

Avaliação ultrassonográfica de cães com ruptura do ligamento cruzado cranial submetidos a artrotomia*

Ultrasonographic Evaluation of Dogs with Cranial Cruciate Ligament Rupture Undergoing to Arthrotomy

Luanna Ferreira Fasanelo Gomes¹, Thales Bregadioli² & Stefano Carlo Filippo Hagen³

ABSTRACT

Background: The cranial cruciate ligament rupture (CrCLR) is the most common disease of the stifle joint in dogs. One of the major concerns in the assessment of these animals is diagnosing the presence of a medial meniscus tears, which is a frequent consequence due to the instability of the joint. Ultrasonography is indicated in the evaluation of the menisci from human and canine patients, and the results are similar to magnetic resonance imaging. The aim of this study was to compare the ultrasonography and the arthrotomy in the evaluation of the cranial cruciate ligament and medial meniscus of dogs with CrCLR undergoing surgery for stifle stabilization.

Materials, Methods & Results: Ultrasonographic examination was performed prior to arthrotomy in 23 dogs with diagnosis of complete CrCLR and five with suspected partial CrCLR undergoing for stifle joint stabilization surgery. The ultrasonography identified the complete rupture in 82.6% and the arthrotomy in 100% of the joints with this diagnosis. In the joints with suspected CrCLR during the clinical exam, arthrotomy and ultrasonography identified respectively three and four joints with partial CrCLR, and two and one with healthy ligaments. There was no difference between the two techniques in the assessment of the cranial cruciate ligament ($P = 0.20$). The ultrasonography identified medial meniscal tears in 39.3%, while arthrotomy was found in 21.4% ($P = 0.0006$) of the joints. The most frequent meniscal tear type observed in the arthrotomy was folded caudal horn. The ultrasonography was able only in differentiate presence and absence of meniscal injury. Besides the real tear that affects the meniscus morphology, the ultrasound also identified echogenicity and echotexture changes in the medial (5/28) and lateral (8/28) menisci. Other changes observed in all joints evaluated by ultrasound were the presence of effusion and synovial membrane thickening.

Discussion: The complete and almost complete CrCLR are diagnosed by clinical examination through the evaluation of instability of the stifle joint, which is not possible in partial CrCLR in stable joints. In this study of the five evaluated stable joints, the ultrasound correctly identified the partial CrCLR in three joints and the ligament integrity in one of the joints when compared to arthrotomy. In animals with stifle joint instability the meniscus assessment is fundamental as it is one of the main causes of persistent lameness in dogs subjected to conservative or surgical treatment. Ultrasonography cannot differentiate the types of meniscal tears but identified approximately 1.8 times more medial meniscus tears compared to arthrotomy. Despite the bucket handle being the most common tear of medial meniscus in dogs with CrCLR, four of the six meniscal tears identified by arthrotomy were folded caudal horn. This lesion causes cranial displacement of the caudal horn which may have facilitated its identification by minimally invasive arthrotomy, being the probable reason for its high incidence in this study. Echogenicity and echotexture changes without affecting the meniscus morphology were related with intrasubstance degeneration described in human medicine. Ultrasonography is not the better technique to assess the CrCL but can assist in identifying partial ruptures. Because it has results similar to magnetic resonance imaging, ultrasonography is an important tool in the diagnosis of meniscus tears.

Keywords: ultrasound, musculoskeletal, small animal, stifle, meniscus.

Descritores: ultrassom, musculoesquelético, pequenos animais, joelho, menisco.

DOI: 10.22456/1679-9216.93776

Received: 27 May 2019

Accepted: 10 September 2019

Published: 12 October 2019

*Article based on a Dissertation submitted by the senior author in partial fulfillment of requirements for the Doctor's Degree. ¹Setor de Diagnóstico por Imagem, Hospital Veterinário, Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), Sinop, MT, Brazil. ²Laboratório de Ortopedia e Traumatologia Comparada & ³Setor de Diagnóstico por Imagem, Departamento de Cirurgia Veterinária, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (FMVZ/USP), São Paulo, SP, Brazil. CORRESPONDENCE: L.F.F. Gomes [luanna@ufmt.br]. Hospital Veterinário, UFMT. Av. Alexandre Ferronato n. 1200. Setor Industrial. CEP 78557-267 Sinop, MT, Brazil.

INTRODUÇÃO

A ruptura do ligamento cruzado cranial (RLCCr) é uma das principais causas de claudicação em cães. Ocorre com maior frequência pela degeneração do ligamento que pela lesão traumática [18]. Cães com RLCCr completa ou quase completa [13], apresentam instabilidade articular, que pode ser diagnosticada pelos testes de compressão tibial e movimento de gaveta durante o exame clínico [19]. A ruptura parcial envolvendo menos de 75-79% das fibras, geralmente não causa instabilidade [13,25], sendo de difícil diagnóstico.

A lesão do menisco medial é frequente em cães com RLCCr, ocorrendo em 40-58% das articulações afetadas naturalmente [12,27] e em 100% das articulações com ruptura induzida experimentalmente [23]. O diagnóstico pelo exame clínico, é feito através da detecção de um click audível ou palpável do menisco durante a movimentação de flexão e extensão, porém este método é pouco sensível comparado com a ultrassonografia [11,15]. A identificação de lesão dos meniscos é importante tanto para animais submetidos ao tratamento conservativo como cirúrgico, pois é uma das causas da persistência da claudicação [17]. A artroscopia e a artrotomia são técnicas frequentemente utilizadas para inspeção dos meniscos em cães submetidos a cirurgia para estabilização, sendo a primeira superior a segunda na identificação das lesões [12,26]. Lesão do menisco diagnosticada após a cirurgia, pode estar relacionada com lesão ocorrida após o procedimento ou não identificada durante a artrotomia exploratória [26]. O objetivo deste estudo foi comparar as alterações do ligamento cruzado cranial (LCCr) e do menisco medial através da ultrassonografia e da artrotomia em cães com ruptura completa e parcial do LCCr.

MATERIAIS E MÉTODOS

Animais

Foram avaliados através de exame ultrassonográfico, animais atendidos no setor de ortopedia do HOVET-FMVZ-USP com diagnóstico de RLCCr completa e parcial e encaminhados para cirurgia de estabilização. Os critérios de inclusão foram: tempo entre o exame ultrassonográfico e a cirurgia não ser superior a 15 dias, não ter sido realizado procedimento cirúrgico anterior na articulação avaliada, ter sido realizada artrotomia durante o procedimento

cirúrgico e na descrição da cirurgia conter pelo menos dados sobre a condição do LCCr e do menisco medial.

No exame clínico todos os animais foram submetidos aos testes de compressão tibial e movimento de gaveta para avaliação da instabilidade articular [19]. As articulações instáveis, com resultados positivos para estes testes, foram diagnosticadas com RLCCr completa e as articulações estáveis ou com instabilidade discreta tiveram suspeita de RLCCr parcial.

Exame ultrassonográfico

Os exames foram realizados por um único radiologista com experiência de 3 anos na avaliação musculoesquelética de cães. Foi utilizado o equipamento de ultrassom mylab30 vet gold¹ equipado com transdutor linear de 12 a 18 Mhz. A escolha da frequência e a configuração do equipamento foi definida no momento do exame de acordo com o tamanho do animal. Para todos os exames foi selecionada a função composição de imagem, a qual diminui o efeito da anisotropia, dando maior definição as estruturas musculoesqueléticas [10]. Não foi utilizada sedação prévia, porém animais examinados imediatamente antes do procedimento cirúrgico, eventualmente já haviam sido submetidos a medicação pré-anestésica com 3,0 mg/kg de meperidina (Dolosal®)² e 0,01-0,03 mg/kg de acepromazina (Acepran ®0,2%)³.

Os cães foram posicionados em decúbito lateral com o membro a ser examinado voltado para cima. A região proximal a patela até a tuberosidade da tíbia foi tricotomizada. Para melhor acoplamento do transdutor com a pele foi utilizado gel condutor para ultrassom. Com o transdutor posicionado sobre o ligamento patelar no sentido longitudinal e a articulação flexionada, foram avaliadas a membrana sinovial e a gordura infrapatelar. Rotacionando em aproximadamente 15 graus o transdutor em sentido proximolateral-distomedial e fazendo a máxima flexão da articulação avaliamos a porção distal do LCCr até sua inserção na tíbia. Reposicionando o transdutor no sentido longitudinal da AFTP e deslocando o mesmo ao redor da articulação no sentido craniocaudal tanto medial quanto lateral avaliamos toda a extensão respectivamente do menisco medial e lateral.

O espessamento da membrana sinovial (EMS), foi graduado de 0 a 3 como realizado em pacientes humanos [6,7,9] e a efusão de acordo com o descrito para o exame ultrassonográfico da articulação FTP de equinos [5]. O menisco foi definido como: (0) íntegro; (1) presença

de alteração de ecogenicidade e contextura sem perda da morfologia; (2) lesão verdadeira, com perda da morfologia. O LCCr como: (0) íntegro, porção distal observada sem interrupções durante exame dinâmico (extensão e máxima flexão da articulação) e ausência de outras alterações na região de inserção do LCCr; (1) ruptura parcial, parte das fibras do ligamento identificadas sem interrupção durante exame dinâmico e presença de efusão na região de inserção; (2) ruptura completa, interrupção total das fibras do LCCr no exame dinâmico e presença de pelo menos efusão na região de inserção do ligamento.

As imagens ultrassonográficas foram avaliadas posteriormente pelo mesmo radiologista que realizou o exame. Esta avaliação foi realizada em conjunto com outras 136 articulações FTP de animais da rotina, não sendo identificados os animais, o diagnóstico e se foi ou não submetido ao procedimento cirúrgico.

Artrotomia

Durante o procedimento cirúrgico, a avaliação macroscópica de todas as articulações foi realizada por artrotomia craniomedial minimamente invasiva, sem deslocamento da patela [14]. As informações sobre a condição do LCCr e do menisco medial foram adquiridas por descrição do procedimento pelo cirurgião. Os procedimentos não foram realizados pelo mesmo cirurgião, pois há uma escala na rotina do setor de Ortopedia do HOVET-FMVZ-USP, havendo alternância entre os veterinários da equipe no centro cirúrgico.

Estatística

Neste estudo foram utilizados testes para dados não paramétricos. As comparações entre a avaliação ultrassonográfica e a artrotomia foram realizadas pelo teste de Wilcoxon. As correlações entre as alterações observadas na ultrassonografia e na artrotomia foram feitas pelo teste de Spearman. O nível de significância foi 5% ($P \leq 0,05$).

RESULTADOS

Foram submetidos a avaliação ultrassonográfica, anteriormente a cirurgia de estabilização da articulação FTP, 45 cães com diagnóstico de ruptura completa ou suspeita de ruptura parcial do LCCr. Dezesesseis animais foram excluídos pois o período entre o exame e a cirurgia excediam 15 dias, ou por falta de informações no relatório da cirurgia. Dos 28 cães incluídos, 67,9% (19/28) foram examinados imediatamente anterior e 32,1% (9/28) até 15 dias antes do procedimento cirúrgico.

Dessas nove articulações, nenhuma apresentou lesão mais severa na artrotomia comparada com a US. Dos animais avaliados, 82,1% (23/28) apresentaram diagnóstico de RLCCr completa, sendo somente uma relacionada com trauma em um cão jovem, todos foram submetidos ao procedimento de Osteotomia de nivelamento do platô da tíbia (TPLO). Dos cinco animais com suspeita clínica de RLCCr parcial, em três ela foi confirmada e os animais submetidos a TPLO e em dois não foi observada alteração do ligamento, sendo 1 submetido a osteotomia em cunha da tíbia (CWO) por apresentar ângulo elevado do platô tibial e o outro somente a biopsia da membrana sinovial.

A idade média dos cães foi de $5,8 \pm 2,3$ anos (1,2 - 10,0 anos) e peso $27,0 \pm 12,1$ kg (6,8 - 47 kg). Em relação ao sexo foram avaliadas 20 fêmeas, sendo 10 castradas e 9 machos, sendo 6 castrados. As raças representadas foram: SRD (7), Pit Bull (5), Buldogue Inglês (3), Golden Retriever (2). As demais raças foram representadas por um único animal: Maltes, Shit Zu, Yorkshire, Lhasa Apso, Labrador Retriever, Dogo Argentino, Pastor de Malinois, Doberman, Rottweiler, American Bully e American Staffordshire Terrier.

As alterações dos LCCr e dos meniscos mediais na US e na artrotomia estão descritos na Tabela 1. Todas as articulações apresentaram algum grau de efusão e/ou EMS no exame ultrassonográfico, exceto a do cão 8.

A ruptura completa do LCCr foi observada em 67,9% (19/28) e 82,1% (23/28), a parcial em 25,0% (7/28) e 10,7% (3/28) das articulações avaliadas pela US e artrotomia respectivamente. Ambas as técnicas identificaram 7,1% (2/28) das articulações sem ruptura. Não houve diferença entre o US e a artrotomia na avaliação do LCCr ($P = 0,20$). Todas as articulações em que o US detectou RLCCr completa tiveram diagnóstico de ruptura completa no exame clínico.

O US detectou lesão verdadeira do menisco em 39,3% (11/28) das articulações, 1,8 vezes mais que a artrotomia ($P = 0,0006$), a qual identificou lesão em 21,4% (6/28) das articulações. Além das lesões verdadeiras, a US identificou em 17,9% (5/28) das articulações alteração de ecogenicidade e ecotextura sem alteração da morfologia do menisco, sendo relacionada com a degeneração intrassubstancial descrita em humanos [16]. Não houve diferença das lesões dos meniscos, tanto pelo US ($P = 0,08$) como pela artrotomia ($P = 0,77$), entre animais que foram submetidos a cirurgia antes e após 30 dias do aparecimento dos sintomas.

Tabela 1. Alterações do LCCr e do menisco medial avaliadas através da ultrassonografia e da artrotomia.

Cão	Peso (kg)	LCCr		Menisco medial
		US	Artrotomia	Ultrassonografia
1	6,8	Parcial	Completa	Íntegro
2	7,0	Completa	Completa	Perda da morfologia, deslocamento cranioabaxial (2)
3	8,5	Completa	Completa	Perda da morfologia do corno caudal, efusão e extrusão (2)
4	9,0	Completa	Completa	Região axial hiperecogênica no corno cranial e perda da morfologia do corno caudal (2)
5	11,1	Parcial	Completa	Íntegro
6	11,6	Completa	Completa	Íntegro
7	15,0	Completa	Completa	Íntegro
8	23,3	Sem ruptura	Sem ruptura	Íntegro
9	23,4	completa	Completa	Região axial hiperecogênica no corno cranial, perda da morfologia do corno caudal com efusão e extrusão (2)
10	23,5	Completa	Completa	Íntegro
11	24,0	Parcial	Parcial	Íntegro
12	26,0	Completa	Completa	Contorno mal definido, sem efusão ao redor (1)
13	26,9	Parcial	Completa	Perda da morfologia do corno caudal, efusão e extrusão (2)
14	26,9	Sem ruptura	Completa	Íntegro
15	27,5	Completa	Completa	Hiperecogênico e com efusão ao redor (1)
16	28,5	Completa	Completa	Íntegro
17	30,0	Completa	Completa	Perda da morfologia do corno caudal, efusão e extrusão (2)
18	32,5	Parcial	Parcial	Íntegro
19	33,1	Completa	Completa	Perda da morfologia do corno caudal, efusão e extrusão (2)
20	34,0	Completa	Completa	hiperecogênico e com efusão ao redor (1)
21	35,0	Parcial	Sem ruptura	Íntegro
22	35,6	Completa	Completa	Íntegro
23	37,0	Parcial	Parcial	Heterogêneo e efusão ao redor (1)
24	43,3	Completa	Completa	Heterogêneo e efusão ao redor (1)
25	43,8	Completa	Completa	Perda da morfologia do corno caudal, efusão e extrusão (2)
26	44,0	Completa	Completa	Corno cranial heterogêneo. Perda da morfologia do corno caudal, efusão e extrusão (2)
27	46,0	Completa	Completa	Corno caudal com contorno irregular com efusão e extrusão (2)
28	47,0	Completa	Completa	Perda da morfologia do corno caudal, efusão e extrusão (2)

As alterações do LCCr e do menisco medial apresentaram correlação quando avaliadas pelo US ($Sr = 0,49$, $P = 0,008$), mas não pela artrotomia ($Sr = 0,24$, $P = 0,21$). Apesar do EMS ter tido correlação moderada com a lesão dos meniscos ($Sr = 0,53$, $P = 0,003$) e do LCCr no US ($Sr = 0,46$, $P = 0,014$), não foi possível comparar esta alteração com os achados na artrotomia, pois somente em 5 cães foi relatado sua aparência.

DISCUSSÃO

Na avaliação ultrassonográfica do LCCr tentamos identificar as fibras do ligamento e parte do

seu trajeto em direção a fossa intercondilar, além de alterações que sugerissem a presença de lesão como: efusão, EMS e alteração do menisco medial. Quando parte das fibras são identificadas no US, o acesso limitado a toda extensão do ligamento dificulta afirmar se a ruptura é completa ou parcial [1]. Neste estudo, três articulações com ruptura parcial do LCCr na US (Figura 1) apresentaram instabilidade no exame clínico e ruptura completa na artrotomia. Articulações instáveis no exame clínico podem apresentar ruptura parcial do LCCr envolvendo mais de 75% das fibras [25]. Na ressonância magnética (RM) de alto campo

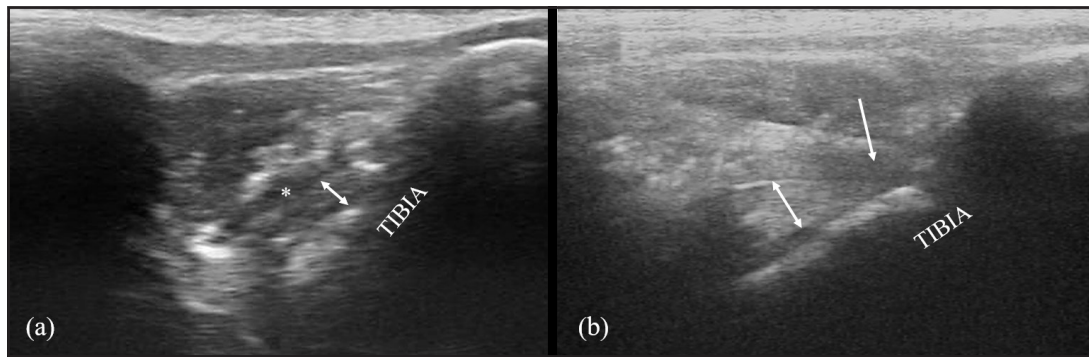


Figura 1. Imagens ultrassonográficas da região infrapatelar. a- pequena parte do LCCr com fibras definidas (seta dupla), presença de efusão no trajeto do ligamento (*). Este ligamento foi identificado com ruptura completa na artrotomia. b- grande parte do ligamento apresenta-se como íntegro (seta dupla), porém observa-se área hipocogênica sem definição das fibras em topografia da banda craniomedial. Este ligamento foi identificado com ruptura parcial na artrotomia, envolvendo somente a banda craniomedial.

lesões envolvendo mais de 79% das fibras são dificilmente diferenciadas da ruptura completa [13]. Apesar da artrotomia minimamente invasiva, poder limitar a visualização dos ligamentos cruzados [2], estudo anterior não observou diferença na identificação das rupturas parciais e completas entre a artrotomia e a artroscopia [25].

No cão 21 a presença de efusão e EMS, alterações frequentes em articulações com lesão do LCCr, e a visualização de parte do ligamento íntegro no US, levou ao diagnóstico de ruptura parcial. Porém na artrotomia o ligamento apresentou-se íntegro, apesar da severa alteração da membrana sinovial. Rupturas parciais envolvendo menor quantidade de

fibras do LCCr podem ser facilmente identificadas pela artroscopia, mas podem passar despercebidas na artrotomia [2].

As maiores discrepâncias entre o US e a artrotomia foram na articulação do cão 14. O LCCr foi definido como íntegro pelo US, pois sua região passível de visualização não apresentou alterações no exame estático e dinâmico, e apenas discretas alterações como efusão e EMS foram observadas (Figura 2). Contudo na artrotomia foi identificada ruptura completa e eversão do corno caudal do menisco medial. A eversão do corno caudal é uma lesão dinâmica da articulação instável [29], podendo o corno caudal estar hora posicionado corretamente (Figura 2b) hora evertido.

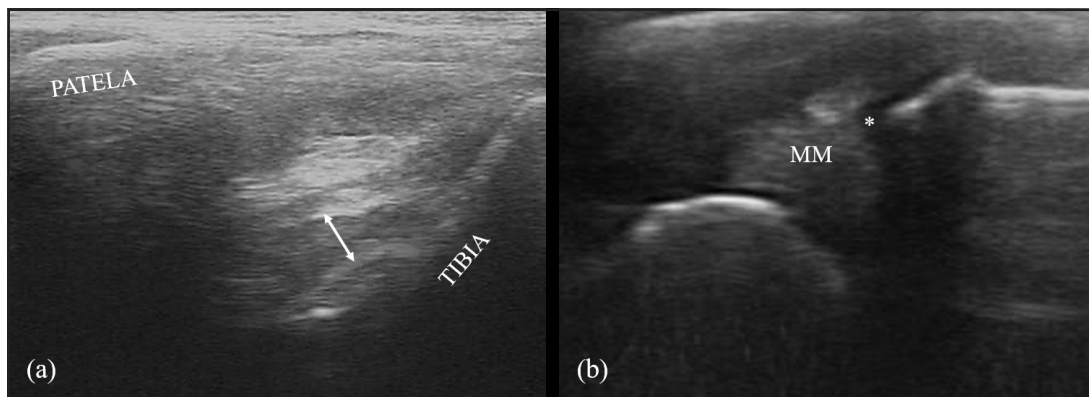


Figura 2. Imagens ultrassonográficas do cão 14. a- LCCr definido como íntegro (seta dupla), sem irregularidade e efusão na região de inserção do ligamento na tíbia. b- corno caudal do menisco medial com forma triangular preservada e topografia mantida, com discreta efusão ao redor (*). Este menisco apresentou eversão do corno caudal na artrotomia. MM=menisco medial.

A incidência de lesão do menisco medial é de 40%-58% nas articulações de cães com RLCCr avaliadas pela artroscopia [12,24,27]. Apesar da artroscopia identificar até 1,5 mais lesões dos meniscos que a artrotomia [25], neste estudo em somente 21,4%

das articulações foi identificada com lesão do menisco medial pela artrotomia, valor bem abaixo dos 75,86% observados anteriormente na mesma instituição [14]. Esta variação pode estar relacionada tanto com o menor número de animais avaliados em nosso estudo (n = 28)

comparado com o estudo anterior (n=82) como com a quantidade e experiência dos cirurgiões envolvidos em cada estudo.

A lesão mais frequente do menisco medial identificada na artrotomia foi a eversão do corno caudal (4/6), sendo em um caso acompanhada de lesão complexa. As outras lesões foram: uma em alça de balde e uma lesão complexa. Estudos com avaliação pela artrotomia relataram a maior incidência da eversão do corno caudal em cães com RLCCr [3,14]. Contudo, estudos recentes com artroscopia tem demonstrado que a lesão em alça de balde, um subtipo da lesão longitudinal vertical, é a mais frequente, chegando a 80% das lesões do menisco medial em cães com RLCCr [20,24,26].

Através da ultrassonografia é possível identificar a presença de lesão no menisco, mas não o tipo de lesão [15,22]. Neste estudo além das lesões verdadeiras identificamos meniscos com alteração de ecogenicidade, sem afetar sua forma triangular (Figura 3). Relacionamos a alteração de ecogenicidade com a degeneração intrassubstancial, descrita na medicina humana, a qual trata-se de degeneração mucoide do menisco e precede a lesão verdadeira [28]. Ela é identificada na RM por sinal intrameniscal grau 1 e 2, sem haver comprometimento da superfície do menisco [8,21]. A progressão da degeneração intrassubstancial para uma lesão verdadeira foi observada em pacientes humanos com sobrepeso [16], mas esta evolução ainda não está totalmente elucidada [8].

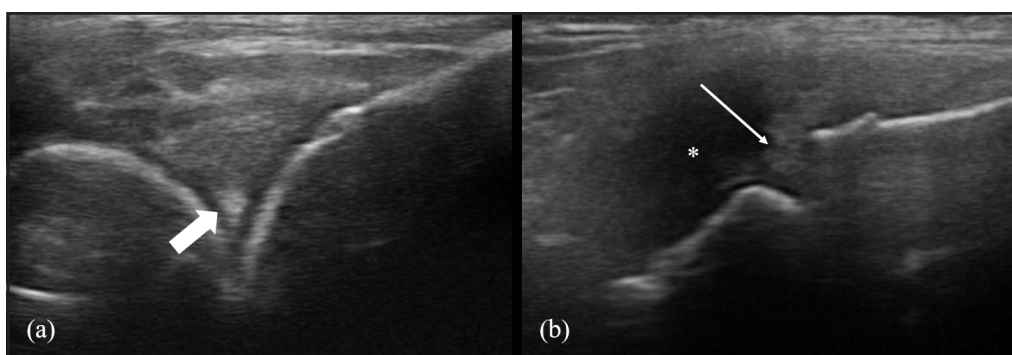


Figura 3. Imagens ultrassonográficas do menisco medial. a- alteração de ecogenicidade no corno cranial, forma triangular preservada e área hiperecogênica na região axial (seta larga). b- lesão verdadeira no corno caudal, perda da morfologia (seta), material deslocado caudalmente e presença de acentuada efusão ao seu redor (*). Essas duas alterações não foram identificadas na artrotomia.

As lesões dos meniscos mediais são mais frequentes em cães com RLCCr, porém lesões menos severas podem ser observadas em 13,6% - 77% dos meniscos laterais [4,27]. Através da US indentificamos alterações de ecogenicidade e ecotextura do menisco lateral em 28,6% das articulações avaliadas. Em cães submetidos a RLCCr induzida experimentalmente, a avaliação histopatológica do menisco lateral demonstrou espessamento por tecido fibroso rico em colágeno, essas alterações não foram identificadas na RM de baixo campo, na artroscopia e nem na necropsia [23], mas podem estar relacionados com a degeneração intrassubstancial descrita em pacientes humanos.

Apesar da artrotomia não ser a técnica mais indicada para o diagnóstico das lesões dos meniscos, no Brasil ainda é a mais utilizada na avaliação de cães com RLCCr submetidos a cirurgia de estabilização. O uso da probe para palpação do menisco medial na

artrotomia craniomedial pode aumentar em até 2,1 vezes a chance de detectar lesão do menisco comparada com observação visual isolada [26] e é indicado seu uso em todos os procedimentos. A RM de alto campo é a modalidade de imagem padrão ouro no diagnóstico das lesões do menisco, porém além de ser um exame de alto custo e difícil acesso, na medicina veterinária é necessário anestesia geral dos animais para realizá-la. A ultrassonografia é indicada para o diagnóstico das lesões dos meniscos em cães com RLCCr, pois seus resultados são equiparados ao da RM de alto campo [15].

Entre as limitações deste estudo podemos citar o difícil acesso a artroscopia e RM de alto campo no Brasil, não sendo possível compararmos os dados obtidos pela US e artrotomia com técnicas padrão ouro. A artrotomia não foi realizada por um único cirurgião, e a variação da experiência entre eles pode ter influenciado na identificação das lesões, principalmente do menisco medial.

CONCLUSÃO

O US pode auxiliar no diagnóstico das RLCCr parciais de cães sem instabilidade da articulação FTP. O exame ultrassonográfico pode identificar lesões dos meniscos não observadas na artrotomia, sendo indicado na avaliação de cães com RLCCr previamente a cirurgia de estabilização, principalmente quando a inspeção dos meniscos for realizada pela artrotomia. Por ser uma modalidade de imagem de baixo custo e fácil acesso, pode ser utilizada também no monitoramento de cães submetidos a tratamento conservativo e na avaliação dos meniscos de cães que voltam a claudicar após a cirurgia de estabilização.

MANUFACTURERS

¹Esaote. Genova, Italy.

²Cristália Produtos Químicos Farmacêuticos Ltda. Itapira, SP, Brazil.

³Vetnil-Indústria e Comércio de Produtos Veterinários Ltda. Louveira, SP, Brazil.

Ethical approval. The experiment was approved by the Ethical Committee for Animal Use of FMVZ/USP under the protocol number 6748090215

Declaration of interest. The authors report no conflicts of interest. The authors alone are responsible for the content and writing of the paper.

REFERENCES

- 1 Arnault F., Cauvin E., Viguier E., Kraft E., Sonet J. & Carozzo C. 2009. Diagnostic value of ultrasonography to assess stifle lesions in dogs after cranial cruciate ligament rupture: 13 cases. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*. 22(6): 479-485.
- 2 Beale B.S., Hulse D.A., Pozzi A. & Muir P. 2018. Arthroscopy and arthrotomy of the stifle. In: P. Muir (Ed). *Advances in the Canine Cranial Cruciate Ligament*. 2nd edn. Hoboken: Wiley-Blackwell, pp.171-184.
- 3 Bennett D. & May C. 1991. Meniscal damage associated with cruciate disease in the dog. *Journal of Small Animal Practice*. 32(3): 111-117.
- 4 Böttcher P., Brühshwein A., Winkels P., Werner H., Ludewig E., Grevel V. & Oechtering G. 2010. Value of low-field magnetic resonance imaging in diagnosing meniscal tears in the canine stifle: A Prospective study evaluating sensitivity and specificity in naturally occurring cranial cruciate ligament deficiency with arthroscopy as the gold standard. *Veterinary Surgery*. 39(3): 296-305.
- 5 Bourzac C., K., Rossier Y. & Laverty S. 2009. Comparison of radiography and ultrasonography for the diagnosis of osteochondritis dissecans in the equine femoropatellar joint. *Equine Veterinary Journal*. 41(7): 685-692.
- 6 Bruyn G.A.W., Naredo E., Damjanov N., Bachtá A., Baudoin P., Hammer H.B., Lamers-Karnebeek F.B.G., Parera I.M., Richards B., Taylor M., Ben-Artzi A., D'Agostino M.A., Garrido J. & Iagnocco A. 2016. An OMERACT reliability exercise of inflammatory and structural abnormalities in patients with knee osteoarthritis using ultrasound assessment. *Annals of the Rheumatic Diseases*. 75(5): 842-846.
- 7 Cao J., Zheng B., Meng X., Lv Y., Lu H., Wang K., Huang D. & Ren J. 2018. A novel ultrasound scanning approach for evaluating femoral cartilage defects of the knee: comparison with routine magnetic resonance imaging. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*. 13(1): 178.
- 8 Crema M.D., Hunter D.J., Roemer F.W., Li L., Marra M.D., Nogueira-Barbosa M.H., Le Graverand M.P.H., Wyman B.T. & Guermazi A. 2011. The relationship between prevalent medial meniscal intrasubstance signal changes and incident medial meniscal tears in women over a 1-year period assessed with 3.0 T MRI. *Skeletal Radiology*. 40(8): 1017-1023.
- 9 D'Agostino M. A., Terslev L., Aegerter P., Backhaus M., Balint P., Bruyn G.A., Filippucci E., Grassi W., Iagnocco A., Jousse-Joulin S., Kane D., Naredo E., Schmidt W., Szkudlarek M., Conaghan P.G. & Wakefield R.J. 2017. Scoring ultrasound synovitis in rheumatoid arthritis: a EULAR-OMERACT ultrasound taskforce-Part 1: definition and development of a standardised, consensus-based scoring system. *Rheumatic and Musculoskeletal Diseases Open*. 3(1): e000428.
- 10 Derchi L.E. & Rizzatto G. 2007. Technical Requirements. In: Bianchi S. & Martinoli C. (Eds). *Ultrasound of the Musculoskeletal System*. Berlin: Springer-Verlag, pp.3-16.
- 11 Dillon D.E., Gordon-Evans W.J., Griffon D.J., Knap K.M., Bubb C.L. & Evans R.B. 2014. Risk factors and diagnostic accuracy of clinical findings for meniscal disease in dogs with cranial cruciate ligament disease. *Veterinary Surgery*. 43(4): 446-450.

- 12 **Dyall B. & Schmökel H. 2017.** Tibial tuberosity advancement in small-breed dogs using TTA Rapid implants: complications and outcome. *Journal of Small Animal Practice*. 58(6): 314-322.
- 13 **Fazio C.G., Muir P., Schaefer S.L. & Waller III K.R. 2018.** Accuracy of 3 Tesla magnetic resonance imaging using detection of fiber loss and a visual analog scale for diagnosing partial and complete cranial cruciate ligament ruptures in dogs. *Veterinary Radiology and Ultrasound*. 59(1): 64-78.
- 14 **Ferrigno C.R.A., Caquias D.F.I., Nina M.I.D., Cunha O., Ito K.C., Mariani T.C., Ferraz V.C.M. & Cotes L. 2012.** Ruptura de menisco associada à ruptura de ligamento cruzado cranial em cães. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*. 49(4): 301-306.
- 15 **Franklin S.P., Cook J.L., Cook C.R., Shaikh L.S., Clarke K.M. & Holmes S.P. 2017.** Comparison of ultrasonography and magnetic resonance imaging to arthroscopy for diagnosing medial meniscal lesions in dogs with cranial cruciate ligament deficiency. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 251(1): 71-79.
- 16 **Guimaraes J.B., Nevitt M.C., McCulloch C.E., Schwaiger B.J., Gersing A.S., Facchetti L., Bucknor M.D., Chanchek N., Liu F., Joseph G.B. & Link T.M. 2018.** Association of weight change with progression of meniscal intrasubstance degeneration over 48 months: Data from the Osteoarthritis Initiative. *European Radiology*. 28(3): 953-962.
- 17 **Hart J.L., May K.D., Kieves N.R., Mich P.M., Goh C.S.S., Palmer R.H. & Duerr F.M. 2016.** Comparison of owner satisfaction between stifle joint orthoses and tibial plateau leveling osteotomy for the management of cranial cruciate ligament disease in dogs. *Journal American Veterinary Medical Association*. 249(4): 391-398.
- 18 **Hayashi K., Manley P. & Muir P. 2004.** Cranial cruciate ligament pathophysiology in dogs with cruciate disease: a review. *Journal of the American Animal Hospital Association*. 40(5): 385-390.
- 19 **Henderson H.A. & Milton J.L. 1978.** The Tibial Compression Mechanism: A Diagnostic Aid in Stifle Injuries. *Journal of the American Animal Hospital Association*. 14(4): 474-479.
- 20 **Kaufman K., Beale B.S., Thames H.D. & Saunders W.B. 2017.** Articular cartilage scores in cranial cruciate ligament-deficient dogs with or without bucket handle tears of the medial meniscus. *Veterinary Surgery*. 46(1): 120-129.
- 21 **Low A.K., Carmody D.J., Lucas P. & Hale D. 2008.** Clinical significance of intrasubstance meniscal lesions on MRI. 52(3): 227-230.
- 22 **Mahn M.M., Cook J.L., Cook C.R. & Balke M.T. 2005.** Arthroscopic verification of ultrasonographic diagnosis of meniscal pathology in dogs. *Veterinary Surgery*. 34(4): 318-323.
- 23 **Martig S., Konar M., Schmökel H.G., Rytz U., Spreng D., Scheidegger J., Höhl B., Kircher P.R., Boisclair J. & Lang J. 2006.** Low-field mri and arthroscopy of meniscal lesions in ten dogs with experimentally induced cranial cruciate ligament insufficiency. *Veterinary Radiology and Ultrasound*. 47(6): 515-522.
- 24 **Neal B.A., Ting D., Bonczynski J.J. & Yasuda K. 2015.** Evaluation of meniscal click for detecting meniscal tears in stifles with cranial cruciate ligament disease. *Veterinary Surgery*. 44(2): 191-194.
- 25 **Plesman R., Gilbert P. & Campbell J. 2013.** Detection of meniscal tears by arthroscopy and arthrotomy in dogs with cranial cruciate ligament rupture: A retrospective, cohort study. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*. 26(1): 42-46.
- 26 **Pozzi A., Hildreth III B.E. & Rajala-Schultz P.J. 2008.** Comparison of arthroscopy and arthrotomy for diagnosis of medial meniscal pathology: An *ex vivo* study. *Veterinary Surgery*. 37(8): 749-755.
- 27 **Ralphs S.C. & Whitney W.O. 2002.** Arthroscopic evaluation of menisci in dogs with cranial cruciate ligament injuries: 100 cases (1999-2000). *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 221(11): 1601-1604.
- 28 **Stoller W., Martin C., Crues III J.V., Kaplan L. & Mink J.H. 1987.** Meniscal Tears: Pathologic correlation with MR imaging. *Radiology*. 163(3): 731-735.
- 29 **Stone E.A., Betts C.W. & Rudy R.L. 1980.** Folding of the Caudal Horn of the Medial Meniscus Secondary to Severance of the Cranial Cruciate Ligament. *Veterinary Surgery*. 9(4): 121-124.