, na cidade de Varginha, Minas Gerais. Graduiu-se em Medicina Veterinária pela Universidade Federal de Lavras, em janeiro de 2015. Aprimoramento profissional em medicina veterinária e saúde pública com ênfase em clínica cirúrgica de pequenos animais pela Universidade Estadual Paulista, câmpus de Jaboticabal (2015-2017). Atualmente, é bolsista FAPESP, aluno regular do Programa de Pós-graduação em Cirurgia Veterinária, nível mestrado, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus Jaboticabal, sob orientação do Prof. Dr. Bruno Watanabe Minto e coorientação do Prof. Dr. Marcus Antônio Rossi Feliciano

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Bruno Watanabe Minto pelos ensinamentos e orientação durante os últimos 4 anos de ensino, sem você eu não chegaria até aqui.

Agradeço também ao meu coorientador Prof. Dr. Marcus Antônio Rossi Feliciano por ter aceito me coorientar e ajudado na elaboração desse projeto em todas as etapas.

Agradeço a todos do laboratório de ortopedia, aprendi muito com todos e fiz grandes amizades.

Gostaria também de agradecer a minha esposa Thais. Você é meu porto seguro e meu mestrado só foi possível pois eu tinha você ao meu lado. Todos os dias conquistamos o mundo juntos.

À minha família CCPA. Passamos por muitas coisas juntos e com certeza levo todas as histórias guardadas no coração, vocês são uma inspiração diária para mim.

Agradeço aos órgãos de fomento: CNPq e FAPESP (processo nº2017/02900-0), por apoiar meu projeto de pesquisa e pela concessão de bolsa, permitindo minha dedicação exclusiva ao programa de Pós-Graduação.

Agradeço à Reitoria e ao Programa de Pós-Graduação em Cirurgia Veterinária da Unesp/Jaboticabal por incentivar a pesquisa de qualidade sem detrimento dos conceitos e normas éticas com as quais elas devem ser executadas.

SUMÁRIO

	Página
Certificado da Comissão de Ética no Uso de Animais -	ii
RESUMO -	iii
ABSTRACT -	iv
LISTA DE ABREVIATURAS.....	v
LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
CAPÍTULO 1 – Considerações Gerais	1
1. Introdução	1
2. Revisão de Literatura	2
2.1. Anatomia do quadril	2
2.2. Displasia coxofemoral.....	2
2.3. Músculo pectíneo	3
2.4. Ultrassonografia musculoesquelética	4
2.5. Elastografia	5
2.5.1. “Acoustic Radiation Force Impulse – ARFI”	7
3. Referências.....	9
CAPÍTULO 2 – Avaliação elastográfica do músculo pectíneo em cães hígidos e com displasia coxofemoral.....	15
RESUMO.....	15
ABSTRACT.....	16
INTRODUÇÃO.....	17
MATERIAL E MÉTODOS.....	18
RESULTADOS.....	21
DISCUSSÃO.....	26
REFERÊNCIAS.....	31

CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto intitulado "Ultrassonografia modo B e elastografia *Acoustic Radiation Force Impulse* (ARFI) na avaliação do músculo pectíneo em cães displásicos", protocolo nº 3212/17, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Bruno Watanabe Minto, 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 de 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 02 de março de 2017.

Vigência do Projeto	06/03/2017 a 28/02/2019
Espécie / Linhagem	Canina
Nº de animais	46
Peso / Idade	20-50 Kg / 2-6 anos
Sexo	Machos e fêmeas
Origem	Rotina do serviço de ortopedia e neurocirurgia de pequenos animais – Hospital Veterinário FCAV-Unesp, Câmpus de Jaboticabal.

Jaboticabal, 02 de março de 2017.


Prof.ª Dr.ª Lizandra Amoroso
Coordenadora – CEUA

AVALIAÇÃO ELASTOGRÁFICA DO MÚSCULO PECTÍNEO EM CÃES HÍGIDOS E COM DISPLASIA COXOFEMORAL

RESUMO – Objetivou-se verificar e comparar as características qualitativas (achados modo B e elastograma) e quantitativas (shear wave velocity) do músculo pectíneo de cães saudáveis e de pacientes com displasia do quadril. Trinta e um cães com displasia coxofemoral e dezessete cães saudáveis tiveram seus músculos pectíneos avaliados bilateralmente. O diagnóstico da displasia coxofemoral foi realizado em conjunto da sinais clínicos e imagens radiográficas. O grau de displasia foi definido seguindo as diretrizes estabelecidas pela Fédération Cynologique Internationale. Ecotextura e ecogenicidade de diferentes regiões musculares foram avaliados pela ultrassonografia modo B. A presença de deformidade e rigidez tecidual (tons distintos de cores e homogêneo ou heterogêneo) das mesmas regiões foram avaliadas pela acoustic radiation force impulse qualitativa. A shear wave velocity foi avaliada quantitativamente. Os achados de modo-B demonstraram padrões musculares hiperecogênico e heterogêneo em animais com displasia com comprometimento da delimitação muscular e perda do padrão ultrassonográfico normal do músculo, sendo tal característica um significativo indicador da afecção ($p < 0,0006$). À elastografia qualitativa observou-se que animais portadores de displasia coxofemoral apresentavam menor deformidade (maior rigidez) do músculo pectíneo e com cores mais avermelhadas. À avaliação quantitativa, as diferentes regiões avaliadas do músculo apresentaram valores de shear wave velocity similares. Pacientes com displasia tiveram a shear wave velocity do pectíneo superior do que em normais sendo que valores acima de 2,85 m/s demonstrou ser indicativo de displasia de quadril. A shear wave velocity também foi influenciada pelo grau da displasia e não houve correlação com a profundidade de avaliação e peso corpóreo, mas sim uma correlação com a idade. Concluiu-se que o músculo pectíneo se apresenta como uma estrutura mais rígida em cães com displasia coxofemoral e que existe relação entre o grau de displasia e a rigidez deste músculo quando avaliados pela elastografia.

Palavras-chave: displasia do quadril, elastografia, displasia pélvica canina.

ELASTOGRAPHIC EVALUATION OF PECTINEUS MUSCLE IN DOGS WITH AND WITHOUT HIP DYSPLASIA

ABSTRACT - The objective of this study was to verify and compare the qualitative characteristics (B-mode and elastogram findings) and quantitative (shear wave velocity) of the pectineus muscle of healthy dogs and patients with hip dysplasia. Thirty-one dogs with hip dysplasia and seventeen healthy dogs had their pectineus muscles evaluated bilaterally. The diagnosis of coxofemoral dysplasia was performed with clinical symptoms and radiographic images. The degree of dysplasia was defined following the guidelines established by the Fédération Cynologique Internationale. Ecotexture and echogenicity of different muscle regions were evaluated by ultrasonography mode B. The presence of tissue deformity and stiffness (different color tones and homogeneous or heterogeneous) from the same regions were evaluated by the acoustic radiation force qualitative impulse. The shear wave velocity was evaluated quantitatively. The B-mode findings demonstrated hyperechogenic and heterogeneous muscular patterns in animals with dysplasia with impaired muscle delimitation and loss of the normal ultrasound pattern of the muscle, a characteristic indicator of the condition ($p < 0.0006$). To qualitative elastography, it was observed that animals with hip dysplasia presented less deformity of the pectineus muscle and with redder colors. At the quantitative evaluation, the different evaluated regions of the muscle presented similar shear wave velocity values. Patients with dysplasia had a shear wave velocity of the upper pectineus than in normal, and values above 2.85 m / s were indicative of hip dysplasia. Shear velocity was also influenced by the degree of dysplasia and there was no correlation with depth of assessment and body weight, but rather a correlation with age. It was concluded that the pectineus muscle presents as a more rigid structure in dogs with hip dysplasia and that there is a relationship between the degree of dysplasia and the stiffness of this muscle when evaluated by elastography.

Keywords: hip dysplasia, elastography, canine pelvic dysplasia.

LISTA DE ABREVIATURAS

ARFI - *Acoustic Radiation Force Impulse*

AUC - Área Sob a Curva

ALT - Alanino Aminotransferase

CEUA - Comissão de Ética no Uso de Animais

DCF - Displasia Coxofemoral

MHz - Megahertz

m/s - Metros por Segundo

mg/kg - Miligramas por quilo

SWV - *Shear Wave Velocity*

UNESP - Universidade Estadual Paulista

VC - Valor de Coorte

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Avaliação estatística referente às análises qualitativas da ultrassonografia modo B e elastografia ARFI do músculo pectíneo em cães normais e displásicos (Jaboticabal, 2018).....	26
---	----

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** (A) Posicionamento e realização do exame de ultrassonografia e elastografia. A probe era colocada diretamente sobre o músculo pectíneo para a elaboração do exame após sua identificação por palpação. (B) Imagem fotográfica com ilustração demonstrando as três regiões musculares em que foram realizadas a captação de imagens. M – região medial; C – região central; L – região lateral..... 20
- Figura 2:** (A) Imagem ultrassonográfica da região medial do músculo pectíneo de paciente selecionado para o projeto de pesquisa e classificado como Grau A (articulação coxofemoral normal). Nota-se, pelo corte transversal, hipocogenicidade do músculo em relação aos tecidos adjacentes, fáscia hiperecoica e fibras dispostas como pontos hiperecoicos (*). (B) Imagem ultrassonográfica da região central do músculo pectíneo de paciente selecionado para o projeto de pesquisa e classificado como Grau D (displasia coxofemoral moderada). Nota-se a hiperecogenicidade do músculo em relação aos tecidos adjacentes, com ausência do padrão normal de disposição das fibras musculares, áreas hiperecoicas e hipocóicas, dando um aspecto heterogêneo para imagem (*)..... 22
- Figura 3:** Ilustração gráfica demonstrando sensibilidade e especificidade da SWV do músculo pectíneo em animais normais e displásicos por meio da técnica elastográfica ARFI..... 23
- Figura 4:** Avaliação estatística da SWV do músculo pectíneo em cães com diferentes graus de displasia de acordo com a Fédération Cynologique Internationale..... 24

Figura 5: (A) Imagem da elastografia ARFI do músculo pectíneo de pacientes selecionados para o projeto de pesquisa, demonstrando a análise qualitativa formada por imagens de tons de cores diferentes, sendo (A) Grau A; (B) Grau B; (C) Grau C; (D) Grau D; (E) Grau E. Notar gradual mudança do padrão de cor azul para as cores verde e vermelho sinalizando o aumento da rigidez das estruturas..... 25

CÁPITULO 1 – Considerações Gerais

1. INTRODUÇÃO

Os cães acometidos com displasia coxofemoral (DCF) perfazem grande percentual dos pacientes atendidos na rotina clínico-cirúrgica que apresentam alterações no quadril (Smith et al., 2012). Dentre as anormalidades, observam-se notadamente inflamação articular e osteoartrite secundária, culminando em diferentes quadros de desconforto e disfunção, potencialmente debilitante. Tal afecção é considerada anormalidade do desenvolvimento, manifestando-se bilateralmente e envolvendo estruturas como o acetábulo, cabeça e colo femorais (Schulz e Dejardin, 2007; Anderson, 2011)

Os ensaios biomecânicos na ortopedia estão frequentemente relacionados à avaliação do componente ósseo, podendo ser realizados com várias finalidades, como comparar ou avaliar a eficácia de diferentes métodos de fixação (Bernardé et al., 2012; Schmaedecke, 2007; Mesquita et al., 2010), testar a resistência de diferentes implantes (Mesquita et al., 2010), estudar a distribuição das forças atuantes no osso, bem como o deslocamento entre os fragmentos da fratura, dada a aplicação de determinado método de estabilização (Schmaedecke, 2007; Bernardé et al., 2012).

A avaliação biomecânica de tecidos orgânicos geralmente é estudada por meio de modelos *in vivo* (Prendergast et al., 2005) e *ex vivo* (Antunes, 2007). Considerando os métodos para estudos biomecânicos, a elastografia apresenta-se como uma técnica não invasiva e segura, permitindo avaliação da rigidez ou elasticidade tecidual de modo qualiquantitativo dos tecidos em humanos e animais (Carvalho et al., 2015). Apresentam-se relatos médicos, quanto ao estudo da rigidez, à elastografia, de órgãos como rins, glândula tireóide, fígado, glândulas mamárias, testículos, útero e pâncreas (Feliciano et al., 2014; Holdsworth et al., 2014; Feliciano et al., 2015; Jeon et al., 2015; Maronezi et al., 2015). Entretanto, existem poucos relatos que tratam da técnica para avaliação de estruturas musculoesqueléticas na veterinária.

O real papel da musculatura periarticular na patogenia da displasia coxofemoral ainda é pouco compreendida (Kowaleski, 2013) e estudos adicionais devem ser estimulados, uma vez que estas estruturas possuem importante função no mecanismo estabilizador do quadril.

Tendo em vista que o músculo pectíneo é uma estrutura que, durante a palpação, demonstra-se, em muitos casos, rígida em pacientes displásicos (Padilha Filho, 1992), decidiu-se estudar a aplicabilidade da elastografia “*Acoustic Radiation Force Impulse - ARFI*” para avaliar possíveis alterações na rigidez do músculo pectíneo de cães displásicos.

Acredita-se, hipoteticamente que os pacientes caninos com osteoartrose ou frouxidão, secundários à displasia coxofemoral, apresentem achados ultrassonográficos e de elastografia ARFI qualiquantitativos do musculo pectíneo diferentes dos animais saudáveis.

Concluimos que o músculo pectíneo se apresenta como uma estrutura mais rígida em cães com displasia coxofemoral e que existe relação entre o grau de displasia e a rigidez deste músculo quando avaliados pela elastografia.

Referências

Akagi, R., Kusama, S. (2015) Comparison between neck and shoulder stiffness determined by shear wave ultrasound elastography and a muscle hardness meter. *Ultrasound in Medicine and Biology* 41 (8), 2266–2271.

Akagi, R., Yamashita, Y., Ueyasu, Y. (2015) Age-related differences in muscle shear moduli in the lower extremity. *Ultrasound in Medicine and Biology* 41 (11), 2906–2912.

Antunes, A., Ozzo, F. V., Nakamura, M., *et al.* (2007) Analysis of the healthy lens surface using MAC Mode atomic force microscopy. *Micron* 38, 286-290.

Bar-On, L., Slane, L. C. (2016) Shear wave elastography for the assessment of muscle stiffness in children with CP: insights and challenges. *Developmental Medicine & Child Neurology* 58, 1209-1210.

Barr, R. G., Nakashima, K., Amy, D., *et al.* (2015) WFUMB guidelines and recommendations for clinical use of ultrasound elastography: Part 2: Breast. *Ultrasound in Medicine and Biology* 41, 1148-1160.

Baumer, T. G., Davis, L., Dischler, J., *et al.* (2017) Shear wave elastography of the supraspinatus muscle and tendon: Repeatability and preliminary findings. *Journal of Biomechanics* 53, 201-204.

Brandenburg, J. E., Eby, S. F., Song, P., *et al.* (2016) Quantifying passive muscle stiffness in children with and without cerebral palsy using ultrasound shear wave elastography. *Developmental Medicine and Child Neurology* 58, 1288-1294.

- Cannon, M. S., Puchalski, S. M. (2008) Ultrasonographic evaluation of normal canine iliopsoas muscle. *Veterinary Radiology and Ultrasound* 49, 378-382.
- Carpenter, E. L., Lau, H. A., Kolodny, E. H., *et al.* (2015) Skeletal muscle in healthy subjects versus those with GNE-related myopathy: evaluation with shear-wave US—A pilot study. *Radiology* 277 (2), 546–54.
- Carvalho, C. F., Cintra, T. C. F., Chammas, M. C. (2015) Elastography principle and considerations for clinical research in veterinary medicine cibeles. *Journal of Veterinary Medicine and Animal Health* 7, 99-110.
- Citi, S., Vignoli, M., Modenato, M., *et al.* (2005) A radiological study of the incidence of unilateral canine hip dysplasia. *Schweiz Archiv Tierheilkund* 147, 173-178.
- Cook, C. R. (2016) Ultrasound Imaging of the Musculoskeletal System. *Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice* 46, 355–371.
- Cook, J. L., Tomlinson, J. L., Constantinescu, G. M. (1996) Pathophysiology, diagnosis, and treatment of canine hip dysplasia. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian* 18, 853-867.
- Cullen, R., Canapp, D., Dycus, D., *et al.* (2017) Clinical Evaluation of Iliopsoas Strain with Findings from Diagnostic Musculoskeletal Ultrasound in Agility Performance Canines – 73 Cases. *Veterinary Evidence* 2 (2), 1-17.
- Dassler, C. L. (2003) Canine hip dysplasia: diagnosis and nonsurgical treatment. In: *Textbook of small animal surgery*. 3th edn. Slatter, D. Saunders, Philadelphia. pp 2019–2020.

Diogo, L. I., Minto, B. W., Dias, L. G. G. G., *et al.* (2018) Acoustic Radiation Force Impulse (ARFI) elastography of canine stifle structures. Proceedings of 5th World Veterinary Orthopaedic Congress ESVOT-VOS 19th ESVOT Congress. September 12 to 15, Barcelona. pp 715-716.

Eby, S. F., Cloud, B. A., Brandenburg, J. E., *et al.* (2015) Shear wave elastography of passive skeletal muscle stiffness: influences of sex and age throughout adulthood. *Clinical Biomechanics* 30(1), 22–27.

Feliciano, M. A. R., Uscategui, R. A. R., Maronezi, M. C., *et al.* (2017) Ultrasonography methods for predicting malignancy in canine mammary tumors. *Plos one* 12, 1-14.

Hatta, T., Giambini, H., Sukegawa, K., *et al.* (2016) Quantified mechanical properties of the deltoid muscle using the shear wave Elastography: potential implications for reverse shoulder Arthroplasty. *PLoS One* 11 (5), 1-11. a.

Hatta, T., Giambini, H., Zhao, C., *et al.* (2016) Biomechanical effect of margin convergence techniques: quantitative assessment of supraspinatus muscle stiffness. *PLoS One* 11 (9), 1-10. b.

Hatta, T., Giambini, H., Hooke, AW., *et al.* (2016) Comparison of passive stiffness changes in the supraspinatus muscle after double-row and knotless transosseous-equivalent rotator cuff repair techniques: a cadaveric study. *Arthroscopy: Journal of Arthroscopic and Related Surgery* 32 (10), 1973–1981. c.

Ihemelandu, E. C. (1980) Decrease in fibre numbers of dog pectineus muscle with age. *Journal of Anatomy* 130, 69-73.a

Ihemelandu, E. C. (1980) Loss of type 1 fibres in canine pectineus muscle hypotrophy. *Acta Anatomica* 107, 66-71.b

Kealy, R. D., Lawler, D. F., Ballam, J. M., *et al.* (2000) Evaluation of the effect of limited food consumption on radiographic evidence of osteoarthritis in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 217, 1678-1680.

Kealy, R. D., Olsson, S. E., Monti, K. L., *et al.* (1992) Effects of limited food consumption on the incidence of hip dysplasia in growing dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 201, 857-863.

Kowaleski, M. P. (2013) Biomechanical Considerations in Total Hip Replacement. In: *Advances in Small Animal Total Joint Replacement*. 1th edn. Peck, J. N., Marcellin-little, D. J. Wiley-Blackwell, Iowa. pp 53-67.

Kramer, M., Gerwing, M., Hach, V., *et al.* (1997) Sonography of the musculoskeletal system in dogs and cats. *Veterinary Radiology and Ultrasound* 38 (2), 139-149.

MacDonald. D., Wan, A., McPhee, M., *et al.* (2016) Reliability of abdominal muscle stiffness measured using elastography during trunk rehabilitation exercises. *Ultrasound in Medicine and Biology* 42 (4), 1018–1025.

Martinez, P. P. P., Martinez, M. P. P., Martinez, P. I. R., *et al.* (2016) Atrophy of pectineus muscle as etiological factor of hip dysplasia in dogs. *Proceedings of the World Small Animal Veterinary Association Congress*. September 21 to 30, Cartagena, Colombia. pp 846.

Mclaughlin Jr, R., Tomlinson, J. (1996) Radiographic diagnosis of canine hip dysplasia. *Veterinary Medicine* 91, 36-47.

Nordez, A., Hug, F. (2010) Muscle shear elastic modulus measured using supersonic shear imaging is highly related to muscle activity level. *Journal of Applied Physiology* 108 (5), 1389-1394.

Padilha Filho, J. G. (1992) Patologias da bacia e articulação coxofemoral de cães e gatos. In: Tópicos em Cirurgia de Cães e Gatos. C.R. Daleck., L.C. Baptista and L.S. Mukai, Funep-Unesp Jaboticabal. pp. 15-26.

Pepin, K. M., Ehman, R. L., Mcgee, K. P. (2015) Magnetic resonance elastography (MRE) in cancer: Technique, analysis and applications. *Progress in Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy* 90, 32-38.

Piccionello, A. P., Serrani, D., Busoni, V., *et al.* (2018) Sonoelastographic Features of the Patellar Ligament in Clinically Normal Dogs. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* 31, 279-284.

Prendergast, P. J., Van der helm, F. C. T., Duda, G. N. (2005) Analysis of muscle and joint loads. In: Basic orthopaedic biomechanics and mechano-biology. Mow, V. C., Huiskes, R. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia. Cap.2. pp 29-90.

Raghuvir, H. B., Shivrajsinh, K. J., Dipak, N. S., *et al.* (2013) Treatment of canine hip dysplasia: A review. *Journal of Animal Science* 3, 589-597.

Read, R. A. (2000) Conservative management of juvenile canine hip dysplasia. *Australian Veterinary Journal* 78 (12), 818-819.

Riser, W. H., Rhodes, W. H., Newton, C.D. (1985) Hip dysplasia. In: Textbook of Small Animal Orthopaedics. 1th edn. Newton, C. D., Nunamaker, D. M. Lippincott, Philadelphia. pp 953–980.

Shiina, T., Nightingale, K. R., Palmeri, M. L., *et al.* (2015) WFUMB guidelines and recommendations for clinical use of ultrasound elastography: Part 1: Basic principles and terminology. *Ultrasound in Medicine and Biology* 41, 1126-1147.

Smith, G. K., Karbe, G. T., Agnello, K. A., *et al.* (2012) Pathogenesis, diagnosis, and control of canine hip dysplasia. In: *Veterinary Surgery: Small Animal*. 1th edn. Tobias, K. M., Johnston, S. A. Saunders, Canada. pp 824-848.

Smith, G. K., Paster, E. R., Powers, M. Y., *et al.* (2006) Lifelong diet restriction and radiographic evidence of osteoarthritis of the hip joint in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 229, 690-693.

Tran, D., Podwojewski, F., Beillas, P., *et al.* (2016) Abdominal wall muscle elasticity and abdomen local stiffness on healthy volunteers during various physiological activities. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials* 60, 451–459.

Verhoeven, G. E. C., Coopman, F., Duchateau, L., *et al.* (2009) Interobserver agreement on the assessability of standard ventrodorsal hip-extended radiographs and its effect on agreement in the diagnosis of canine hip dysplasia and on routine FCI scoring. *Veterinary Radiology and Ultrasound* 50 (3), 259-263.

Vieira, G. L. T., Tôrres, R. C. S., Barros, G. S., *et al.* (2010) Associação entre o ângulo de Norberg, o percentual de cobertura da cabeça femoral, o índice cortical e o ângulo de inclinação em cães com displasia coxofemoral. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 62(5), 1094-1101.

Wallace, L. J. (1992) Pectineus tendon surgery for the management of canine hip dysplasia. *Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice* 3, 607-621.

Wigger, A., Tellhelm, B., Kramer, M., *et al.* (2008) Influence of femoral head and neck conformation on hip dysplasia in the German Shepherd Dog. *Veterinary Radiology & Ultrasound* 49 (3), 243-248.

Wood, J. L. N., Lakhani, K. H. (2003) Hip dysplasia in Labrador retrievers: the effects of age at scoring. *The Veterinary Record* 152 (2), 37-40.

Yamauchi, T., Hasegawa, S., Nakamura, M., *et al.* (2016) Effects of two stretching methods on shoulder range of motion and muscle stiffness in baseball players with posterior shoulder tightness: a randomized controlled trial. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 25 (9), 1395–1403.