

IMAGENOLOGIA DA COLUNA CERVICAL DE EQUÍDEOS

Mário Aigner RIBEIRO¹

Vânia Maria de Vasconcelos MACHADO²

RESUMO

Frequentemente profissionais experientes enfrentam dificuldades em avaliar exames imagenológicos da região cervical de asininos e muares, uma vez que é escassa, quando não inexistentes, bases científicas que possam auxiliá-los, sendo comum estudos em cavalos, que acabam por serem referências àquelas espécies. A complexidade anatômica também colabora a este laborioso diagnóstico, onde a radiografia e a ultrassonografia são consideradas primordiais por serem não invasivas, de baixo custo e se complementarem. Em cavalos, os diâmetros sagital mínimo e intervertebral são utilizados para diagnóstico em casos de ataxia. Infiltrações guiadas por ultrassonografia são utilizadas em equinos com finalidade diagnóstica ou terapêutica.

Palavras-chave: vértebra cervical, asininos, muares, radiografia, ultrassonografia

ABSTRACT

Experienced professionals often face difficulties in evaluating imaging exams of the cervical region of donkeys and mules, since there is little, if not none, scientific basis that can help them, with studies in horses common, which end up being references to those species. Anatomical complexity also contributes to this laborious diagnosis, where radiography and ultrasound are considered essential because they are non-invasive, inexpensive and complement each other. In horses, the minimum sagittal and intervertebral diameters are used for diagnosis in cases of ataxia. Infiltrations guided by ultrasonography are used in horses for diagnostic or therapeutic purposes.

Keywords: cervical vertebra, donkeys, mules, radiography, ultrasound

¹ Doutorando em Biotecnologia Animal – Departamento de Cirurgia Veterinária e Reprodução Animal – Setor de Diagnóstico por Imagem – FMVZ – UNESP – Botucatu/SP – Brasil. hotmarinho@hotmail.com

² Professora Associada do Departamento de Cirurgia Veterinária e Reprodução Animal – Setor de Diagnóstico por Imagem – FMVZ – UNESP – Botucatu/SP - Brasil. vaniamvm@fmvz.unesp.br

INTRODUÇÃO

Comumente profissionais experientes enfrentam dificuldades em avaliar as imagens obtidas em exames imagenológicos da região cervical de asininos e muares, uma vez que é escassa, quando não inexistentes, bases científicas que possam auxiliar diagnósticos imagenológicos, sendo comum estudos em cavalos, que acabam por serem referências àquelas espécies.

Os cavalos possuem 7 vértebras cervicais, sendo a primeira (C1 ou atlas) e a segunda (C2 ou áxis) as mais distintas anatomicamente em comparação às demais e isso se deve às suas funções especiais de suportar e movimentar a cabeça. A terceira (C3), quarta (C4) e quinta (C5), possuem um padrão anatômico relacionado ao corpo, arco, processos articulares, processo transversos, forame transverso e processo espinhoso. Já a sexta (C6) e sétima (C7), apresentam característica especiais, mas não diferem grandemente do padrão. À exceção do atlas, as demais são cuboides, maciças e mais longas que as demais vértebras da coluna espinhal. O atlas não possui corpo nem processos espinhosos, possuindo formato de anel e, lateralmente, processos transversos (asas). É assim denominado pois, no ser humano, suporta o globo da cabeça e na mitologia grega, os céus. Já o áxis assim foi denominado porque refere-se ao eixo ao redor do qual a C1 gira, ademais é a vértebra mais longa e caracteriza-se por possuir centralmente o dente ou processo odontoide, seus processos articulares são típicos e o processo espinhoso é largo e robusto, apresentando caudalmente os processos articulares caudais. A C6 é mais curta e mais larga que a C5, apresentando processos articulares mais curtos, mais espessos e mais separados. A C7 é mais curta e mais larga que as demais, apresentando um achatamento dorsoventral em seu corpo, que é mais largo, principalmente em sua porção caudal. Seus processos articulares craniais são mais largos e mais extensos que o par caudal (GETTY, 1986). A figura 1 apresenta as vértebras cervicais vistas lateralmente.

Não apenas a complexidade anatômica está envolvida no laborioso diagnóstico imagenológico dessa região em equídeos, mas também os resultados obtidos por exames imagenológicos por vezes não evidenciam lesões sutis, mas capazes de produzirem apresentações clínicas de difícil compreensão, o que faz premente o estudo

das vértebras cervicais pelas distintas técnicas de diagnóstico por imagem que possam prestar auxílio na compreensão clínica dessa região.

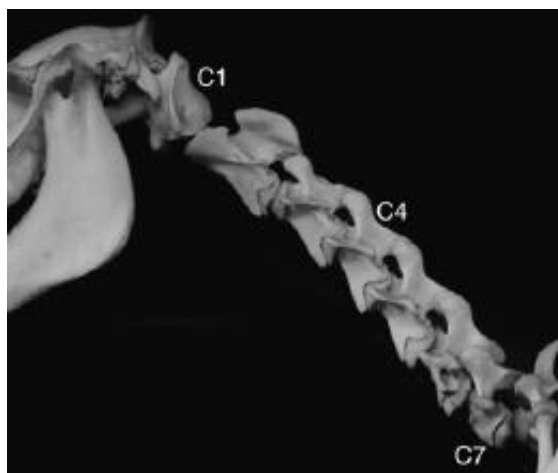


Figura 1. Vista lateral de uma preparação óssea da coluna vertebral cervical de um cavalo jovem (BAINBRIDGE, 2018).

Dentre os exames imagenológicos, a radiografia e a ultrassonografia são consideradas primordiais por serem de realização não invasiva, baixo custo e se complementarem, uma vez que aquela traduz com fidedignidade as estruturas ósseas e esta, as demais estruturas correlatas aos ossos.

A interpretação radiográfica é realizada utilizando-se duas habilidades. Uma cognitiva, relacionada aos aspectos clínicos e outra perceptiva, ou seja, quanto aos aspectos da observação visual. A observação de obras de arte melhora as habilidades de observação visual, aprimorando a identificação de anormalidades e descrição das anormalidades, indicando que o treinamento em observação visual pode ser um complemento valioso à interpretação radiográfica (BECK; GAUNT; CHIAVAROLI, 2017).

Os erros interpretativos são cometidos por radiologistas e que ainda permanecem presentes na elaboração de laudos radiográficos muito embora a tecnologia de imagem tenha avançado significativamente. Uma das recomendações deste autor é a utilização de dois leitores para a elaboração de laudos (GARLAND, 1949).

Os radiologistas usam detecção visual, reconhecimento de padrões, memória e raciocínio cognitivo para sintetizar as interpretações finais dos estudos radiológicos em um ambiente repleto de distratores extrínsecos, aumentando as cargas de trabalho e

fadiga. Algum grau de erro é inevitável, mesmo a observadores experientes. No entanto, a compreensão das causas de erros interpretativos pode ajudar a mitigar erros com consequente aumento da segurança ao paciente (WAITE et al., 2017).

Esses erros ao diagnóstico radiológico podem ser entendidos como os resultados falso-positivos ou falso-negativos em estudo realizado com cavalos sadios e aqueles que apresentavam quadro clínico de mielopatia estenótica cervical (MEC), comparando as razões das mensurações inter e intravertebrais cervicais do diâmetro sagital mínimo (DSM) em cavalos, obtidas por exame radiográfico da estenose do canal e definidas pela histopatologia da medula espinhal. Relatam que medições post-mortem por ressonância magnética (RM) dessas áreas do canal vertebral e sua relação com a medula espinhal, foram precisas aos locais de compressão nos casos de MEC, não havendo também diferenças nas mensurações realizadas nos cavalos sadios. Concluem afirmando que as mensurações à RM foram capazes de prever lesões histopatológicas compressivas, independentemente do local vertebral, quando àquelas obtidas por exame de RX. No entanto, salientam que mais estudos são necessários para a definição dos parâmetros obtidos em exames de RM para o diagnóstico de MEC em cavalos como atualmente pode ser feito com as mensurações intra e intervertebral e do DSM em exames radiográficos (JANES et al., 2014).

Diante dessas considerações e principalmente por não haver, na literatura consultada, padrões imagenológicos das vértebras cervicais em asininos e muares, ressalta-se a necessidade de compilar referências científicas que auxiliem as interpretações radiográficas e ultrassonográficas nesta região.

REVISÃO DA LITERATURA

APLICABILIDADE DA RADIOLOGIA NA COLUNA VERTEBRAL CERVICAL DE EQUÍDEOS

Dos padrões observados em cavalos, o diâmetro sagital mínimo (Figura 2) é utilizado para diagnóstico de casos clínicos, em jovens que apresentem ataxia

(incoordenação motora), suspeitando-se de estenose vertebral cervical que pode apresentar-se clinicamente como má-formação vertebral cervical (HAHN et al., 2008; JANES et al., 2015) ou mielopatia estenótica cervical (JANES et al., 2015; MACKIE, 2001; PEZZANITE; EASLEY, 2019; TOMIZAWA et al., 1994), também denominada de mielopatia compressiva vertebral cervical (VAN BIERVLIET, 2007) ou síndrome de Wobbler (JANES et al., 2015; MACKIE, 2001; PEZZANITE; EASLEY, 2019; TOMIZAWA et al., 1994).

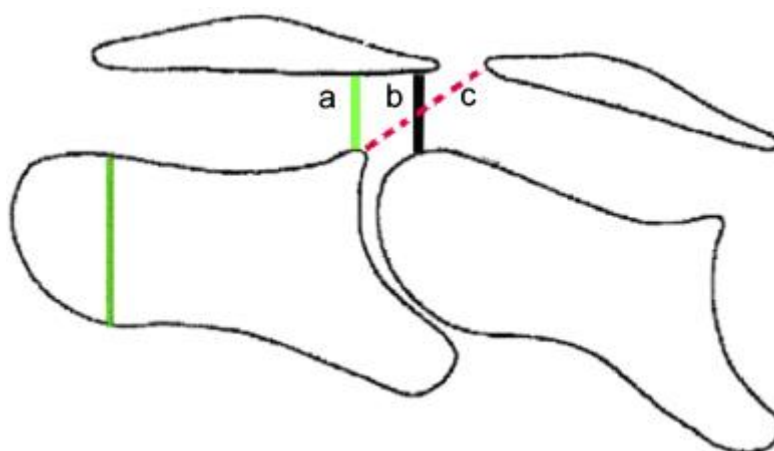


Figura 2. Representação de duas vértebras cervicais mostrando locais para mensurar os diâmetros sagitais intra e intervertebral e a largura do corpo vertebral. Para uma vértebra específica, o diâmetro mínimo intravertebral pode estar em qualquer lugar ao longo do canal vertebral (a) e o diâmetro sagital intervertebral mínimo é a menor das duas medidas (b) ou (c) (HAHN et al., 2008).

A compressão da medula espinhal pode levar à apresentação clínica de incoordenação motora em cavalos idosos que apresentem osteoartrite nos processos espinhosos das vértebras cervicais (VAN BIERVLIET, 2007).

Além da ataxia, outras podem ser as apresentações clínicas que requerem avaliação radiográfica das vértebras cervicais: postura anormal do pescoço, atrofia muscular, inchaço do pescoço, rigidez ou dor, incapacidade de permanecer em pé e, ocasionalmente, claudicação (WHITWELL; DYSON, 1987). São raras as malformações das vértebras cervicais em cavalos. Além disso, as enfermidades que possuem sede na região cervical e que sejam possíveis de serem diagnosticadas radiograficamente: anormalidades congênitas das vértebras cervicais (malformação occipito-atlanto-axial e fusão vertebral ou sinostose), anormalidades do desenvolvimento, estenose vertebral,

espessamento das epífises caudais, artropatias, subluxação (instabilidade vertebral), fraturas, osteomielites, neoplasias e anormalidades que frequentemente associadas à velhice (espondilose e osteoporose difusa) (WHITWELL; DYSON, 1987).

Destes estudos radiográficos citados, a posição látero-lateral foi unânime, havendo autores que descreveram uma técnica em que utilizam uma padronização em apoiar o queixo dos cavalos numa plataforma a determinada altura, o que traz o inconveniente em ter que tranquilizar os pacientes com o uso de sedativos (WITHERS et al., 2009). No entanto, em recente estudo, outros pesquisadores (BECCATI et al., 2018) demonstraram que pequenas variações na posição do pescoço estando a cabeça mais alta em alguns cavalos, ou mais baixa, em outros, não demonstrou diferença significativa na imagem radiográfica obtida para mensurações do diâmetro sagital mínimo, bem como dos diâmetros intra e intervertebrais, o que corrobora a metodologia do presente estudo em utilizar a posição de estação, sem utilização de sedativos, em que os pacientes estejam voluntariamente posicionando a cabeça, desde que mantenham a coluna cervical no plano sagital, seja adotada à realização dos exames radiográficos desta região.

Diferenças anatômicas na C6 em cavalos obtidas por exames radiográficos, foram diagnosticadas como anomalias (DEROUEN; SPRIET; ALEMAN, 2016), sendo associadas a casos de estenose do canal vertebral e de osteoartrite. Tais vértebras C6 anômalas, apresentavam ausência simétrica ou assimétrica da lâmina ventral, sendo uma variação radiográfica relativamente comum. A maioria destes animais apresentou uma razão intravertebral sagital inferior a 0,5 em C6, sugerindo que a anomalia da lâmina poderia estar associada a outra anomalia de desenvolvimento, havendo ainda, nestes casos, presença de dor cervical. No entanto, os autores sugerem estudo prospectivo em larga escala, incluindo cavalos de controle sem sinais clínicos para obtenção de resultados mais fidedignos.

Diferenças anatômicas entre asininos e muares elencou distinções quanto à região laringiana, musculatura cutânea, duto nasolacrimonial e até quanto aos ossos do sacro e região coccígea, inclusive descrevendo as diferenças da quantidade de vértebras da coluna vertebral dos muares em relação aos cavalos (fórmula vertebral nos muares: C7, T18, L5, S5, Ca15–17 e a dos cavalos: C7, T18, L6, S5, Ca15–21), na qual podemos

observar que possuem a mesma quantidade de vértebras cervicais, havendo diferença em relação às lombares e caudais, mas sem mais pormenores (BURNHAM, 2002).

Essa fórmula apresentada aos muares foi anteriormente descrita por outros autores (JAMDAR; EMA, 1982).

A tomografia computadorizada (TC) é uma técnica de diagnóstico por imagem que utiliza a emissão de raios X (RX), semelhante ao exame radiográfico, porém com a formação de imagens em três dimensões, proporcionando uma visualização espacial das vértebras cervicais.

A partir da reconstrução tridimensional de imagens adquiridas em exame tomográfico foi possível avaliar diferenças anatômicas e particularidades normais das vértebras cervicais de cavalos adultos, com detalhes e características anatômicas destes ossos, principalmente na região occipito-atlanto-axial em razão de suas particularidades anatômicas, pois as demais vértebras apresentam formatos e estruturas similares (SOUZA et al., 2012).

Variações anatômicas na C7 foram descritas em estudo radiográfico realizado em 247 cavalos, havendo a presença de processo espinhoso nesta vértebra em 76,1% (188 cavalos), com 3 variações anatômicas: uma forma triangular acentuada (tipo 1) em 105 cavalos (55,8%), uma forma triangular arredondada (tipo 2) em 67 animais (35,6%) e uma forma de esporão (tipo 3) em 16 cavalos (8,5%). Aqueles da raça Quarto de Milha (QM) tiveram uma frequência maior do tipo 3 e aqueles da raça Puro Sangue Inglês (PSI), maior frequência em não apresentarem processo espinhoso na C7. Não houve associação destas variações quanto ao sexo (SANTINELLI et al., 2016).

APLICABILIDADE DA ULTRASSONOGRAFIA NA COLUNA VERTEBRAL CERVICAL DE EQUÍDEOS

Como já exposto, o exame ultrassonográfico complementa o exame radiográfico, quando não, é a opção essencial e primariamente de escolha ao diagnóstico, como pode ser observado em estudos realizados na articulação atlanto-occipital (AO) (AUDIGIÉ et al., 2004; GOLLOB et al., 2002; PEASE; BEHAN; BOHART, 2012).

No estudo de 2004, os autores descreveram uma técnica para punção do espaço subaracnóideo atlanto-occipital guiada por US, com coleta do líquido cefalorraquidiano e injeção do meio de contraste para realização de mielografia objetivando reduzir as complicações associadas à técnica quando realizada às cegas, podendo ser realizada com o cavalo em estação.

De maneira semelhante, Pease et al., em 2012, realizaram técnica semelhante para coleta de líquido céfalo-raquidiano (LCR), também com o cavalo em estação, sem que houvessem complicações e possibilitando que a contaminação do sangue seja minimizada com o treinamento da técnica e o redirecionamento limitado da agulha.

Em 2002, Gollob et al. utilizaram peças anatômicas e US como exame complementar ao diagnóstico de enfermidades na região AO. Neste estudo os autores concluem que pesquisas em cavalos vivos deverão confirmar a utilidade dessa ferramenta diagnóstica.

E assim o foi, com mensurações na articulação AO realizadas para se estabelecer um padrão de valores em potros PSI neonatos saudáveis comparando-os com potros diagnosticados com síndrome do desajuste neonatal (SDN), havendo diferenças significativas em algumas das medidas obtidas pela avaliação ultrassonográfica do espaço AO entre os dois grupos, onde as dimensões da medula espinhal parecem estar reduzidas nos potros com SDN (MACKENZIE et al., 2017).

A utilidade em se realizar radiografia e cintilografia nuclear, se disponíveis, previamente ao exame US para auxiliar na localização e interpretação de osteoartrite nas articulações vertebrais cervicais em cavalos. Apesar da técnica de punção intra-articular na região cervical ser mais precisa e demandar menos experiência do profissional que a realizará, ela pode ter o mesmo sucesso que a técnica realizada sem a utilização do US, às cegas, dependendo apenas da experiência de quem esteja realizando o procedimento (CHOPE, 2008).

Ainda como auxílio ao diagnóstico, utilizou-se a ultrassonografia no diagnóstico de osteomielite vertebral cervical em cavalo com histórico de múltiplos abscessos cervicais (ALONSO et al., 2019), havendo a identificação de áreas com

acúmulo de secreção, além de certificar que não havia a presença de corpos estranhos relacionados às lesões.

Exame ultrassonográfico da bursa nugal cranial de cavalos foram utilizados para se comparar a aspectos anatômicos e imagens obtidas por ressonância magnética desta estrutura com o escopo de descrevê-la anatomicamente com mais detalhes diante da escassa literatura até então existente (ABUJA et al., 2014).

Um grupo de pesquisadores afirmou não haver descrição ultrassonográfica detalhada da coluna cervical de cavalos normais (sem alteração clínica) e por isso realizaram o estudo para descrever os aspectos ultrassonográficos normais das imagens transversais e longitudinais na região cervical, principalmente dos processos articulares, vértebras cervicais e estruturas paravertebrais. Para tanto, compararam as imagens ao US com aquelas macroscópicas, obtidas por cortes em planos também transversais e longitudinais em peças anatômicas congeladas e observaram boa relação destes aspectos, havendo discretas variações que foram atribuídas a pequenas variações possivelmente à angulação do transdutor na realização das US. Houve uma grande variação no contorno dos processos articulares, tanto nas imagens ultrassonográficas quanto nas preparações anatômicas, apresentando irregularidades, que foram atribuídas às inserções dos músculos epaxiais (BERG et al., 2003).

Este mesmo grupo de pesquisadores aferiu a acurácia da técnica de injeção intra-articular guiada por US, aplicando-a em 8 peças anatômicas de cavalos eutanasiados por outras causas que não ortopédicas, nas 5 articulações entre C2 e C7, onde 72% das injeções realizadas foram intra-articulares, havendo um nítido aumento desta eficácia à medida que os operadores adquiriram experiência, resultando em 92% da quinta à oitava peça. Além disso, observou-se 17% de injeções intracapsulares (entre a porção fibrosa e a região íntima sinovial) e 12%, periarticulares (a 1 mm da cápsula articular). Concluíram que esta técnica pode ser aplicada ao diagnóstico, associando-se às alterações radiográficas eventualmente obtidas, bem como ao tratamento de enfermidades com sede nas articulações de C2 a C7. No entanto, advertem que tal estudo foi realizado em peças anatômicas e a aplicação prática envolve a utilização de contenção do cavalo com uso de sedativos, bem como a movimentação dos pacientes durante sua realização dificultará o

direcionamento da agulha devido ao deslocamento do transdutor e poderá, inclusive, trazer problemas quando a agulha estiver inserida nesta região (NIELSEN et al., 2003).

A injeção intra-articular guiada por US (Figura 3) possui a vantagem de se localizar e posicionar mais facilmente a agulha na articulação de interesse, seja para fins diagnósticos ou terapêuticos nos casos de doença articular degenerativa ou osteocondrose dos processos articulares das vértebras cervicais. Essas aplicabilidades foram descritas, em 2004, com peças anatômicas (JOHNSON et al., 2017; MATTOON et al., 2004), havendo a recomendação de avaliação clínica de tal procedimento (MATTOON et al., 2004).

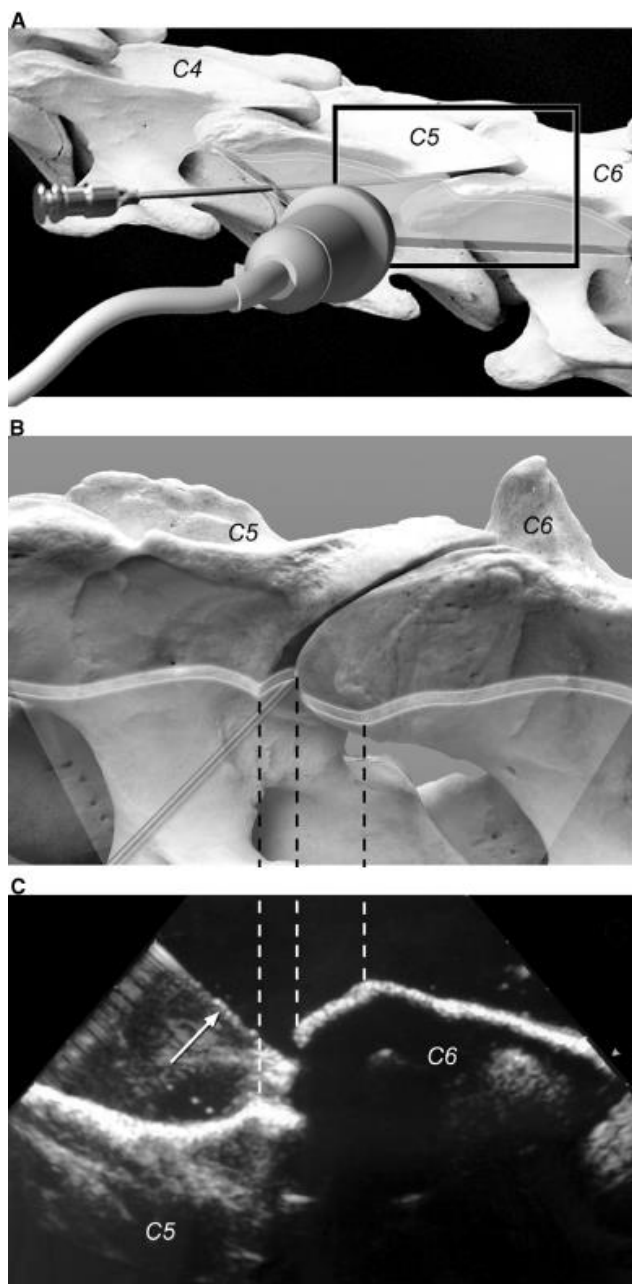


Fig. 3. Vista lateral esquerda da vértebra cervical caudal. (A) O transdutor de ultrassom e o feixe de ultrassom setorial estão representados em C5–C6. Uma agulha espinhal é mostrada cranialmente ao transdutor de ultrassom em sua posição correta. A agulha espinhal está posicionada corretamente dentro do feixe de ultrassom e a ponta da agulha está na articulação C5–C6. A caixa preta descreve a localização de (B). (B) Vista aumentada de C5–C6 mostrando o feixe de ultrassom e a agulha espinhal. A agulha espinhal está dentro do feixe de ultrassom. A imagem corresponde à imagem do ultrassom (C). Os pontos de referência ósseos na vértebra são "conectados" à imagem do ultrassom por linhas pontilhadas. (C) Imagem ultrassonográfica dos processos articulares C5–C6 esquerdos, feitos em banho-maria com agulha espinhal na articulação. A agulha espinhal

(seta) é hiperecoica. Observe os artefatos de reverberação na margem esquerda da imagem, distal à agulha espinhal. C5, quinta vértebra cervical; C6, sexta vértebra cervical (MATTOON et al., 2004).

No estudo realizado por Johnson et al. em 2017, foram realizadas distintas técnicas, com a combinação de algumas variáveis: angulação do transdutor em relação ao eixo axial da coluna vertebral cervical, posicionando-o em 90° a este eixo, posição denominada de dorsal (D) ou em angulação a 45°, crânio-dorsal (CrD); utilização de 2 transdutores (microconvexo de 10 Mhz e linear de 13 Mhz), 2 examinadores e 2 agulhas (18 e 20 Gauge). Após o exame de 14 colunas cervicais nas distintas combinações das variáveis apresentadas, quando utilizou-se o transdutor microconvexo a realização do exame foi mais rápida e precisa, no entanto não houve diferença significativa na acurácia entre os 2 transdutores utilizados. Considerando a real possibilidade em produzir alguma lesão nervosa, a abordagem CrD pode ser vantajosa, evitando-se os ramos dorsal e ventral dos nervos cervicais. Há de se considerar que este estudo foi realizado em peças anatômicas, no entanto, as técnicas descritas acima são realizadas pelos pesquisadores em cavalos vivos e em estação, rotineiramente, sem complicações. A técnica de injeção intra-articular cervical guiada por US é de fácil aprendizado, com alta precisão nas abordagens D ou CrD, e com os transdutores lineares ou microconvexos, podendo ser empregada com equipamento comumente utilizado a campo.

Pela primeira vez, em 2014, realizou-se injeção intra-articular guiada por ultrassom na articulação atlanto-axial (AA) (ALEMAN et al., 2014) objetivando-se a realização de mielografia para diagnóstico de fusão AA, havendo sucesso no procedimento.

CONCLUSÕES

De todo exposto, observa-se grande aplicabilidade da US na região cervical de equinos à realização de injeção intra-articular guiada por ultrassom, seja para fins diagnósticos ou terapêuticos, bem como à avaliação das articulações e respectivos processos articulares. O mesmo ocorrendo com a utilização de exames radiográficos auxiliando o diagnóstico de enfermidades de maneira não invasiva, sendo ambas as

técnicas de diagnóstico por imagem possíveis de serem realizadas rapidamente, de execução simples e com baixo custo.

Diante dessas considerações e da ausência, na literatura consultada, de referências radiográficas e ultrassonográficas, padrões ou estudos imagenológicos da coluna vertebral cervical em asininos e muares, faz-se premente estudos que possibilitem a aquisição de informações morfológicas da coluna vertebral nestas espécies e que serão muito importantes à interpretação imagenológica e diagnóstico de alterações patológicas. Adicionalmente, as informações obtidas poderão contribuir para a realização de futuros estudos do sistema musculoesquelético em asininos e muares, corroborando à necessidade em se buscar referências científicas que auxiliem as interpretações no diagnóstico por imagem desta região em asininos e muares.

REFERÊNCIAS

ABUJA, G. A.; GARCÍA-LÓPEZ, J. M.; MANSO-DÍAZ, G.; SPOORMAKERS, T. J. P.; TAEYMANS, O. The cranial nuchal bursa: Anatomy, ultrasonography, magnetic resonance imaging and endoscopic approach. **Equine Veterinary Journal**, [s. l.], v. 46, n. 6, p. 745–750, 2014.

ALEMAN, M.; DIMOCK, A. N.; WISNER, E. R.; PRUTTON, J. W.; MADIGAN, J. E. Atlanto-axial approach for cervical myelography in a thoroughbred horse with complete fusion of the atlanto-occipital bones. **Canadian Veterinary Journal**, [s. l.], v. 55, n. 11, p. 1069–1073, 2014.

ALONSO, J. M.; ÁVILA, A. R.; BUENO, L. M. C.; HATAKA, A.; MACHADO, V. M. V.; ALVES, A. L. G.; WATANABE, M. J.; RODRIGUES, C. A.; BARBOSA, R. M.; HUSSNI, C. A. Cervical vertebral osteomyelitis secondary to *Streptococcus equi* infection in an adult horse - case report. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [s. l.], v. 71, n. 6, p. 2041–2048, 2019.

AUDIGIÉ, F.; TAPPREST, J.; DIDIERLAURENT, D.; DENOIX, J. Ultrasound-guided

atlanto-occipital puncture for myelography in the horse. **Veterinary Radiology and Ultrasound**, [s. l.], v. 45, n. 4, p. 340–344, 2004.

BAINBRIDGE, D. The normal anatomy of the neck. In: HENSON, F. M. D. (Ed.). **Equine neck and back pathology : diagnosis and treatment**. 2nd. ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2018. p. 26–38.

BECCATI, F.; SANTINELLI, I.; NANNARONE, S.; PEPE, M. Radiographic Measurements of the Cervical Vertebral Region in Horses. **American Journal of Veterinary Radiology**, [s. l.], v. 79, n. 10, p. 1044–1049, 2018.

BECK, C.; GAUNT, H.; CHIAVAROLI, N. Improving visual observation skills through the arts to aid radiographic interpretation in veterinary practice: A pilot study. **Veterinary Radiology and Ultrasound**, [s. l.], v. 58, n. 5, p. 495–502, 2017.

BERG, L. C.; NIELSEN, J. V.; THOEFNER, M. B.; THOMSEN, P. D. Ultrasonography of the equine cervical region: a descriptive study in eight horses. **Equine Veterinary Journal**, [s. l.], v. 35, n. 7, p. 647–655, 2003.

BURNHAM, S. L. Anatomical Differences of the Donkey and Mule. **Proceedings of the Annual Convention of the AAEP 2002**, [s. l.], v. 48, p. 102–109, 2002.

CHOPE, K. How to Perform Sonographic Examination and Ultrasound-Guided Injection of the Cervical Vertebral Facet Joints in Horses. [s. l.], v. 54, 2008.

DEROUEN, A.; SPRIET, M.; ALEMAN, M. Prevalence of anatomical variation of the sixth cervical vertebra and association with vertebral canal stenosis and articular process osteoarthritis in the horse. **Veterinary Radiology and Ultrasound**, [s. l.], v. 57, n. 3, p. 253–258, 2016.

GARLAND, L. H. On the Scientific Evaluation of Diagnostic Procedures. **Radiology**, [s. l.], v. 52, n. 3, p. 309–328, 1949.

GETTY, R. **Sisson & Grossman: Anatomia dos animais domésticos**. 5th. ed. Rio de Janeiro: Guanabara S.A., 1986.

GOLLOB, E.; EDINGER, H.; STANEK, C.; WURNIG, C. Ultrasonographic investigation of the atlanto-occipital articulation in the horse. **Equine Veterinary Journal**, [s. l.], v. 34, n. 1, p. 44–50, 2002.

HAHN, C. N.; HANDEL, I.; GREEN, S. L.; BRONSVOORT, M. B.; MAYHEW, I. G. Assessment of the utility of using intra- and intervertebral minimum sagittal diameter ratios in the diagnosis of cervical vertebral malformation in horses. **Veterinary Radiology and Ultrasound**, [s. l.], v. 49, n. 1, p. 1–6, 2008.

JAMDAR, M.; EMA, A. A note on the vertebral formula of the donkey. **The British veterinary journal**, [s. l.], v. 138, n. 3, p. 209–211, 1982.

JANES, J. G.; GARRETT, K. S.; MCQUERRY, K. J.; PEASE, A. P.; WILLIAMS, N. M.; REED, S. M.; MACLEOD, J. N. Comparison of magnetic resonance imaging with standing cervical radiographs for evaluation of vertebral canal stenosis in equine cervical stenotic myelopathy. **Equine Veterinary Journal**, [s. l.], v. 46, n. 6, p. 681–686, 2014.

JANES, J. G.; GARRETT, K. S.; MCQUERRY, K. J.; WADDELL, S.; VOOR, M. J.; REED, S. M.; WILLIAMS, N. M.; MACLEOD, J. N. Cervical Vertebral Lesions in Equine Stenotic Myelopathy. **Veterinary Pathology**, [s. l.], v. 52, n. 5, p. 919–927, 2015.

JOHNSON, J. P.; STACK, J. D.; ROWAN, C.; HANDEL, I.; O'LEARY, J. M. Ultrasound-guided approach to the cervical articular process joints in horses: A validation of the technique in cadavers. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, [s. l.], v. 30, n. 3, p. 165–171, 2017.

MACKENZIE, C. J.; HAGGETT, E. F.; PINCHBECK, G. L.; MARR, C. M. Ultrasonographic assessment of the atlanto-occipital space in healthy Thoroughbred foals and Thoroughbred foals with neonatal maladjustment syndrome. **Veterinary Journal**, [s.

l.], v. 223, p. 55–59, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2017.04.002>>

MACKIE, M. K. Cervical stenotic myelopathy in a horse. **Canadian Veterinary Journal**, [s. l.], v. 42, n. 12, p. 943–944, 2001.

MATTOON, J. S.; DROST, T.; GRGURIC, M. R.; AULD, D. M.; REED, S. M. Technique for equine cervical articular process joint injection. **Veterinary Radiology and Ultrasound**, [s. l.], v. 45, n. 3, p. 238–240, 2004.

NIELSEN, J. V.; BERG, L. C.; THOEFNER, M. B.; THOMSEN, P. D. Accuracy of ultrasound-guided intra-articular injection of cervical facet joints in horses: a cadaveric study. **Equine Veterinary Journal**, [s. l.], v. 35, n. 7, p. 657–661, 2003.

PEASE, A.; BEHAN, A.; BOHART, G. Ultrasound-guided cervical centesis to obtain cerebrospinal fluid in the standing horse. **Veterinary Radiology and Ultrasound**, [s. l.], v. 53, n. 1, p. 92–95, 2012.

PEZZANITE, L.; EASLEY, J. Update on Surgical Treatment of Wobblers. **Veterinary Clinics of North America - Equine Practice**, [s. l.], v. 35, n. 2, p. 299–309, 2019.

SANTINELLI, I.; BECCATI, F.; ARCELLI, R.; PEPE, M. Anatomical variation of the spinous and transverse processes in the caudal cervical vertebrae and the first thoracic vertebra in horses. **Equine Veterinary Journal**, [s. l.], v. 48, n. 1, p. 45–49, 2016.

SOUZA, L. P.; MACHADO, V. M. V.; SANTOS, R. V.; EVANGELISTA, F. C.; VULCANO, L. C. Aspectos tomográficos da coluna cervical de equinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [s. l.], v. 64, n. 5, p. 1137–1144, 2012.

TOMIZAWA, N.; NISHIMURA, R.; SASAKI, N.; NAKAYAMA, H.; KODASAWA, T.; SENBA, H.; TAKEUCHI, A. NII-Electronic Library Service. **Chemical Pharmaceutical Bulletin**, [s. l.], v. 56, n. 2, p. 227–233, 1994.

VAN BIERVLIET, J. An Evidence-Based Approach to Clinical Questions in the Practice

of Equine Neurology. **Veterinary Clinics of North America - Equine Practice**, [s. l.], v. 23, n. 2, p. 317–328, 2007.

WAITE, S.; SCOTT, J.; GALE, B.; FUCHS, T.; KOLLA, S.; REEDE, D. Interpretive error in radiology. **American Journal of Roentgenology**, [s. l.], v. 208, n. 4, p. 739–749, 2017.

WHITWELL, K.; DYSON, S. Interpreting radiographs 8: Equine cervical vertebrae. **Equine Veterinary Journal**, [s. l.], v. 19, n. 1, p. 8–14, 1987.

WITHERS, J. M.; VOÛTE, L. C.; HAMMOND, G.; LISCHER, C. J. Radiographic anatomy of the articular process joints of the caudal cervical vertebrae in the horse on lateral and oblique projections. **Equine Veterinary Journal**, [s. l.], v. 41, n. 9, p. 895–902, 2009.