

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

DIÂMETRO SAGITAL MÍNIMO, RAZÕES INTRA E
INTERVERTEBRAIS E ULTRASSONOGRAFIA DOS
PROCESSOS ARTICULARES CERVICAIS EM ASININOS E
MUARES

MÁRIO AIGNER RIBEIRO

BOTUCATU – SP

NOVEMBRO 2020

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

DIÂMETRO SAGITAL MÍNIMO, RAZÕES INTRA E
INTERVERTEBRAIS E ULTRASSONOGRRAFIA DOS
PROCESSOS ARTICULARES CERVICAIS EM ASININOS E
MUARES

MÁRIO AIGNER RIBEIRO

Tese apresentada à Faculdade de
Medicina Veterinária e Zootecnia da
Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho”, para obtenção do título
de Doutor em Biotecnologia Animal área
de Diagnóstico por Imagem

Orientadora: Prof.^a Dra. Vânia Maria de
Vasconcelos Machado

BOTUCATU – SP

NOVEMBRO 2020

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Ribeiro, Mário Aigner.

Diâmetro sagital mínimo, razões intra e intervertebrais e ultrassonografia dos processos articulares cervicais em asininos e muares / Mário Aigner Ribeiro. - Botucatu, 2020

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

Orientador: Vânia Maria de Vasconcelos Machado
Capes: 50501038

1. Asinino. 2. Equídeo. 3. Diâmetro abdominal sagital. 4. Ultrassom. 5. Coluna vertebral - Radiografia.

Palavras-chave: Equídeo; Radiografia; Ultrassom; Vértebra cervical.

Mário Aigner Ribeiro

Data da defesa: 13 de novembro de 2020.

Composição da Banca Examinadora

1. Profa. Dra. Vânia Maria de Vasconcelos Machado – Departamento de Cirurgia Veterinária e Reprodução Animal – FMVZ – UNESP – Botucatu/SP
2. Profa. Dra. Ana Liz Garcia Alves - Departamento de Cirurgia Veterinária e Reprodução Animal – FMVZ – UNESP - Botucatu/SP
3. Dra. Arianne Dantas - Departamento de Cirurgia Veterinária e Reprodução Animal – FMVZ – UNESP – Botucatu/SP
4. Dra. Deborah Penteado Martins Dias – Médica Veterinária Autônoma – POTENCIAL Hospital de Equinos – Orlândia/SP
5. Prof. Dr. Stefano Carlo Filippo Hagen – Departamento de Cirurgia – FMVZ – USP – São Paulo/SP

Suplentes

6. Prof. Ass. Dr. José Nicolau Próspero Puoli Filho – Departamento de Produção Animal e Medicina Veterinária Preventiva – FMVZ – UNESP – São Paulo/SP

7. Prof. Ass. Dr. André Luis Filadelpho – Departamento de Biologia Estrutural e Funcional – Setor de Anatomia – IBB – UNESP – Botucatu/SP

8. Dra. Luciana Carandina da Silva Almeida – Médica Veterinária Autônoma – CARANDINA Clínica Veterinária e Pet Shop – Avaré/SP

Dedicatória

À Medicina Veterinária, por realizar grandes sonhos em minha vida e ter me habilitado a ajudar na melhoria da qualidade de vida dos animais.

Agradecimentos

À minha família, especialmente aos meus pais, Mario Augusto Carneiro Leão Ribeiro (*in memoriam*) e Ingrid Aigner Ribeiro, pela minha existência, educação, carinho, atenção e ensinamentos. À minha mãe, durante essa nova fase que estamos convivendo diariamente, por sempre me esperar para almoçarmos. Aos meus irmãos Leonardo Aigner Ribeiro, Bruno Aigner Ribeiro e Rogério Aigner Ribeiro, pela parceria. E aos meus filhos, André Lebrão Aigner Ribeiro e Bianca Lebrão Aigner Ribeiro, pela bênção em tê-los, vocês são minha inspiração de responsabilidade e paciência, meus eternos professores.

À Prof. Dra. Vânia Maria de Vasconcelos Machado, pelas conversas profissionais, oportunidades em participar de aulas e palestras e pela orientação.

Ao Prof. Dr. José Nicolau Próspero Puoli Filho pelo auxílio, organização e interação com os mueres do Setor de Equideocultura e companheirismo.

Ao Prof. Dr. André Luis Filadelpho pelo auxílio e companheirismo.

Ao Prof. Dr. Antonio José de Araújo Aguiar e Prof. Dr. Carlos Alberto Hussni pela autorização da participação dos asininos neste estudo.

Ao Prof. Dr. Carlos Roberto Padovani, pela amizade, análise estatística e exemplo profissional.

Ao Prof. Dr. Carlos Roberto Teixeira, pela amizade, disponibilidade em ajudar e exemplo profissional.

À Profa. Dra. Alessandra Melchert, pela amizade, motivação, conselhos e exemplo profissional.

Ao Prof. Dr. Simone Biagio Chiacchio pela amizade, disponibilidade em ajudar e exemplo profissional.

Aos servidores da Radiologia, Heraldo André Catalan Rosa, João Borioli Cassetari, Marco Antonio Fumes Pelicci e Maurício de Oliveira Ferreira pelo apoio.

Ao servidor Altamiro Rosam pelo auxílio, interação e paciência na lida com os muares do Setor de Equideocultura.

À Regilda Ferreira da Silva, profissional da limpeza das salas de exames do Serviço de Diagnóstico por Imagem, pelo zelo de nosso ambiente de trabalho.

Ao colega Gabriel Barbosa de Melo Neto, pelo auxílio na realização dos exames radiográficos e ultrassonográficos.

Ao colega Rossi De Carvalho Ribeiro, pelo auxílio na realização dos exames radiográficos.

Aos colegas Jéssica Leite Fogaça e Michel de Campos Vettorato pelo auxílio e sempre dispostos em ajudar.

Aos residentes Alex Ferreira Mendes, Bruno Teixeira, Fernanda Gabriela de Oliveira, Iago Smaili Santos, Isabella Mendonça Zanella Cecconi Cardoso, Isis Pinto da Costa, Mariana Martins dos Santos, Natália Borsato Oliveira, Stela Bonadia de Souza Bete, Thais Cristina Dias de Macedo e Whitara Ferreira Lima pelo compartilhamento das salas de diagnóstico por imagem.

Ao Prof. Dr. Rogério Martins Amorim, aos servidores César Leme da Silva e Marco Antonio Simão da Silva e aos residentes Beatriz da Costa Kamura, Cristiana Raach Bromberger e Lucas Vinicius de Oliveira Ferreira da Clínica de Grandes Animais pelo compartilhamento das cocheiras, empréstimos de cabrestos e companheirismo.

À CAPES: o presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO, JUSTIFICATIVA, OBJETIVOS E REVISÃO DE LITERATURA	1
--	----------

CAPÍTULO 2 – TRABALHO CIENTÍFICO.....	15
--	-----------

FIGURA 1. Equídeo da espécie muar posicionado no tronco de contenção para a realização do exame ultrassonográfico cervical.	23
---	-----------

FIGURA 2. Região de interesse tricotomizada: da extremidade caudal do processo transversal do atlas, projetam-se duas retas. Uma em direção ventral atingindo a região dorsal ao sulco jugular e caminhando dorsalmente a este até a base do pescoço. A outra, dorsalmente, estendendo-se em direção ao terço médio do pescoço até atingir sua base. Uma terceira reta faz a união das duas retas descritas, projetando-se ao longo da base do pescoço.	24
---	-----------

FIGURA 3. Posicionamento do transdutor ao longo da coluna cervical. Iniciando a varredura na região da C2 até localizar a articulação C2-3 (I), seguindo às regiões das articulações C3-4 (II e III), C5-6 (IV) e C6-7 (V e VI).	25
--	-----------

FIGURA 4. Articulação entre a segunda e terceira vértebras cervicais* (C2-3) em ASININO . P2 = processo articular da segunda vértebra cervical (C2); P3 = processo articular da terceira vértebra cervical (C3); mm = musculatura epaxial.	27
---	-----------

FIGURA 5. Articulação entre a terceira e quarta vértebras cervicais* (C3-4) em ASININO . P3 = processo articular da terceira vértebra cervical (C3); P4 = processo articular da quarta vértebra cervical (C4); mm = musculatura epaxial.	27
---	-----------

FIGURA 6. Articulação entre a quarta e quinta vértebras cervicais* (C4-5) em ASININO . P4 = processo articular da quarta vértebra cervical (C4); P5 = processo articular da quinta vértebra cervical (C5); mm = musculatura epaxial.	28
---	-----------

FIGURA 7. Articulação entre a quinta e sexta vértebras cervicais* (C5-6) em ASININO . P5 = processo articular da quinta vértebra cervical (C5); P6 = processo articular da sexta vértebra cervical (C6); mm = musculatura epaxial.	28
FIGURA 8. Articulação entre a sexta e sétima vértebras cervicais* (C6-7) em ASININO . P6 = processo articular da sexta vértebra cervical (C6); P7 = processo articular da sétima vértebra cervical (C7); mm = musculatura epaxial.	29
FIGURA 9. Articulação entre a segunda e terceira vértebras cervicais* (C2-3) em MUAR . P2 = processo articular da segunda vértebra cervical (C2); P3 = processo articular da terceira vértebra cervical (C3); mm = musculatura epaxial.	29
FIGURA 10. Articulação entre a terceira e quarta vértebras cervicais* (C3-4) em MUAR . P3 = processo articular da terceira vértebra cervical (C3); P4 = processo articular da quarta vértebra cervical (C4); mm = musculatura epaxial.	30
FIGURA 11. Articulação entre a quarta e quinta vértebras cervicais* (C4-5) em MUAR . P4 = processo articular da quarta vértebra cervical (C4); P5 = processo articular da quinta vértebra cervical (C5); mm = musculatura epaxial.	30
FIGURA 12. Articulação entre a quinta e sexta vértebras cervicais* (C5-6) em MUAR . P5 = processo articular da quinta vértebra cervical (C5); P6 = processo articular da sexta vértebra cervical (C6); mm = musculatura epaxial.	31
FIGURA 13. Articulação entre a sexta e sétima vértebras cervicais* (C6-7) em MUAR . P6 = processo articular da sexta vértebra cervical (C6); P7 = processo articular da sétima vértebra cervical (C7); mm = musculatura epaxial.	31
CAPÍTULO 3 – TRABALHO CIENTÍFICO	37

FIGURA 1. Medidas intravertebrais do diâmetro sagital (DS1 a DS10); medidas intervertebrais (c1 e c2) e medida na porção cranial do corpo vertebral (b).....	45
FIGURA 2. Médias dos comprimentos dos corpos vertebrais cervicais em muares e asininos	48
FIGURA 3. Segunda e terceira vértebras cervicais (C2 e C3) em muares(M) e asininos(A).....	50
FIGURA 4. Terceira a quinta vértebras cervicais (C3 a C5) em muares(M) e asininos(A).....	51
FIGURA 5. Quinta a sétima vértebras cervicais (C5 a C7) em muares(M) e asininos(A).....	52
TABELA 1. Diâmetros sagitais mínimos (em cm) nas vértebras cervicais de muares e asininos	53
FIGURA 6. Médias dos diâmetros sagitais (DS1 a DS10) ao longo do forame vertebral em muares	53
FIGURA 7. Médias dos diâmetros sagitais (DS1 a DS10) ao longo do forame vertebral em asininos	54
FIGURA 8. Limites de confiança para média dos DSM dos muares comparados com a média dos DSM em cavalos e descrito por Hahn et al., 2008 ⁸ . LI = limite inferior e LS = limite superior.	55
FIGURA 9. Limites de confiança para média dos DSM dos asininos comparados com a média dos DSM em cavalos e descrito por Hahn et al., 2008 ⁸ . LI = limite inferior e LS = limite superior.	55
TABELA 2. Medidas descritivas das variáveis razões intravertebrais (a/b) da segunda à sétima vertebrais cervicais (C2 a C7) e intervertebrais (c/b) da articulação entre a segunda e terceira vértebras cervicais (C2-3) à articulação entre a sexta e sétima vertebrais cervicais (C6-7) segundo a espécie	56

FIGURA 10. Razões intra e intervertebrais em muares e asininos.	60
FIGURA 11. Limites de confiança (LI = limite inferior e LS = limite superior.) para média das razões intra e intervertebrais em muares comparadas às de cavalos com a posição baixa do pescoço (segundo Beccati et al., 2018 ¹⁶) .	61
FIGURA 12. Limites de confiança (LI = limite inferior e LS = limite superior.) para média das razões intra e intervertebrais em asininos comparadas às de cavalos com a posição baixa do pescoço (segundo Beccati et al., 2018 ¹⁶).	62
FIGURA 13. Limites de confiança (LI = limite inferior e LS = limite superior.) para média das razões intra e intervertebrais em muares comparadas às de cavalos com a posição neutra do pescoço (segundo Beccati et al., 2018 ¹⁶)	63
FIGURA 14. Limites de confiança (LI = limite inferior e LS = limite superior.) para média das razões intra e intervertebrais em asininos comparadas às de cavalos com a posição neutra do pescoço (segundo Beccati et al., 2018 ¹⁶)	64
FIGURA 15. Limites de confiança (LI = limite inferior e LS = limite superior.) para média das razões intra e intervertebrais em muares comparadas às de cavalos com a posição alta do pescoço (segundo Beccati et al., 2018 ¹⁶)	65
FIGURA 16. Limites de confiança (LI = limite inferior e LS = limite superior.) para média das razões intra e intervertebrais em asininos comparadas às de cavalos com a posição alta do pescoço (segundo Beccati et al., 2018 ¹⁶)	66
FIGURA 17. Limites de confiança (LI = limite inferior e LS = limite superior.) para média das razões intra e intervertebrais em muares comparadas às de cavalos QM (segundo Kiehl et al., 2013 ²⁴)	67
FIGURA 18. Limites de confiança (LI = limite inferior e LS = limite superior.) para média das razões intra e intervertebrais em asininos comparadas às de cavalos QM (segundo Kiehl et al., 2013 ²⁴)	67
TABELA 3. Medidas descritivas da variável peso segundo a espécie.....	68

TABELA 4. Medidas de associação do peso com as razões intra e intervertebrais.....	68
---	----

ABREVIATURAS

A = asinino(s)

M = luar(es)

C1 = primeira vértebra cervical (ou atlas)

C2 = segunda vértebra cervical (ou áxis)

C3 = terceira vértebra cervical

C4 = quarta vértebra cervical

C5 = quinta vértebra cervical

C6 = sexta vértebra cervical

C7 = sétima vértebra cervical

C2-3 = articulação entre a segunda e terceira vértebras cervicais

C2-C3 = articulação entre a segunda e terceira vértebras cervicais

C3-4 = articulação entre a terceira e quarta vértebras cervicais

C3-C4 = articulação entre a terceira e quarta vértebras cervicais

C4-5 = articulação entre a quarta e quinta vértebras cervicais

C4-C5 = articulação entre a quarta e quinta vértebras cervicais

C5-6 = articulação entre a quinta e sexta vértebras cervicais

C5-C6 = articulação entre a quinta e sexta vértebras cervicais

C6-7 = articulação entre a sexta e sétima vértebras cervicais

C6-C7 = articulação entre a sexta e sétima vértebras cervicais

C7, T18, L5, S5, Co15–17 = 7 vértebras cervicais, 18 torácicas, 5 lombares, 5 sacrais e 15 a 17 coccígeas

C7, T18, L6, S5, Co15–21 = 7 vértebras cervicais, 18 torácicas, 6 lombares, 5 sacrais e 15 a 21 coccígeas

DSM = diâmetro(s) sagital(is) mínimo(s)

RM = ressonância magnética

MEC = mielopatia estenótica cervical

TC = tomografia computadorizada

RX = raios X ou radiográfica(o)(s)

OAA = occipitoatlantoaxial

QM = Quarto de Milha

PSI = Puro Sangue Inglês

AO = atlanto-occipital

LCR = líquido cefalorraquidiano

SDN = síndrome do desajuste neonatal

US = ultrassom ou ultrassonográfica(o)(s)

% = porcentagem ou por cento

mm = milímetro(s)

Mhz = mega-hertz

AA = atlantoaxial

DS = diâmetro(s) sagital(is)

cm = centímetro(s)

a = DSM (diâmetro sagital mínimo)

c1 = distância intervertebral entre o limite caudal do assoalho do forame medular de uma vértebra e o limite cranial do teto do forame medular da vértebra seguinte

c2 = distância intervertebral entre o limite caudal do teto do forame medular de uma vértebra e o limite cranial do assoalho do forame medular da vértebra seguinte

c = corresponde ao menor valor entre as medidas **c1** e **c2**

Vmin = valor mínimo

Q1 = primeiro quartil

Med = mediana

Q3 = terceiro quartil

Vmax = valor máximo

$\bar{x}$ = média aritmética ou simplesmente média

DP = desvio-padrão

LI = limite inferior

LS = limite superior

QM = Quarto de Milha

*“Ando devagar, porque já tive pressa
Levo esse sorriso, porque já chorei demais
Hoje me sinto mais forte, mais feliz, quem sabe?
Só levo a certeza de que muito pouco eu sei,
Ou nada sei.”*

(Renato Teixeira e Almir Sater)

RIBEIRO, MÁRIO AIGNER. DIÂMETRO SAGITAL MÍNIMO, RAZÕES INTRA E INTERVERTEBRAIS E ULTRASSONOGRRAFIA DOS PROCESSOS ARTICULARES CERVICAIS EM ASININOS E MUARES. Botucatu/SP. 2020. 73p. Doutorado. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Departamento de Cirurgia Veterinária e Reprodução Animal – Setor de Diagnóstico por Imagem – UNESP – Botucatu/SP.

RESUMO

O diâmetro sagital mínimo e as razões intra e intervertebrais obtidos em exames radiográficos da coluna cervical são utilizados para diagnóstico em casos de ataxia em equinos. Infiltrações guiadas por ultrassonografia são utilizadas em cavalos com finalidade diagnóstica ou terapêutica. Diante dessas considerações, foram submetidos a exames radiográfico e ultrassonográfico 13 jumentos com peso médio de 133 (26) kg e idade média de 9,5 anos e 14 muares com peso médio de 393 (41) kg e idade média de 9,7 anos, todos sem raça definida. Ao exame radiográfico foram realizadas 3 projeções laterolaterais em cada animal (C1 a C3, C3 a C5 e C5 a C7). Em muares: 72kV e 2mA em C1 a C3; 72kV e 2,5mA em C3 a C5; 74kV e 2,8mA em C5 a C7; nos asininos: 68kV e 1,6mA de C1 a C3 e C3 a C5; 70kV e 1,7mA, de C5 a C7. O diâmetro sagital mínimo em cada espécie foi determinado pela média e desvio-padrão, sendo em muares: C2 = 2,84 (0,12) cm; C3 = 2,40 (0,11) cm; C4 = 2,36 (0,11) cm; C5 = 2,39 (0,10) cm; C6 = 2,52 (0,15) cm e C7 = 2,83 (0,16) cm. Em asininos: C2 = 2,17 (0,11) cm; C3 = 1,95 (0,10) cm; C4 = 1,90 (0,10) cm; C5 = 1,93 (0,14) cm; C6 = 2,09 (0,13) cm e C7 = 2,40 (0,32) cm. A comparação das respostas das mensurações das vértebras cervicais entre as duas espécies (asininos e muares) foi realizada por meio do teste paramétrico t de Student para amostras independentes. A medida de associação entre as razões intra e intervertebrais nas espécies foi determinada considerando o coeficiente de correlação linear de Pearson no nível de 5% de significância e as comparações das razões nas vértebras, entre as 3 espécies (equinos, asininos e muares) foi realizada a partir dos intervalos de 95% de confiança para as médias das espécies. Os resultados obtidos estabelecem valores normais para os diâmetros sagitais mínimos e razões intra e intervertebrais em asininos e muares. O exame ultrassonográfico utilizou transdutor multifrequencial de 3 a 11 Mhz e foi iniciado com uma varredura do aspecto dorsal de cada vértebra, seguindo-se avaliação da região cranial à porção caudal da vértebra, em direção aos processos articulares, longitudinalmente e em sentido caudal para localização da articulação. Variações na angulação do transdutor permitiram a localização exata dos processos articulares e da articulação correspondente, de C2-3 a C6-7, com a captação de imagens de referência, o que permite que essa técnica seja utilizada no exame dessa região. Estudos utilizando a técnica descrita para a realização de punção intra-articular guiada por ultrassom em jumentos e muares para fins terapêutico ou de diagnóstico são sugeridos.

Palavras-chave: vértebra cervical, radiografia, técnica ultrassonográfica, equídeos

RIBEIRO, MÁRIO AIGNER. MINIMUM SAGITTAL DIAMETER, INTRA AND INTERVERTEBRAL RATIOS AND ULTRASONOGRAPHY OF THE CERVICAL ARTICULAR PROCESSES IN DONKEYS AND MULES. Botucatu/SP. 2020. 73p. Doctorate degree. School of Veterinary Medicine and Animal Science, UNESP - São Paulo State University, Botucatu.

ABSTRACT

The minimum sagittal diameter and the intra and intervertebral ratios obtained in radiographic examinations of the cervical spine are used for diagnosis in cases of ataxia in horses. Infiltrations guided by ultrasound are used in horses for diagnostic or therapeutic purposes. In view of these considerations, 13 donkeys with an average weight of 133 (26) kg and an average age of 9.5 years and 14 mules with an average weight of 393 (41) kg and an average age of 9.7 years underwent radiographic and ultrasound examinations, all mixed race. Radiographic examination was performed 3 laterolateral projections in each animal (C1 to C3, C3 to C5 and C5 to C7). In mules: 72kV and 2mA in C1 to C3; 72kV and 2,5mA in C3 to C5; 74kV and 2,8mA in C5 to C7; in donkeys: 68kV and 1,6mA from C1 to C3 and C3 to C5; 70kV and 1,7mA from C5 to C7. The data of minimum sagittal diameter in each species was determined by the mean and standard deviation, being in mules: C2 = 2,84 (0,12) cm; C3 = 2,40 (0,11) cm; C4 = 2,36 (0,11) cm; C5 = 2,39 (0,10) cm; C6 = 2,52 (0,15) cm and C7 = 2,83 (0,16) cm. In donkeys: C2 = 2,17 (0,11) cm; C3 = 1,95 (0,10) cm; C4 = 1,90 (0,10) cm; C5 = 1,93 (0,14) cm; C6 = 2,09 (0,13) cm and C7 = 2,40 (0,32) cm. The comparison of the responses of measurements of cervical vertebrae between the two species (donkeys and mules) was performed using the Student's t parametric test for independent samples. The measure of association between intra and intervertebral ratios in species was determined considering Pearson's linear correlation coefficient at the 5% level of significance and comparisons of ratios in vertebrae between the 3 species (equines, donkeys and mules) were performed from 95% confidence intervals for species means. The results obtained establish normal data for the minimum sagittal diameters and intra and intervertebral ratios in donkeys and mules. The ultrasound examination used a 3 to 11 Mhz multifrequency transducer and the scan protocol was performed starting on the dorsal aspect of each vertebra, followed by an assessment of the cranial region to the caudal portion of the vertebra, towards the joint processes, longitudinally and in the caudal direction for of the joint. Variations of the transducer angulation allowed the exact location of the joint processes and the corresponding joint, from C2-3 to C6-7, with the capture of reference images, which allows this technique to be used in the examination of this region. Studies using the technique described for performing intra-articular puncture guided by ultrasound in donkeys and mules for therapeutic or diagnostic purposes are suggested.

Keywords: cervical vertebra, radiography, ultrasonographic technique, equidae

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO, JUSTIFICATIVA, OBJETIVOS E REVISÃO DE LITERATURA

INTRODUÇÃO

Das espécies de equídeos, os muares são híbridos resultantes do cruzamento entre cavalos (*Equus caballus*) e asininos (*Equus asinus*). Tanto os muares quanto os asininos são pouco estudados, no entanto, comumente presentes na rotina clínica veterinária.

A domesticação do jumento (*Equus africanus asinus*) ocorreu na África do Norte há cerca de 6000 anos. Esses animais comumente auxiliavam a humanidade, transformando sociedades e estados antigos em toda a África e Ásia, com implicações econômicas, culturais, religiosas e territoriais. Asininos e os muares também contribuíram ao desenvolvimento de países como Estados Unidos e Reino Unido. Com a industrialização, esses animais tornaram-se menos relevantes, até mesmo negligenciados¹.

Atualmente o jumento continua a ter um impacto positivo nos países em desenvolvimento, onde famílias na África dependem de um único asinino, muitas vezes tornando esses animais seu bem mais valioso. Seu valor econômico vem do trabalho, transporte, carga e turismo, mas também como fonte de alimentação. Em contraste, em países desenvolvidos, asininos e muares são usados principalmente para outros fins (recreação, turismo, *hobby*, *shows*, animais de estimação, companhia e onoterapia)¹.

A população de jumentos no mundo, em 2019, foi estimada em 44 milhões, o que é substancial considerando que existem cerca de 58 milhões de cavalos. Sua resistência a condições ambientais adversas, uso eficiente de energia, baixo custo de manutenção, durabilidade, capacidade de uso para diversos fins e natureza rústica aparente tornaram os jumentos, em muitos países subdesenvolvidos, mais valiosos do que cavalos. É irônico que essas características também os tenham predisposto a uma série de doenças e ainda serem vítimas de abusos e negligência¹.

Os jumentos sofrem de afecções semelhantes às de outros equídeos; entretanto, as diferenças anatômicas e fisiológicas, podem levar a diagnósticos incorretos, tratamento inadequado, despesas desnecessárias e a resultado negativo¹.

Comumente profissionais experientes enfrentam dificuldades em avaliar as imagens obtidas em exames imagenológicos da região cervical de asininos e muares, uma vez que são escassas, ou inexistentes, bases científicas que possam auxiliar diagnósticos imagenológicos precisos e fidedignos, sendo comum estudos em cavalos, que norteiam referências àquelas espécies.

Os cavalos possuem 7 vértebras cervicais, sendo a primeira (C1 ou atlas) e a segunda (C2 ou eixo) as mais modificadas anatomicamente em comparação às demais e isso se deve às suas funções especiais de suportar e movimentar a cabeça².

O atlas não possui corpo nem processo 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 céus².

Já o eixo 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, continuando caudalmente com seus processos articulares caudais².

A terceira (C3), quarta (C4) e quinta (C5), possuem um padrão anatômico relacionado ao corpo, arco, processos articulares, processo transversos, forame transverso e processo espinhoso².

Já a sexta (C6) e sétima (C7), apresentam características 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 espinhal².

A C6 é mais curta e mais larga que a C5, apresentando processos articulares mais curtos, mais espessos e mais separados².

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 caudal².

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 produzir apresentações clínicas de difícil compreensão, o que faz premente o estudo das vértebras cervicais por distintas técnicas de diagnóstico por imagem que possam prestar auxílio na compreensão clínica dessa região.

Dentre os exames imagenológicos, a radiologia e a ultrassonografia são consideradas primordiais por serem: não invasivas, de fácil realização, isentas da utilização de anestesia, de baixo custo e se complementarem, uma vez que a radiologia representa com fidedignidade as estruturas ósseas e a ultrassonografia, 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 análise de obras de arte melhora as habilidades de observação visual, aprimorando a identificação e descrição das anormalidades, indicando que o treinamento em observação visual pode ser um complemento valioso à interpretação radiográfica³.

Garland⁴ relatou, em 1949, que 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.

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 paciente⁵.

Esses erros ao diagnóstico radiológico foram entendidos como sendo os resultados falso-positivos ou falso-negativos em estudo realizado por Janes et al. em 2014⁶ com cavalos sadios e naqueles que apresentavam quadro clínico de mielopatia estenótica cervical (MEC), comparando as razões das mensurações inter e intravertebrais cervicais do diâmetro sagital mínimo (DSM) obtidas por exame radiográfico e definidas pela histopatologia da medula espinhal.

JUSTIFICATIVA

Diante das considerações apresentadas, a presente pesquisa corrobora a premência em se buscar evidências científicas que forneçam valores de referência e parâmetros capazes de contribuir nas interpretações radiográficas e ultrassonográficas da coluna vertebral cervical de asininos e muares.

OBJETIVOS

Objetivos Gerais

Detalhar aspectos anatômicos das vértebras cervicais de equídeos com a utilização de 2 técnicas imagenológicas: radiografia e ultrassonografia.

Objetivos Específicos

Caracterizar o diâmetro sagital mínimo, as razões intra e intervertebrais, bem como os processos articulares das vértebras cervicais e suas respectivas articulações em asininos e muares, objetivando valores de referência e estabelecendo imagens de referência que possam auxiliar na avaliação e interpretação mais objetivas e precisas das imagens radiográficas e ultrassonográficas, possibilitando elaboração de interpretações fidedignas.

REVISÃO DE LITERATURA

Aplicabilidade da ultrassonografia na coluna vertebral cervical de equídeos

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 em 2002⁷, 2004⁸ e 2012⁹ na articulação atlanto-occipital (AO).

No estudo de 2004, Audigié et al.⁸ 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 realizada às cegas, podendo ser realizada com o cavalo em estação.

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 procedimento¹⁰.

De maneira semelhante, Pease et al.⁹, 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.⁷ 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 em 2017¹¹, em que mensurações na articulação AO foram 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.

Chope¹⁰ afirma 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.

Ainda como auxílio ao diagnóstico, utilizou-se a ultrassonografia no diagnóstico de osteomielite vertebral cervical em cavalo com histórico de múltiplos abscessos cervicais¹², 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, em 2014, 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 existente¹³.

Em 2003¹⁴, 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 quando da realização das US¹⁴.

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 epaxiais¹⁴.

A injeção intra-articular guiada por US 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^{15,16}, havendo a recomendação de avaliação clínica de tal procedimento¹⁵.

Este mesmo grupo de pesquisadores, também no ano de 2003¹⁷, aferiu a acurácia da técnica de injeção intra-articular guiada por US, aplicando-a em 8 peças anatômicas de cavalos eutanasiados por outras causas 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 cervicais de C2 a C7¹⁷.

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 região¹⁷.

No estudo realizado por Johnson et al.¹⁶, 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 se utilizou o transdutor microconvexo a realização do exame foi mais rápida e precisa, no entanto não houve diferença significativa na acurácia entre os 2 transdutores utilizados¹⁶.

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 são realizadas em cavalos vivos e em estação, rotineiramente, sem complicações¹⁶.

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 campo¹⁶.

Em 2014 realizou-se, pela primeira vez, injeção intra-articular guiada por ultrassom na articulação atlantoaxial (AA)¹⁸ objetivando a realização de mielografia para diagnóstico de fusão AA, havendo sucesso no procedimento.

Aplicabilidade da radiologia na coluna vertebral cervical de equídeos

Em humanos, a relação existente entre o diâmetro sagital e o corpo vertebral da coluna cervical é utilizada como referência para avaliar estenose no canal medular. Tal relação é significativa e ocorre independentemente do sexo, sendo desejável que o valor esteja próximo de 1. Quando for menor que 0,82, há significativa estenose do canal medular¹⁹. Essa razão foi definida em 1987 e foi utilizada ao longo dos anos para se avaliar estenose do canal medular em humanos, sendo relatado seu uso em 2013²⁰, 2016²¹, 2017^{22,23} e 2018²⁴. Foi denominada de razão Torg²²⁻²⁴, razão Pavlov²³ ou razão Torg-Pavlov^{20,21}.

Dos padrões observados em cavalos, o diâmetro sagital mínimo 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^{25,26} ou mielopatia estenótica cervical²⁶⁻²⁹, também denominada de mielopatia compressiva vertebral cervical²⁸ ou síndrome de Wobbler^{26,27,29,30}.

A compressão da medula espinhal pode levar à apresentação clínica de incoordenação motora em cavalos idosos com espessamento osteoartrítico nos processos articulares das vértebras cervicais²⁸.

Discopatia na região cervical também pode levar a quadro clínico de ataxia, tanto em asininos quanto em cavalos, sendo o exame radiográfico indicado ao diagnóstico³¹.

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, claudicação³⁰.

Em 1987, as malformações das vértebras cervicais em cavalos foram consideradas raras, sendo as enfermidades com sede na região cervical e que sejam possíveis de serem diagnosticadas radiograficamente: anormalidades congênitas das vértebras cervicais (malformação occipitoatlantoaxial 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 senilidade (espondilose e osteoporose difusa)³⁰.

Destes estudos radiográficos citados, a posição laterolateral foi unânime, havendo autores que descreveram uma técnica em que utilizam uma padronização em apoiar o mento dos cavalos numa plataforma a determinada altura, o que traz o inconveniente em ter que tranquilizar os pacientes com o uso de sedativos³².

No entanto, recente estudo (2018)³³ avaliando 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.

Diferenças anatômicas na C6 em cavalos obtidas por exames radiográficos, foram diagnosticadas como anomalias, descritas em 2016 por Derouen et al.³⁴, 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 fidedignos³⁴.

Em 2002³⁵, um estudo de diferenças anatômicas entre asininos e muares elencou distinções quanto à região laringiana, musculatura cutânea, duto nasolacrimal 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 dos cavalos: C7, T18, L6, S5, Ca15–21), nas quais podemos observar possuírem a mesma quantidade de vértebras cervicais, havendo diferença em relação às lombares e caudais. Essa fórmula apresentada aos muars foi anteriormente descrita por outros autores em 1982³⁶.

Variações anatômicas na C7 foram descritas em 2016 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 sexo³⁷.

REFERÊNCIAS¹

1. Toribio RE. Dear donkey and mule: you deserve more appreciation and better medicine. *Vet Clin North Am Equine Pract.* 2019;35(30):xiii-xiv.
2. Getty R. Sisson & Grossman: anatomia dos animais domésticos. 5a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1986. v. 1; p. 233-8.
3. Beck C, Gaunt H, Chiavaroli N. Improving visual observation skills through the arts to aid radiographic interpretation in veterinary practice: a pilot study. *Vet Radiol Ultrasound.* 2017;58(5):495-502.
4. Garland LH. On the scientific evaluation of diagnostic procedures. *Radiology.* 1949;52(3):309-28.
5. Waite S, Scott J, Gale B, Fuchs T, Kolla S, Reede D. Interpretive error in radiology. *Am J Roentgenol.* 2017;208(4):739-49.
6. Janes JG, Garrett KS, Mcquerry KJ, Pease AP, Williams NM, Reed SM, et al. Comparison of magnetic resonance imaging with standing cervical radiographs for evaluation of vertebral canal stenosis in equine cervical

¹ Patrias K. Citing medicine: the NLM style guide for authors, editors, and publishers [Internet]. 2nd ed. Wendling DL, technical editor. Bethesda (MD): National Library of Medicine (US); 2007 - [updated 2015 Oct 2]. Available from: <http://www.nlm.nih.gov/citingmedicine>.

- stenotic myelopathy. *Equine Vet J.* 2014;46(6):681-6.
7. Gollob E, Edinger H, Stanek C, Wurnig C. Ultrasonographic investigation of the atlanto-occipital articulation in the horse. *Equine Vet J.* 2002;34(1):44-50.
 8. Audigié F, Tapprest J, Didierlaurent D, Denoix JM. Ultrasound-guided atlanto-occipital puncture for myelography in the horse. *Vet Radiol Ultrasound.* 2004;45(4):340-4.
 9. Pease A, Behan A, Bohart G. Ultrasound-guided cervical centesis to obtain cerebrospinal fluid in the standing horse. *Vet Radiol Ultrasound.* 2012;53(1):92-5.
 10. Chope K. How to perform sonographic examination and ultrasound-guided injection of the cervical vertebral facet joints in horses. *AAEP Proc.* 2008;54:186-9.
 11. Mackenzie CJ, Haggett EF, Pinchbeck GL, Marr CM. Ultrasonographic assessment of the atlanto-occipital space in healthy Thoroughbred foals and Thoroughbred foals with neonatal maladjustment syndrome. *Vet J.* 2017;223:55-9.
 12. Alonso JM, Ávila AR, Bueno LMC, Hataka A, Machado VMV, Alves ALG, et al. Cervical vertebral osteomyelitis secondary to *Streptococcus equi* infection in an adult horse - case report. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2019;71(6):2041-8.
 13. Abuja GA, García-López JM, Manso-Díaz G, Spoormakers TJP, Taeymans O. The cranial nuchal bursa: anatomy, ultrasonography, magnetic resonance imaging and endoscopic approach. *Equine Vet J.* 2014;46(6):745-50.
 14. Berg L, Nielsen J, Thoefner M, Thomsen P. Ultrasonography of the equine cervical region: a descriptive study in eight horses. *Equine Vet J.* 2003;35(7):647-55.
 15. Mattoon JS, Drost T, Grguric MR, Auld DM, Reed SM. Technique for equine cervical articular process joint injection. *Vet Radiol Ultrasound.* 2004;45(3):238-40.
 16. Johnson JP, Stack JD, Rowan C, Handel I, O'Leary JM. Ultrasound-guided approach to the cervical articular process joints in horses: a validation of the technique in cadavers. *Vet Comp Orthop Traumatol.* 2017;30(3):165-71.
 17. Nielsen JV, Berg LC, Thoefner MB, Thomsen PD. Accuracy of ultrasound-guided intra-articular injection of cervical facet joints in horses: a cadaveric study. *Equine Vet J.* 2003;35(7):657-61.
 18. Aleman M, Dimock AN, Wisner ER, Prutton JW, Madigan JE. Atlanto-axial

- approach for cervical myelography in a thoroughbred horse with complete fusion of the atlanto-occipital bones. *Can Vet J.* 2014;55(11):1069-73.
19. Pavlov H, Torg JS, Robie B, Jahre C. Cervical spinal stenosis - determination with vertebral body ratio method. *Radiology.* 1987;164(3):771-5.
 20. Aebli N, Wicki AG, Rüegg TB, Petrou N, Eisenlohr H, Krebs J. The Torg-Pavlov ratio for the prediction of acute spinal cord injury after a minor trauma to the cervical spine. *Spine J.* 2013;13(6):605-12.
 21. Horne PH, Lampe LP, Nguyen JT, Herzog RJ, Albert TJ. A novel radiographic indicator of developmental cervical stenosis. *J Bone Joint Surg Am.* 2016;98(14):1206-14.
 22. Iclal ET, Lomasney LM, Jones NS, Wojewnik B, Aziz A, Alsabban K, et al. A practical radiographic visual estimation technique for the prediction of developmental narrowing of cervical spinal canal. *Br J Radiol.* 2017;90(1078):20170286.
 23. Chang PY, Chang HK, Wu JC, Huang WC, Fay LY, Tu TH, et al. Is cervical disc arthroplasty good for congenital cervical stenosis? *J Neurosurg Spine.* 2017;26(5):577-85.
 24. Bornholdt GC, Lopes BSC, Pedro FSP, Arnaldo JH, André P. Determination of cervical stenosis in rugby players using an alternative radiographic method. *BMJ Open Sport Exerc Med.* 2018;4(1):e000411.
 25. Hahn CN, Handel I, Green SL, Bronsvort MB, Mayhew IG. Assessment of the utility of using intra and intervertebral minimum sagittal diameter ratios in the diagnosis of cervical vertebral malformation in horses. *Vet Radiol Ultrasound.* 2008;49(5):497-502.
 26. Janes JG, Garrett KS, McQuerry KJ, Waddell S, Voor MJ, Reed SM, et al. Cervical vertebral lesions in equine stenotic myelopathy. *Vet Pathol.* 2015;52(5):919-27.
 27. Tomizawa N, Nishimura R, Sasaki N, Nakayama H, Kudasawa T, Senba H, et al. Relations between radiography of cervical vertebrae and histopathology of the cervical cord in wobbling 19 foals. *Chem Pharm Bull.* 1994;56(2):227-33.
 28. Van Biervliet J. An evidence-based approach to clinical questions in the practice of equine neurology. *Vet Clin North Am Equine Pract.* 2007;23(2):317-28.
 29. Mackie MK. Cervical stenotic myelopathy in a horse. *Can Vet J.* 2001;42(12):943-4.
 30. Whitwell K, Dyson S. Interpreting radiographs 8: equine cervical vertebrae.

Equine Vet J. 1987;19(1):8-14.

31. Dyson S, Busoni V, Saliccia A. Intervertebral disc disease of the cervical and cranial thoracic vertebrae in equidae: eight cases. *Equine Vet Educ.* 2020;32(8):437-43.
32. Withers JM, Voûte LC, Hammond G, Lischer CJ. Radiographic anatomy of the articular process joints of the caudal cervical vertebrae in the horse on lateral and oblique projections. *Equine Vet J.* 2009;41(9):895-902.
33. Beccati F, Santinelli I, Nannarone S, Pepe M. Radiographic measurements of the cervical vertebral region in horses. *Am J Vet Radiol.* 2018;79(10):1044-9.
34. 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. *Vet Radiol Ultrasound.* 2016;57(3):253-8.
35. Burnham SL. Anatomical differences of the donkey and mule. *AAEP Proc.* 2002;48:102-9.
36. Jamdar M, Ema A. A note on the vertebral formula of the donkey. *Br Vet J.* 1982;138(2):209-11.
37. 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 Vet J.* 2016;48(1):45-9.

CAPÍTULO 2 – TRABALHO CIENTÍFICO

ULTRASSONOGRAFIA DOS PROCESSOS ARTICULARES CERVICAIS EM ASININOS E MUARES: TÉCNICA E IMAGENS DE REFERÊNCIA

Ribeiro MA, Melo Neto GB, Puoli Filho JNP, Machado VMV

Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Medicina Veterinária e
Zootecnia, Botucatu

ULTRASONOGRAPHY OF THE CERVICAL ARTICULAR PROCESSES IN DONKEYS AND MULES: TECHNIQUE AND REFERENCE IMAGES

Ribeiro MA, Melo Neto GB, Puoli Filho JNP, Machado VMV

São Paulo State University (Unesp), School of Veterinary Medicine and Animal
Science, Botucatu

Trabalho a ser enviado para a revista

Veterinary Radiology and Ultrasound

Author Guidelines:

<https://onlinelibrary.wiley.com/page/journal/17408261/homepage/forauthors.htm>

I

Autor para correspondência:

vania.mv.machado@unesp.br

ULTRASSONOGRAFIA DA COLUNA VERTEBRAL CERVICAL EM ASININOS E MUARES: TÉCNICA E IMAGENS DE REFERÊNCIA

RESUMO

Há poucas descrições na literatura científica de técnicas ultrassonográficas da região cervical de muares e jumentos. Com base nos padrões observados em cavalos, as infiltrações guiadas por ultrassom são usadas para fins diagnóstico ou terapêutico. Dadas essas considerações, foram avaliadas as articulações cervicais em 13 jumentos (12 fêmeas e 1 macho) com peso médio de 133(26) kg e idades entre 4 e 16 anos (média de 9,5 anos), 05 mulas e 09 burros, com peso médio de 393(41) kg e idades entre 4 e 15 anos (média de 9,7 anos), todos sem raça definida. O exame ultrassonográfico utilizou transdutor multifrequencial de 3 a 11 Mhz e foi iniciado com uma varredura do aspecto dorsal de cada vértebra, seguindo-se avaliação da região cranial à porção caudal da vértebra, em direção aos processos articulares, longitudinalmente e em sentido caudal para localização da articulação. Variações na angulação do transdutor permitiram a localização exata dos processos articulares e da articulação correspondente, de C2-3 a C6-7, com a captação de imagens de referência, o que permite que essa técnica seja utilizada no exame dessa região. Estudos utilizando a técnica descrita para a realização de punção intra-articular guiada por ultrassom em jumentos e muares para fins terapêutico ou de diagnóstico são sugeridos.

Palavras-chave: vértebra cervical, processos articulares, técnica, equídeos

ULTRASONOGRAPHY OF THE CERVICAL SPINE IN DONKEYS AND MULES: TECHNIQUE AND REFERENCE IMAGES

ABSTRACT

There are few descriptions in the scientific literature of ultrasound techniques in the cervical region of mules and donkeys. Based on the patterns observed in horses, ultrasound-guided infiltrations are used for diagnostic or therapeutic purposes. Given these considerations, cervical joints were evaluated in 13 donkeys (12 females and 1 male) with an average weight of 133 (26) kg and ages between 4 and 16 years (average of 9.5 years), 05 mules and 09 donkeys, with an average weight of 393 (41) kg and ages between 4 and 15 years (average of 9.7 years), all of them without defined race. The ultrasound examination used a 3 to 11 Mhz multifrequency transducer and the scan protocol was performed starting on the dorsal aspect of each vertebra, followed by an assessment of the cranial region to the caudal portion of the vertebra, towards the joint processes, longitudinally and in the caudal direction for of the joint. Variations of the transducer angulation allowed the exact location of the joint processes and the corresponding joint, from C2-3 to C6-7, with the capture of reference images, which allows this technique to be used in the examination of this region. Studies using the technique described for performing intra-articular puncture guided by ultrasound on donkeys and mules for therapeutic or diagnostic purposes are suggested.

Key words: cervical vertebra, articular processes, technique, equidae

INTRODUÇÃO

Os jumentos sofrem de condições semelhantes às de outros equídeos; entretanto, devido às diferenças anatômicas e fisiológicas evolutivas, podem levar a diagnósticos incorretos, tratamento inadequado, despesas desnecessárias e a resultado negativo¹. Este mesmo cenário pode ser observado em relação aos muares.

Comumente profissionais experientes enfrentam dificuldades em avaliar as imagens obtidas em exames imagenológicos da região cervical de asininos e muares, uma vez que são escassas, quando não inexistentes, evidências científicas que possam auxiliar diagnósticos imagenológicos precisos e fidedignos, sendo comum estudos em cavalos, que norteiam referências àquelas espécies.

Não apenas a complexidade anatômica está envolvida no laborioso diagnóstico ultrassonográfico dessa região em equídeos, mas também os resultados obtidos em 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 por distintas técnicas de diagnóstico por imagem que possam prestar auxílio na compreensão clínica dessa região.

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 em 2002², 2004³ e 2012⁴ na articulação atlanto-occipital (AO).

No estudo de 2004, Audigié et al.³ 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 realizada às cegas, podendo ser realizada com o cavalo em estação.

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 procedimento⁵.

De maneira semelhante, Pease et al.⁴, 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.² 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 em 2017⁶, em que mensurações na articulação AO foram 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.

Chope⁵ afirma 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.

Ainda como auxílio ao diagnóstico, utilizou-se a ultrassonografia no diagnóstico de osteomielite vertebral cervical em cavalo com histórico de múltiplos abscessos cervicais⁷, 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, em 2014, 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 existente⁸.

Em 2003⁹, 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 quando da realização das US⁹.

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 epaxiais⁹.

A injeção intra-articular guiada por US 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^{10,11}, havendo a recomendação de avaliação clínica de tal procedimento¹⁰.

Este mesmo grupo de pesquisadores, também no ano de 2003¹², aferiu a acurácia da técnica de injeção intra-articular guiada por US, aplicando-a em 8 peças anatômicas de cavalos eutanasiados por outras causas 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 cervicais de C2 a C7¹².

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 região¹².

No estudo realizado por Johnson et al.¹¹, 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 se utilizou o transdutor microconvexo a realização do exame foi mais rápida e precisa, no entanto não houve diferença significativa na acurácia entre os 2 transdutores utilizados¹¹.

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 são realizadas em cavalos vivos e em estação, rotineiramente, sem complicações¹¹.

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 campo¹¹.

Em 2014 realizou-se, pela primeira vez, injeção intra-articular guiada por ultrassom na articulação atlantoaxial (AA)¹³ objetivando a realização de mielografia para diagnóstico de fusão AA, havendo sucesso no procedimento.

JUSTIFICATIVA

Diante das considerações apresentadas, a presente pesquisa corrobora a premência em se buscar evidências científicas que forneçam valores de referência e parâmetros capazes de contribuir nas interpretações radiográficas e ultrassonográficas da coluna vertebral cervical de asininos e muares.

OBJETIVOS

Objetivos Gerais

Detalhar aspectos anatômicos das vértebras cervicais de equídeos com a utilização de 2 técnicas imagenológicas: radiografia e ultrassonografia.

Objetivos Específicos

Caracterizar os processos articulares das vértebras cervicais e suas respectivas articulações em asininos e muares, estabelecendo a técnica ultrassonográfica e a captação de imagens de referência que possam auxiliar na avaliação e interpretação mais objetivas e precisas das imagens ultrassonográficas, possibilitando elaboração de interpretações fidedignas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi aprovado e realizado de acordo com o Comitê de Ética e Uso de Animais local (número de protocolo: 0018/2020-CEUA).

Seleção dos animais

13 jumentos (12 fêmeas e 1 macho) com peso médio de 133(26) kg e idades entre 4 e 16 anos (média de 9,5 anos), 05 mulas e 09 burros, com peso médio de 393(41) kg e idades entre 4 e 15 anos (média de 9,7 anos), todos sem raça definida. Antes, durante e após a realização do experimento, receberam fornecimento de água *ad libitum*, ração balanceada para equinos elaborada na própria instituição, oferecida na proporção de 1% do peso vivo ao dia, permanecendo em piquetes de gramíneas diversas.

Preliminarmente aos exames ultrassonográficos a seguir descritos, constatou-se que os animais não apresentavam qualquer sinal de aumento de volume na região cervical ou claudicação ou incoordenação motora, pela realização de exame físico (palpação e inspeção, esta em estação e também ao passo e ao trote, em pisos macio e duro).

Exames Ultrassonográficos

Foram realizados em tronco de contenção específico para equídeos (Figura 1), dentro dos quais os animais permaneceram em estação, contidos apenas por cabresto, havendo a participação de três profissionais: um segurando o cabresto e contendo o equídeo; outro realizando a captação das imagens posicionando-se o transdutor na região cervical com a utilização dos aparelhos de ultrassonografia modelo MyLab70 - ESAOTE® (Gênova – Itália) nos asininos e MyLab30 - ESAOTE® (Gênova – Itália) nos muares, e transdutor linear de multifrequência de 3 a 11 MHz. Um terceiro profissional dando suporte e auxiliando no manejo, contenção e manipulação dos equipamentos.



FIGURA 1. Equídeo da espécie muar posicionado no tronco de contenção para a realização do exame ultrassonográfico cervical.

O procedimento foi precedido de tricotomia regional (Figura 2) para mitigar artefatos e aplicação de álcool isopropílico a 70% para remoção de sujidades e oleosidade. Utilizou-se gel ultrassonográfico também objetivando minimizar os artefatos produzidos pelo contato do transdutor com a pele.



FIGURA 2. Região de interesse tricotomizada: da extremidade caudal do processo transversal do atlas, projetam-se duas retas. Uma em direção ventral atingindo a região dorsal ao sulco jugular e caminhando dorsalmente a este até a base do pescoço. A outra, dorsalmente, estendendo-se em direção ao terço médio do pescoço até atingir sua base. Uma terceira reta faz a união das duas retas descritas, projetando-se ao longo da base do pescoço.

O exame ultrassonográfico de cada animal foi iniciado com uma varredura do aspecto dorsal de cada vértebra, primeiramente na C2, seguindo-se avaliação da região cranial à porção caudal da vértebra, em direção aos processos articulares, longitudinalmente e em sentido caudal para localização da articulação C2-3.

Essa varredura foi iniciada com o transdutor em plano transversal (90° com o eixo longitudinal do pescoço), estando o indicador de referência na posição dorsal (D), movimentando-o em sentido crânio-dorsal (CrD), chegando a posicioná-lo no plano longitudinal da coluna cervical, posição em que o indicador de referência está cranial (Cr) (Figura 3).



FIGURA 3. Posicionamento do transdutor ao longo da coluna cervical. Iniciando a varredura na região da C2 até localizar a articulação C2-3 (I), seguindo às regiões das articulações C3-4 (II e III), C5-6 (IV) e C6-7 (V e VI).

Em C2-3, o indicador de referência foi posicionado entre 60 a 90° ao eixo longitudinal do pescoço. Na C3-4 o transdutor estará com o indicador de referência CrD, variando de 45 a 60°, estando próximo de 45° nas articulações C4-5 e C5-6, e a menos de 45°, tendendo a Cr, na articulação C6-7.

Desta maneira, realizando a varredura com variações da angulação do transdutor em relação ao plano longitudinal do pescoço, foi possível a exata localização dos processos articulares de cada articulação, uma vez que houve variação no posicionamento do transdutor a depender da articulação em estudo

Durante o exame ultrassonográfico foram evidenciados os espaços articulares C2-3 a C6-7. Houve aumento na profundidade de alcance à medida em que aumentava a espessura do pescoço, ou seja, no sentido caudal, já que o exame foi iniciado na C2-3 percorrendo as articulações sucessivamente até a C6-7 e sempre do lado esquerdo do pescoço dos pacientes para padronização do procedimento.

RESULTADOS

Das imagens ultrassonográficas obtidas na região dos processos articulares das articulações entre a segunda e terceira vértebras cervicais (C2-3), entre a terceira e quarta vértebras cervicais (C3-4), entre a quarta e quinta vértebras cervicais (C4-5), entre a quinta e sexta vértebras cervicais (C5-6) e entre a sexta e sétima vértebras cervicais (C6-7), foram selecionadas uma de cada articulação nos asininos e nos muars, sendo apresentadas, respectivamente, nas Figuras 4 a 8 e 9 a 13.

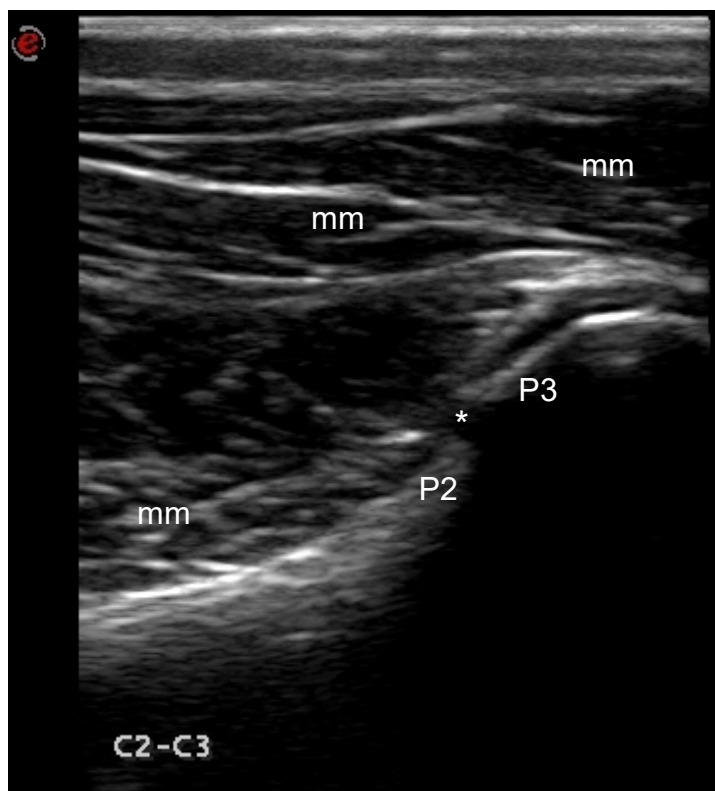


FIGURA 4. Articulação entre a segunda e terceira vértebras cervicais* (C2-3) em **ASININO**. P2 = processo articular da segunda vértebra cervical (C2); P3 = processo articular da terceira vértebra cervical (C3); mm = musculatura epaxial.

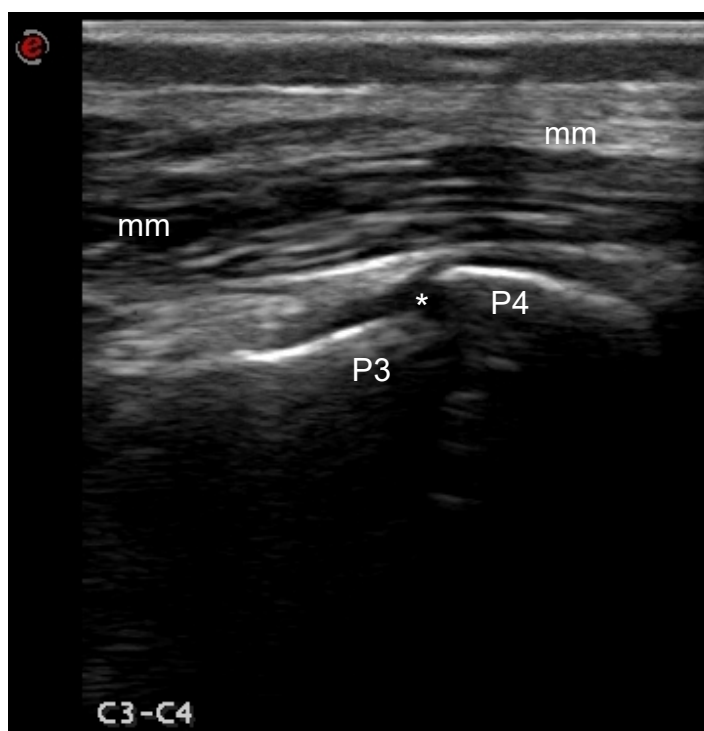


FIGURA 5. Articulação entre a terceira e quarta vértebras cervicais* (C3-4) em **ASININO**. P3 = processo articular da terceira vértebra cervical (C3); P4 = processo articular da quarta vértebra cervical (C4); mm = musculatura epaxial.

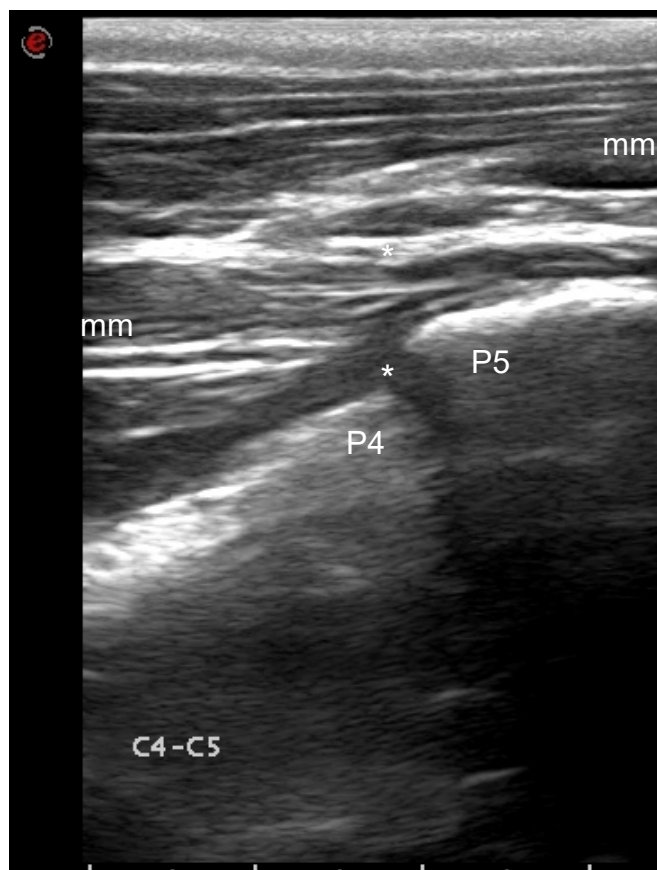


FIGURA 6. Articulação entre a quarta e quinta vértebras cervicais* (C4-5) em **ASININO**. P4 = processo articular da quarta vértebra cervical (C4); P5 = processo articular da quinta vértebra cervical (C5); mm = musculatura epaxial.

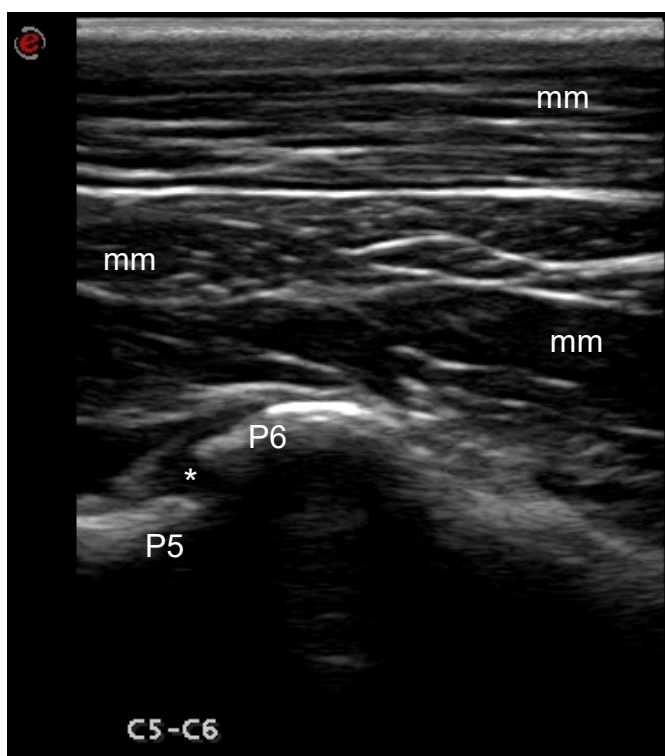


FIGURA 7. Articulação entre a quinta e sexta vértebras cervicais* (C5-6) em **ASININO**. P5 = processo articular da quinta vértebra cervical (C5); P6 = processo articular da sexta vértebra cervical (C6); mm = musculatura epaxial.

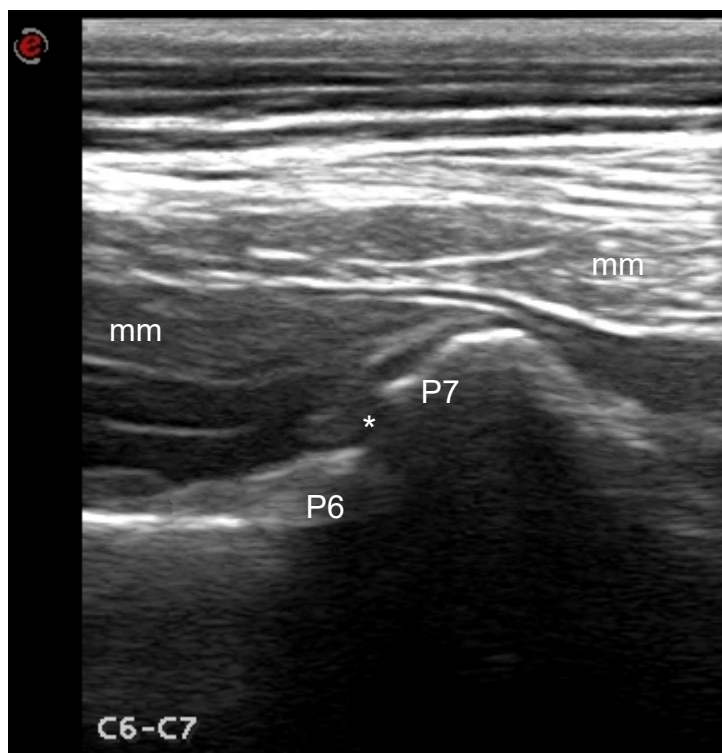


FIGURA 8. Articulação entre a sexta e sétima vértebras cervicais* (C6-7) em **ASININO**. P6 = processo articular da sexta vértebra cervical (C6); P7 = processo articular da sétima vértebra cervical (C7); mm = musculatura epaxial.

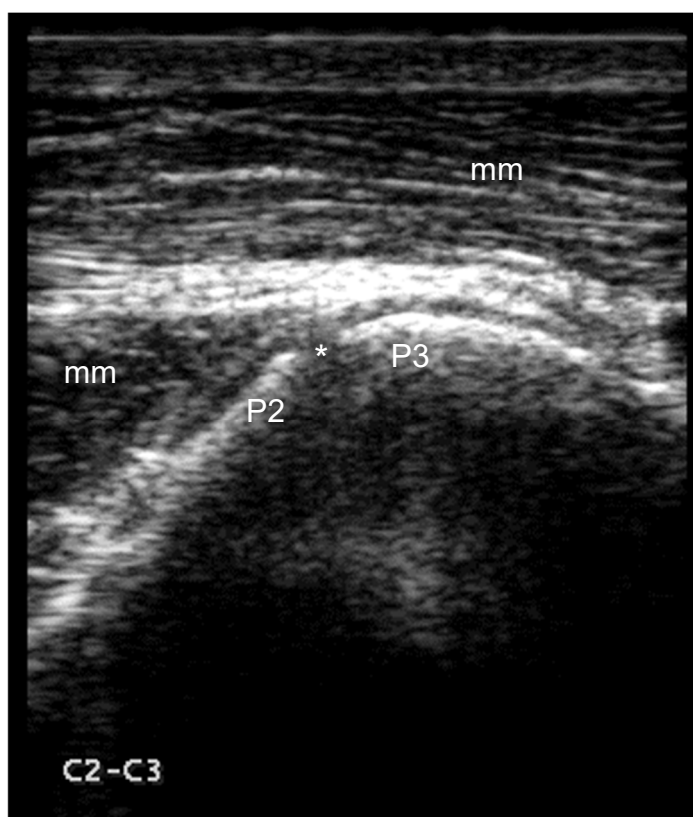


FIGURA 9. Articulação entre a segunda e terceira vértebras cervicais* (C2-3) em **MUAR**. P2 = processo articular da segunda vértebra cervical (C2); P3 = processo articular da terceira vértebra cervical (C3); mm = musculatura epaxial.



FIGURA 10. Articulação entre a terceira e quarta vértebras cervicais* (C3-4) em **MUAR**. P3 = processo articular da terceira vértebra cervical (C3); P4 = processo articular da quarta vértebra cervical (C4); mm = musculatura epaxial.

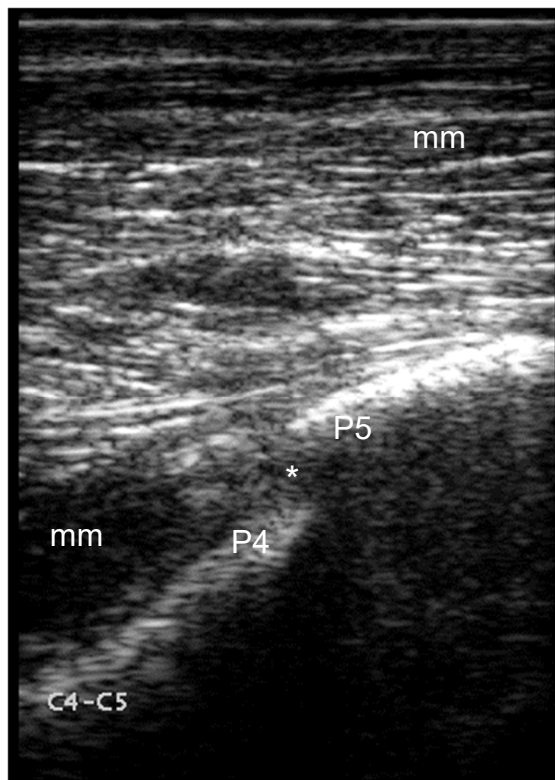


FIGURA 11. Articulação entre a quarta e quinta vértebras cervicais* (C4-5) em **MUAR**. P4 = processo articular da quarta vértebra cervical (C4); P5 = processo articular da quinta vértebra cervical (C5); mm = musculatura epaxial.

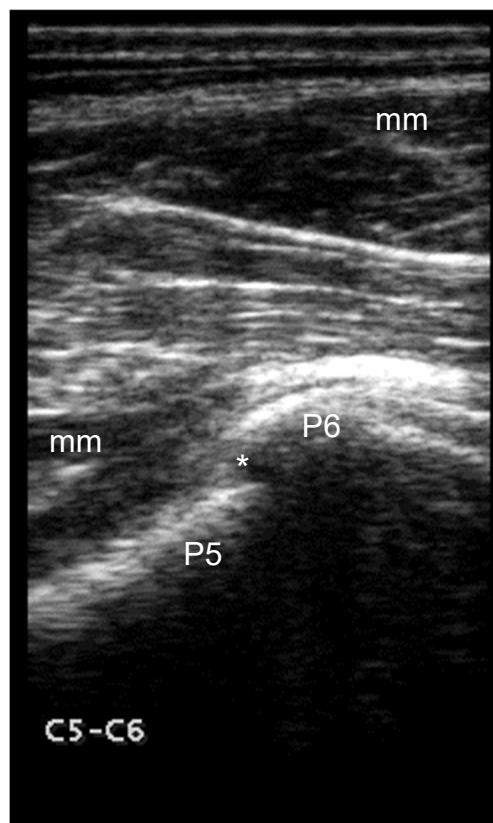


FIGURA 12. Articulação entre a quinta e sexta vértebras cervicais* (C5-6) em **MUAR**. P5 = processo articular da quinta vértebra cervical (C5); P6 = processo articular da sexta vértebra cervical (C6); mm = musculatura epaxial.

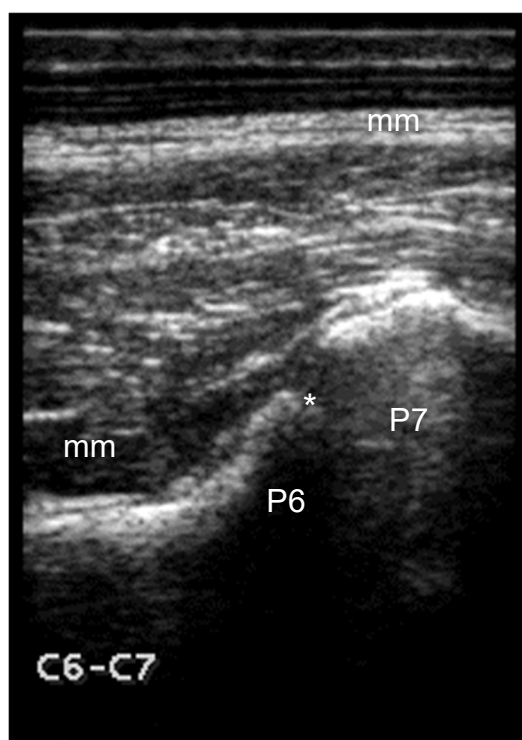


FIGURA 13. Articulação entre a sexta e sétima vértebras cervicais* (C6-7) em **MUAR**. P6 = processo articular da sexta vértebra cervical (C6); P7 = processo articular da sétima vértebra cervical (C7); mm = musculatura epaxial.

DISCUSSÃO

Não há descrição anatômica detalhada das vértebras cervicais em asininos e muares na literatura consultada, observando-se que as referências anatômicas são baseadas nos livros de anatomia de equinos, sendo utilizadas tais descrições¹⁴⁻¹⁷ como referência ao presente estudo.

Considerando essa ausência literária de técnica ultrassonográfica específica ao exame das articulações cervicais e processos articulares em asininos e muares e a já consagrada aplicabilidade em cavalos^{2-8,10,11,13} no diagnóstico de enfermidades e como auxílio às punções intra-articulares guiadas por US nestas articulações, seja para diagnóstico ou terapêutica.

No entanto, o presente estudo descreve detalhadamente tal técnica, inclusive com referências anatômicas e angulações do transdutor em relação ao eixo longitudinal do pescoço a depender da articulação de interesse. As técnicas descritas em cavalos não trazem essas referências anatômicas, tampouco indicam o melhor posicionamento do transdutor para localização e caracterização de cada articulação cervical entre C2 e C7^{9,10}.

Quanto à técnica desenvolvida em cavalos, houve a utilização de variações na angulação do transdutor, de dorsal (90° em relação ao plano longitudinal da coluna cervical), a 45°, posição denominada de Cr-D, no entanto, não descrevem qual angulação é mais adequada a cada articulação cervical, bem como realizaram o exame em peças anatômicas e ainda utilizaram a ultrassonografia para guiar a inserção de agulha objetivando injeção intra-articular.

Tal fato o distingue da técnica descrita nesta pesquisa, em que o procedimento foi realizado em animais vivos, descrevendo que na C2-3 angulações próximas a 90° são mais desejáveis à visibilização dos processos articulares, havendo uma tendência a horizontalizar o posicionamento do transdutor em relação ao plano longitudinal cervical nas articulações subsequentes. Inicialmente, em C2-3, este posicionamento do transdutor foi entre 60 a 90° ao eixo longitudinal do pescoço, ou seja, em posição dorsal. Na C3-4, o transdutor foi posicionado com o indicador de referência a CrD, variando

de 45 a 60°, estando próximo de 45° nas articulações C4-5 e C5-6, e a menos de 45°, tendendo a Cr, na articulação C6-7.

A técnica e as angulações para obtenção de imagens ultrassonográfica da coluna vertebral cervical foi a mesma tanto para asininos quanto aos muares, sendo semelhantes às descritas em cavalos⁹⁻¹³, mas com a necessidade em variar as angulações do transdutor a depender da articulação.

Houve também diferença quanto à musculatura cervical, havendo necessidade de maior profundidade de alcance à medida em que aumenta a espessura do pescoço, ou seja, no sentido caudal.

Outra diferença observada, especificamente ao estudo de Berg⁹, que realizou o estudo anatômico das estruturas e com o transdutor em plano transversal aos corpos vertebrais. Já em nosso estudo, o escopo foram as articulações formadas pelos processos articulares cervicais, em animais vivos, com descrição da técnica e padronização de imagens de referência a futuros estudos.

As variações observadas ao exame ultrassonográfico nas margens ósseas dos processos articulares das vértebras cervicais em cavalos⁹, não foram observadas nos asininos e muares.

CONCLUSÃO

Os dados coletados permitem que se realize a técnica ultrassonográfica descrita para coluna cervical de asininos e muares, servindo de referência à realização deste exame e também auxiliando nas punções das articulações C2-3 a C6-7.

Destarte, sugerem-se estudos que utilizem a técnica ultrassonográfica descrita à realização de punção intra-articular guiada por ultrassom em asininos e muares com finalidade terapêutica ou diagnóstica.

REFERÊNCIAS²

1. Toribio RE. Dear donkey and mule: you deserve more appreciation and better medicine. *Vet Clin North Am Equine Pract.* Elsevier Inc; 2019;35:xiii–xiv.
2. Gollob E, Edinger H, Stanek C, Wurnig C. Ultrasonographic investigation of the atlanto-occipital articulation in the horse. *Equine Vet J.* 2002;34:44–50.
3. Audigié F, Tapprest J, Didierlaurent D, Denoix JM. Ultrasound-guided atlanto-occipital puncture for myelography in the horse. *Vet Radiol Ultrasound.* 2004;45:340–344.
4. Pease A, Behan A, Bohart G. Ultrasound-guided cervical centesis to obtain cerebrospinal fluid in the standing horse. *Vet Radiol Ultrasound.* 2012;53:92–95.
5. Chope K. How to perform sonographic examination and ultrasound-guided injection of the cervical vertebral facet joints in horses. *Proc Annu Conv AAEP.* 2008;186–189.
6. Mackenzie CJ, Haggett EF, Pinchbeck GL, Marr CM. Ultrasonographic assessment of the atlanto-occipital space in healthy Thoroughbred foals and Thoroughbred foals with neonatal maladjustment syndrome. *Vet J.* 2017;223:55–59.
7. Alonso JM, Ávila AR, Bueno LMC, et al. Cervical vertebral osteomyelitis secondary to *Streptococcus equi* infection in an adult horse - case report. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2019;71:2041–2048.
8. Abuja GA, García-López JM, Manso-Díaz G, Spoormakers TJP, Taeymans O. The cranial nuchal bursa: anatomy, ultrasonography, magnetic resonance imaging and endoscopic approach. *Equine Vet J.* 2014;46:745–750.
9. Berg L, Nielsen J, Thoenes M, Thomsen P. Ultrasonography of the equine cervical region: a descriptive study in eight horses. *Equine Vet J.* 2003;35:647–655.
10. Mattoon JS, Drost T, Grguric MR, Auld DM, Reed SM. Technique for equine cervical articular process joint injection. *Vet Radiol Ultrasound.* 2004;45:238–240.
11. Johnson JP, Stack JD, Rowan C, Handel I, O’Leary JM. Ultrasound-guided approach to the cervical articular process joints in horses: a validation of

² Veterinary Radiology & Ultrasound - Author Guidelines. <https://onlinelibrary.wiley.com/page/journal/17408261/homepage/forauthors.html>. Accessed August 06, 2020.

the technique in cadavers. *Vet Comp Orthop Traumatol*. 2017;30:165–171.

12. Nielsen J V., Berg LC, Thoenes MB, Thomsen PD. Accuracy of ultrasound-guided intra-articular injection of cervical facet joints in horses: a cadaveric study. *Equine Vet J*. 2003;35:657–661.
13. Aleman M, Dimock AN, Wisner ER, Prutton JW, Madigan JE. Atlanto-axial approach for cervical myelography in a thoroughbred horse with complete fusion of the atlanto-occipital bones. *Can Vet J*. 2014;55:1069–1073.
14. Getty R. Sisson & Grossman: Anatomia dos animais domésticos. 5th ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1986. v. 1; p. 233-238.
15. Budras K-D, Sack WO, Sabine R. Axial skeleton and neck. *Anat horse*. 6th ed. Hannover: Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co.; 2011. Axial skeleton and neck; p.56-59.
16. Green J. Horse anatomy. Mineola, NY: Dover Publications, Inc.; 2006. p. 11-12
17. Clayton HM, Flood PF, Rosenstein D. Spinal column. In: Rodenhuis J, editor. *Clinical anatomy of the horse*. London: Mosby Elsevier; 2005. p.1-29.

LIST OF AUTHOR CONTRIBUTIONS

Category 1

(a) Conception and Design: RIBEIRO, MACHADO

(b) Acquisition of Data: RIBEIRO, PUOLI FILHO, MELO NETO

Category 2

(a) Drafting the Article: RIBEIRO

(b) Revising Article for Intellectual Content: RIBEIRO, PUOLI FILHO, MACHADO

Category 3

(a) Final Approval of the Completed Article: RIBEIRO, MACHADO

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ORCID

Mário Aigner Ribeiro  <https://orcid.org/0000-0002-0583-6777>

CAPÍTULO 3 – TRABALHO CIENTÍFICO

DIÂMETRO SAGITAL MÍNIMO E RAZÕES INTRA E INTERVERTEBRAIS CERVICAIS EM ASININOS E MUARES

Ribeiro MA, Ribeiro RC, Melo Neto GB, Padovani CR, Puoli Filho JNP,
Machado VMV

Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Medicina Veterinária e
Zootecnia, Botucatu

MINIMUM SAGITTAL DIAMETER AND INTRA AND INTERVERTEBRAL RATIOS FOR CERVICAL COLUMN IN DONKEYS AND MULES

Ribeiro MA, Ribeiro RC, Melo Neto GB, Padovani CR, Puoli Filho JNP,
Machado VMV

São Paulo State University (Unesp), School of Veterinary Medicine and Animal
Science, Botucatu

Trabalho a ser enviado para a revista

Veterinary Radiology and Ultrasound

Author Guidelines:

<https://onlinelibrary.wiley.com/page/journal/17408261/homepage/forauthors.htm>

I

Autor para correspondência:

vania.mv.machado@unesp.br

DIÂMETRO SAGITAL MÍNIMO E RAZÕES INTRA E INTERVERTEBRAIS CERVICAIS EM ASININOS E MUARES

RESUMO

Em cavalos, diâmetro sagital mínimo e razões intra e intervertebral são utilizados para diagnóstico em casos de ataxia. Objetivando estabelecer referências dessas mensurações em asininos e muares, foram examinados 13 jumentos (peso médio de 133(26) kg e idade média de 9,5 anos), 14 muares (peso médio de 393(41) kg e idade média de 9,7 anos), todos sem raça definida. Em cada animal foram realizadas 3 projeções laterolaterais (C1 a C3, C3 a C5 e C5 a C7). Técnica radiográfica em muares: 72kV e 2mA em C1 a C3; 72kV e 2,5mA em C3 a C5 e 74kV e 2,8mA em C5 a C7; em asininos: 68kV e 1,6mA em C1 a C3 e C3 a C5 e 70kV e 1,7mA, de C5 a C7. O diâmetro sagital mínimo em cada espécie foi determinado pela média e desvio-padrão. A comparação das respostas das mensurações das vértebras cervicais entre as duas espécies (asininos e muares) foi realizada por meio do teste paramétrico t de Student para amostras independentes. A medida de associação entre as razões intra e intervertebrais nas espécies foi determinada considerando o coeficiente de correlação linear de Pearson no nível de 5% de significância e as comparações das razões nas vértebras, entre as 3 espécies (equinos, asininos e muares) foi realizada a partir dos intervalos de 95% de confiança para as médias das espécies. Os resultados obtidos estabelecem valores normais para os diâmetros sagitais mínimos e razões intra e intervertebrais em asininos e muares.

Palavras-chave: vértebra cervical, radiografia, equídeos

MINIMUM SAGITTAL DIAMETER AND INTRA AND INTERVERTEBRAL RATIOS FOR CERVICAL COLUMN IN DONKEYS AND MULES

ABSTRACT

In horses, minimum sagittal diameter and intra and intervertebral ratios are used for diagnosis in cases of ataxia. In order to establish references for these measurements on donkeys and mules, 13 donkeys (average weight of 133 (26) kg and average age of 9.5 years), 14 mules (average weight of 393 (41) kg and average age of 9, 7 years), all mixed race. In each animal, 3 laterolateral projections were performed (C1 to C3, C3 to C5 and C5 to C7). Radiographic technique on mules: 72kV and 2mA in C1 to C3; 72kV and 2,5mA in C3 to C5 and 74kV and 2,8mA in C5 to C7; in donkeys: 68kV and 1,6mA in C1 to C3 and C3 to C5 and 70kV and 1,7mA, from C5 to C7. The minimum sagittal diameter in each species was determined by the mean and standard deviation. The comparison of the responses of measurements of cervical vertebrae between the two species (donkeys and mules) was performed using the Student's t parametric test for independent samples. The measure of association between intra and intervertebral ratios in species was determined considering Pearson's linear correlation coefficient at the 5% level of significance and comparisons of ratios in vertebrae between the 3 species (equines, donkeys and mules) were performed from 95% confidence intervals for species means. The results obtained establish normal data for the minimum sagittal diameters and intra and intervertebral ratios in donkeys and mules.

Key words: cervical vertebra, radiology, equidae

INTRODUÇÃO

Das espécies de equídeos, os muares são híbridos resultantes do cruzamento entre cavalos (*Equus caballus*) e asininos (*Equus asinus*). Tanto os muares quanto os asininos são espécimes pouco estudadas, no entanto, comumente presentes na rotina clínica veterinária.

Os cavalos possuem 7 vértebras cervicais, sendo a primeira (C1 ou atlas) e a segunda (C2 ou áxis) as mais modificadas anatomicamente em comparação às demais e isso se deve às suas funções especiais de suportar e movimentar a cabeça¹.

O atlas não possui corpo nem processo 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 céus¹.

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, continuando caudalmente com seus processos articulares caudais¹.

A terceira (C3), quarta (C4) e quinta (C5), possuem um padrão anatômico relacionado ao corpo, arco, processos articulares, processo transversos, forame transverso e processo espinhoso¹.

Já a sexta (C6) e sétima (C7), apresentam características 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 espinhal¹.

A C6 é mais curta e mais larga que a C5, apresentando processos articulares mais curtos, mais espessos e mais separados¹.

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 caudal¹.

Em humanos, a relação existente entre o diâmetro sagital e o corpo vertebral da coluna cervical é utilizada como referência para avaliar estenose no canal medular. Tal relação é significativa e ocorre independentemente do sexo, sendo desejável que o valor esteja próximo de 1. Quando for menor que 0,82, há significativa estenose do canal medular². Essa razão foi definida em 1987 e foi utilizada ao longo dos anos para se avaliar estenose do canal medular em humanos, sendo relatado seu uso em 2013³, 2016⁴, 2017^{5,6} e 2018⁷. Foi denominada de razão Torg⁵⁻⁷, razão Pavlov⁶ ou razão Torg-Pavlov^{3,4}.

Dos padrões observados em cavalos, o diâmetro sagital mínimo 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^{8,9} ou mielopatia estenótica cervical⁹⁻¹², também denominada de mielopatia compressiva vertebral cervical¹¹ ou síndrome de Wobbler^{9,10,12,13}.

A compressão da medula espinhal pode levar à apresentação clínica de incoordenação motora em cavalos idosos com espessamento osteoartrítico nos processos articulares das vértebras cervicais¹¹.

Discopatia na região cervical também pode levar a quadro clínico de ataxia, tanto em asininos quanto em cavalos, sendo o exame radiográfico indicado ao diagnóstico¹⁴.

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, claudicação¹³.

Em 1987, as malformações das vértebras cervicais em cavalos foram consideradas raras, sendo as enfermidades com sede na região cervical e que sejam possíveis de serem diagnosticadas radiograficamente: anormalidades congênitas das vértebras cervicais (malformação occipitoatlantoaxial 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 senilidade (espondilose e osteoporose difusa)¹³.

Destes estudos radiográficos citados, a posição laterolateral foi unânime, havendo autores que descreveram uma técnica em que utilizam uma padronização em apoiar o mento dos cavalos numa plataforma a determinada altura, o que traz o inconveniente em ter que tranquilizar os pacientes com o uso de sedativos¹⁵.

No entanto, recente estudo (2018)¹⁶ avaliando 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.

Diferenças anatômicas na C6 em cavalos obtidas por exames radiográficos, foram diagnosticadas como anomalias, descritas em 2016 por Derouen et al.¹⁷, 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 fidedignos¹⁷.

Em 2002¹⁸, um estudo de diferenças anatômicas entre asininos e muares elencou distinções quanto à região laringiana, musculatura cutânea, duto nasolacrimal e até quanto aos ossos do sacro e região coccígea, inclusive descrevendo as diferenças da quantidade de vértebras da coluna vertebral dos

muare em relação aos cavalos (fórmula vertebral nos muare: C7, T18, L5, S5, Ca15–17 e dos cavalos: C7, T18, L6, S5, Ca15–21), nas quais podemos observar possuírem a mesma quantidade de vértebras cervicais, havendo diferença em relação às lombares e caudais. Essa fórmula apresentada aos muare foi anteriormente descrita por outros autores em 1982¹⁹.

Variações anatômicas na C7 foram descritas em 2016 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 os da raça Puro Sangue Inglês (PSI), maior frequência em não apresentarem processo espinhoso na C7. Não houve associação destas variações quanto ao sexo²⁰.

JUSTIFICATIVA

Diante das considerações apresentadas, a presente pesquisa corrobora a premência em se buscar evidências científicas que forneçam valores de referência e parâmetros capazes de contribuir nas interpretações radiográficas da coluna vertebral cervical de asininos e muare.

OBJETIVOS

Objetivos Gerais

Detalhar aspectos anatômicos das vértebras cervicais de equídeos com a utilização de exame radiográfico.

Objetivos Específicos

Caracterizar o diâmetro sagital mínimo, as razões intra e intervertebrais em asininos e muares, objetivando valores de referência que possam auxiliar na avaliação e interpretação mais objetivas e precisas das imagens radiográficas, possibilitando elaboração de interpretações fidedignas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi aprovado e realizado de acordo com o Comitê de Ética e Uso de Animais local (número de protocolo: 0018/2020-CEUA).

Seleção dos animais

13 jumentos (12 fêmeas e 1 macho) com peso médio de 133(26) kg e idades entre 4 e 16 anos (média de 9,5 anos), 05 mulas e 09 burros, com peso médio de 393(41) kg e idades entre 4 e 15 anos (média de 9,7 anos), todos sem raça definida. Antes, durante e após a realização do experimento, receberam fornecimento de água *ad libitum*, ração balanceada para equinos elaborada na própria instituição, oferecida na proporção de 1% do peso vivo ao dia, permanecendo em piquetes de gramíneas diversas.

Preliminarmente aos exames imagenológicos a seguir descritos, além de serem aferidos os pesos dos equídeos, constatou-se que os animais não apresentavam qualquer sinal de aumento de volume na região cervical ou claudicação ou incoordenação motora, pela realização de exame físico (palpação e inspeção, esta em estação e também ao passo e ao trote, em pisos macio e duro).

Exames Radiográficos

Contemplaram três projeções radiográficas com os animais em estação, contidos apenas por cabresto, havendo a participação de três profissionais: um segurando o cabresto e contendo o animal, outro posicionando o receptor e um terceiro, segurando o emissor de R-X. Destarte, obteve-se imagens laterolaterais da região cervical de cada animal, por segmentos

vertebrais: uma imagem de C1 a C3, outra, de C3 a C5 e uma terceira, de C5 a C7. Utilizou-se emissor Job 100HF (JOB Corporation, Kanagawa/JAPAN) e receptor Leonard DR (Oehm und Rehbein Technology, Rostock/Alemanha).

Técnicas utilizadas posicionando-se o emissor a 75cm do receptor, variando-se a emissão de R-X a depender da localização anatômica:

- **muares:** 72kV e 2mA em C1 a C3, 72kV e 2,5mA em C3 a C5 e 74kV e 2,8mA em C5 a C7;
- **asininos:** 68kV e 1,6mA quando nas vértebras C1 a C5, 70kV e 1,7mA, de C5 a C7.

Mensurações

Foram realizadas nas imagens radiográficas no formato DICOM, que preserva a qualidade da imagem e confere precisão das mensurações, utilizando o *software RadiAnt DICOM Viewer* (Copyright © 2009-2020 – Medixant - Poznan, Polônia) e apresentadas na Figura 1.

As mensurações (em **cm**) foram realizadas em 6 vértebras cervicais (C2 a C7) e nas 5 articulações entre elas (C2-3 a C6-7). Quando nas vértebras, as mensurações foram referidas com a denominação da respectiva vértebra, por exemplo, **C2**, **C3**, ..., **C7**, sendo esta denominada uma medida **intravertebral**.

Medidas intravertebrais no forame medular: 10 (dez) mensurações do diâmetro sagital (**DS**) foram realizadas ao longo do forame medular (do teto ao assoalho), sendo denominadas de DS1, DS2, ..., DS10. Tais mensurações foram realizadas em plano transversal ao forame vertebral. Devido à C2 ser aquela com maior extensão, essas mensurações foram mais espaçadas uma da outra para que as 10 medidas percorressem toda extensão do forame vertebral, ocorrendo o inverso em C6 e C7, pois são mais curtas, exigindo uma maior proximidade entre as mensurações. Dentre estas 10 mensurações do DS, o diâmetro sagital mínimo (**DSM**), representado pela letra **a**, foi aquele que apresentou o menor valor.

Comprimento vertebral cervical: do limite cranial ao limite caudal do assoalho vertebral (**d**). Na C2, a extremidade cranial estendeu-se ao processo odontoide.

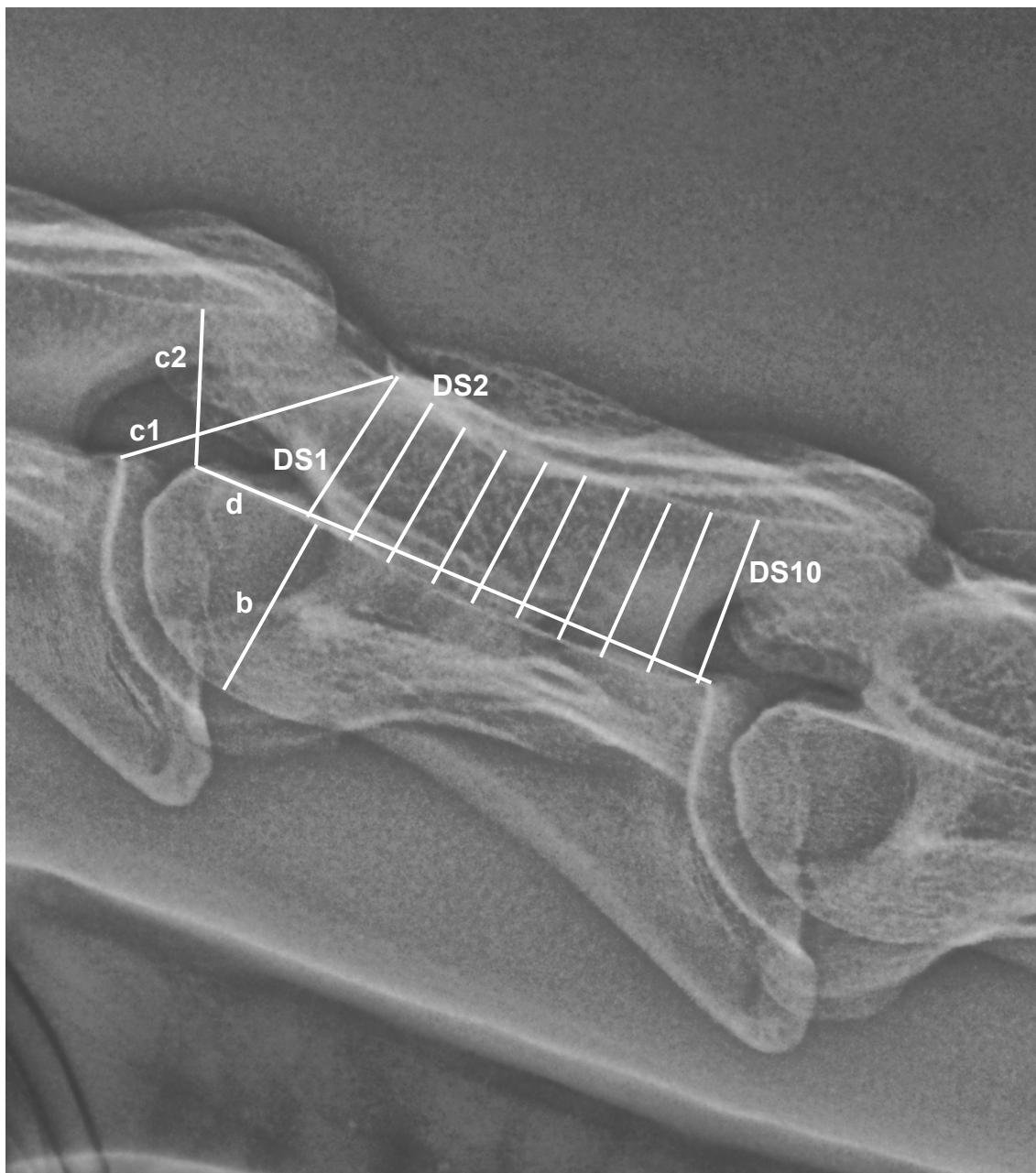


FIGURA 1. Medidas intravertebrais do diâmetro sagital (DS1 a DS10); medidas intervertebrais (c1 e c2); medida da do corpo vertebral em sua porção cranial (b) e comprimento vertebral cervical (d).

Medida intravertebral no corpo vertebral: a maior extensão no plano transversal da porção cranial do corpo vertebral, na região da epífise cranial (**b**).

Quando a mensuração se referir a uma medida entre as vértebras, ou seja, na articulação, foi denominada como sendo uma medida **intervertebral**, estando designada pela articulação a que se refere, por exemplo, **C2-3** (articulação entre a segunda e terceira vértebras cervicais).

Medidas intervertebrais: entre o limite caudal do assoalho do forame medular de uma vértebra e o limite cranial do teto do forame medular da vértebra seguinte (**c1**); entre o limite caudal do teto do forame medular de uma vértebra e o limite cranial do assoalho do forame medular da vértebra seguinte (**c2**). O menor valor entre **c1** e **c2**, foi denominado de **c**.

A partir destas medidas tem-se as razões descritas a seguir.

Razão intervertebral (c/b): sendo **c** o valor mensurado na articulação em análise e **b**, referente à vértebra caudal à esta articulação.

Razão intravertebral (a/b): entre os valores **a** e **b** mensurados em determinada vértebra cervical.

Em cada animal obteve-se 5 razões intervertebrais (**c/b**), uma em cada articulação (C2-3, C3-4, C4-5, C5-6 e C6-7) e 5 razões intravertebrais (**a/b**), uma em cada vértebra (C3, C4, C5, C6, C7).

Portanto, para o cálculo das razões intra e intervertebrais de C2-3 a C6-7, tem-se que:

Na **C2-3** a razão intervertebral onde o valor de **c** foi o menor dos valores aferidos nesta articulação, quais sejam, **c1** e **c2**. O valor de **a** correspondente ao menor valor encontrado entra as 10 mensurações do DS de **C3**, ou seja, é o **DSM da C3**, e o valor **b**, refere-se àquele obtido na mensuração da região epifisária cranial do corpo vertebral da **C3**.

Na **C3-4** a razão intervertebral onde o valor de **c** foi o menor dos valores aferidos nesta articulação, quais sejam, **c1** e **c2**. O valor de **a** correspondente ao menor valor encontrado entra as 10 mensurações do DS de

C4, ou seja, é o **DSM da C4**, e o valor **b**, refere-se àquele obtido na mensuração da região epifisária cranial do corpo vertebral da **C4**.

E assim sucessivamente nas articulações cervicais até a C6-7.

Metodologia estatística

O estabelecimento exploratório dos perfis das respostas das vértebras cervicais de cada uma das espécies foi construído por meio da estatística descritiva envolvendo medidas de posição e variabilidade, representadas pelo valor mínimo (**Vmin**), sendo este o menor valor amostral, primeiro quartil (**Q1** = limitante dos 25% menores valores amostrais), mediana (**Med** = divisor dos 50% menores valores e dos 50% maiores), terceiro quartil (**Q3** = limitante dos 25% maiores valores amostrais), valor máximo (**Vmax** = maior valor amostral), média aritmética ou simplesmente média ($\bar{x}$ = valor central do equilíbrio dos dados amostrais) e desvio-padrão (**DP** = medida de dispersão dos valores amostrados em relação ao centro determinado pela média), apresentados por tabelas e gráficos²¹.

A comparação das respostas das mensurações das vértebras cervicais entre as duas espécies (asininos e muares) foi realizada por meio do teste paramétrico t de Student para amostras independentes²².

A medida de associação entre pesos e vértebras ou relações intra e intervertebrais foi obtida pelo coeficiente de correlação linear de Pearson no nível de 5% de significância²².

A medida de associação entre as razões intra e intervertebrais nas espécies foi determinada considerando o coeficiente de correlação linear de Pearson no nível de 5% de significância e as comparações das razões nas vértebras, entre as 3 espécies (equinos, asininos e muares), foi realizada a partir dos intervalos de 95% de confiança para as médias das espécies²².

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto à metodologia de manejo, mantendo os animais em estação, sem qualquer apoio ou padronização quanto à altura da cabeça e sem uso de sedativos, foi efetiva em permitir a realização dos exames radiográficos e à obtenção das imagens radiográficas propostas. Tal procedimento foi baseado em estudo¹⁶ que demonstrou não haver diferença significativa na imagem radiográfica obtida para mensurações do diâmetro sagital mínimo, bem como dos diâmetros intra e intervertebrais devido a pequenas variações na posição do pescoço, estando a cabeça mais alta em alguns cavalos, ou mais baixa em outros. Tal fato corrobora a metodologia do presente estudo em realizar os exames radiográficos com os animais em posição de estação, sem utilização de sedativos, permitindo que posicionem voluntariamente a cabeça, estando a coluna cervical alinhada sagitalmente, o que foi possível com a utilização apenas de cabresto.

A Figura 2 demonstra as mensurações dos comprimentos dos corpos vertebrais nos muare e asininos, sendo a C2 a de maior extensão, havendo diminuição progressiva deste comprimento ao longo da coluna vertebral cervical, sendo a C7 a de menor extensão. Tais características também podem ser observadas nos cavalos¹.

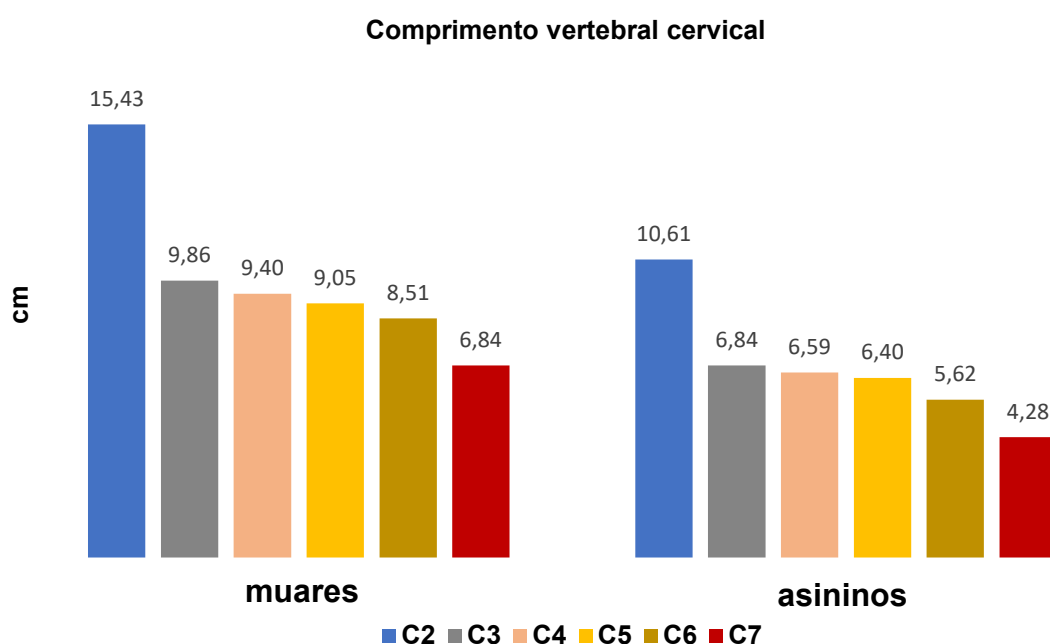


FIGURA 2. Médias dos comprimentos dos corpos vertebrais cervicais em muare e asininos.

Outras características descritas nas vértebras cervicais de cavalos¹, também puderem ser observadas ao exame radiográfico em asininos e muares (Figuras 2 a 5).

Em cavalos, distingue-se a C2 em relação ao corpo vertebral, processos articulares, processo transversos, forame transverso e processo espinhoso quando comparada à terceira, quarta e quinta vértebras. A segunda vértebra cervical é a mais longa, demonstra processos articulares típicos, processo espinhoso largo e robusto e caracteriza-se por possuir centralmente o processo odontoide, continuando caudalmente com seus processos articulares caudais¹. Tais características podem ser observadas também em muares e asininos.

A terceira (C3), quarta (C4) e quinta (C5) vértebras cervicais, possuem um padrão anatômico relacionado ao corpo, arco, processos articulares, processo transversos, forame transverso e processo espinhoso¹.

Já a sexta (C6) e sétima (C7), apresentam características 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 espinhal¹.

A C6 é mais curta e mais larga que a C5, apresentando processos articulares mais curtos, mais espessos e mais separados¹.

A C7 é mais curta que as demais, apresentando um achatamento dorsoventral em seu corpo. Seus processos articulares craniais são mais largos e mais extensos que o par caudal¹.

O processo espinhoso das vértebras cervicais, à exceção da segunda e sétima, é pouco desenvolvido. Os processos transversos das vértebras C3 a C6 apresentam tubérculos ventrais e dorsais²³.

Todas essas características descritas em cavalos também foram observadas em asininos e muares nos exames radiográficos realizados.

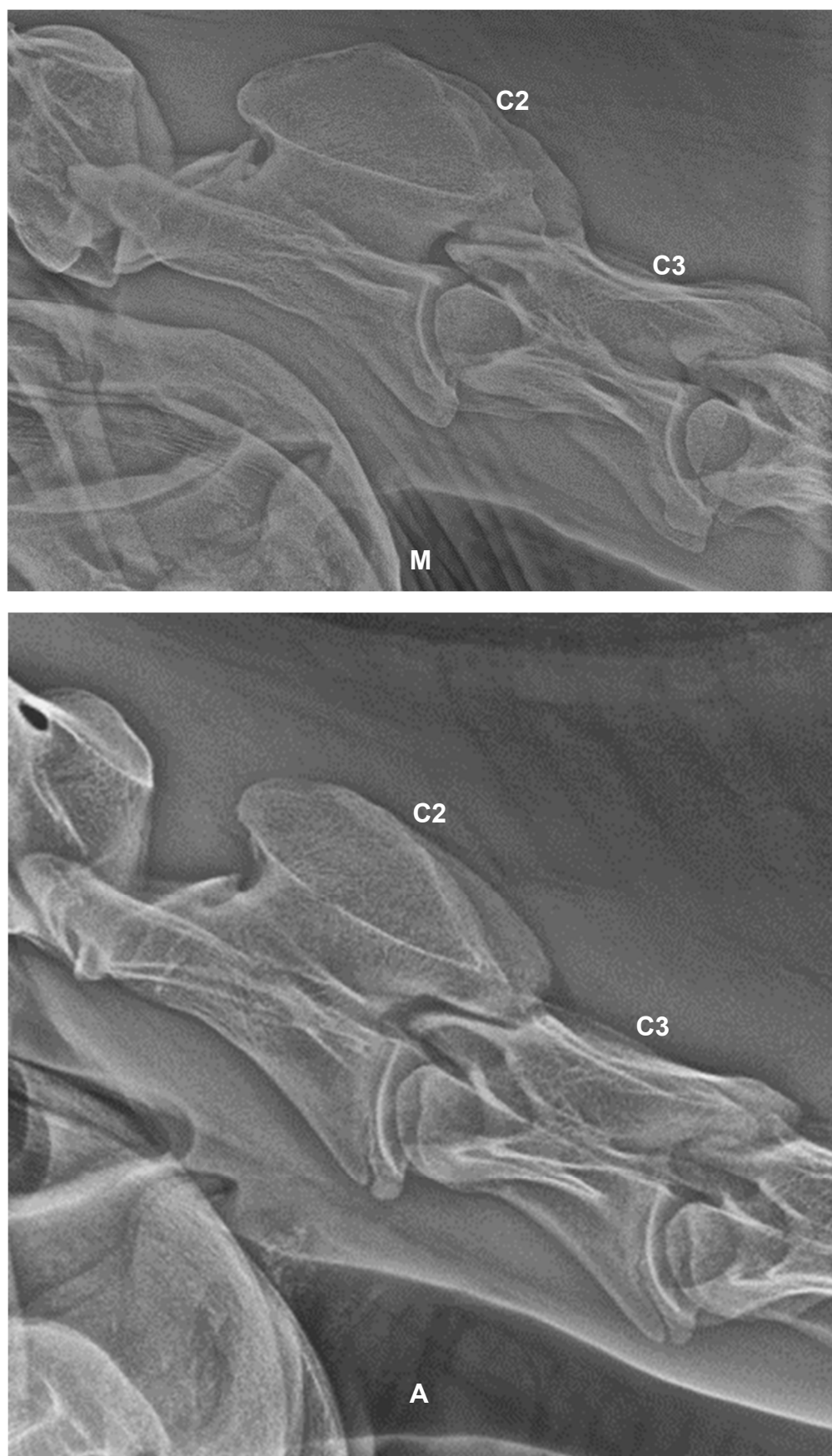


FIGURA 3. Segunda e terceira vértebras cervicais (C2 e C3) em muare(M) e asininos(A).

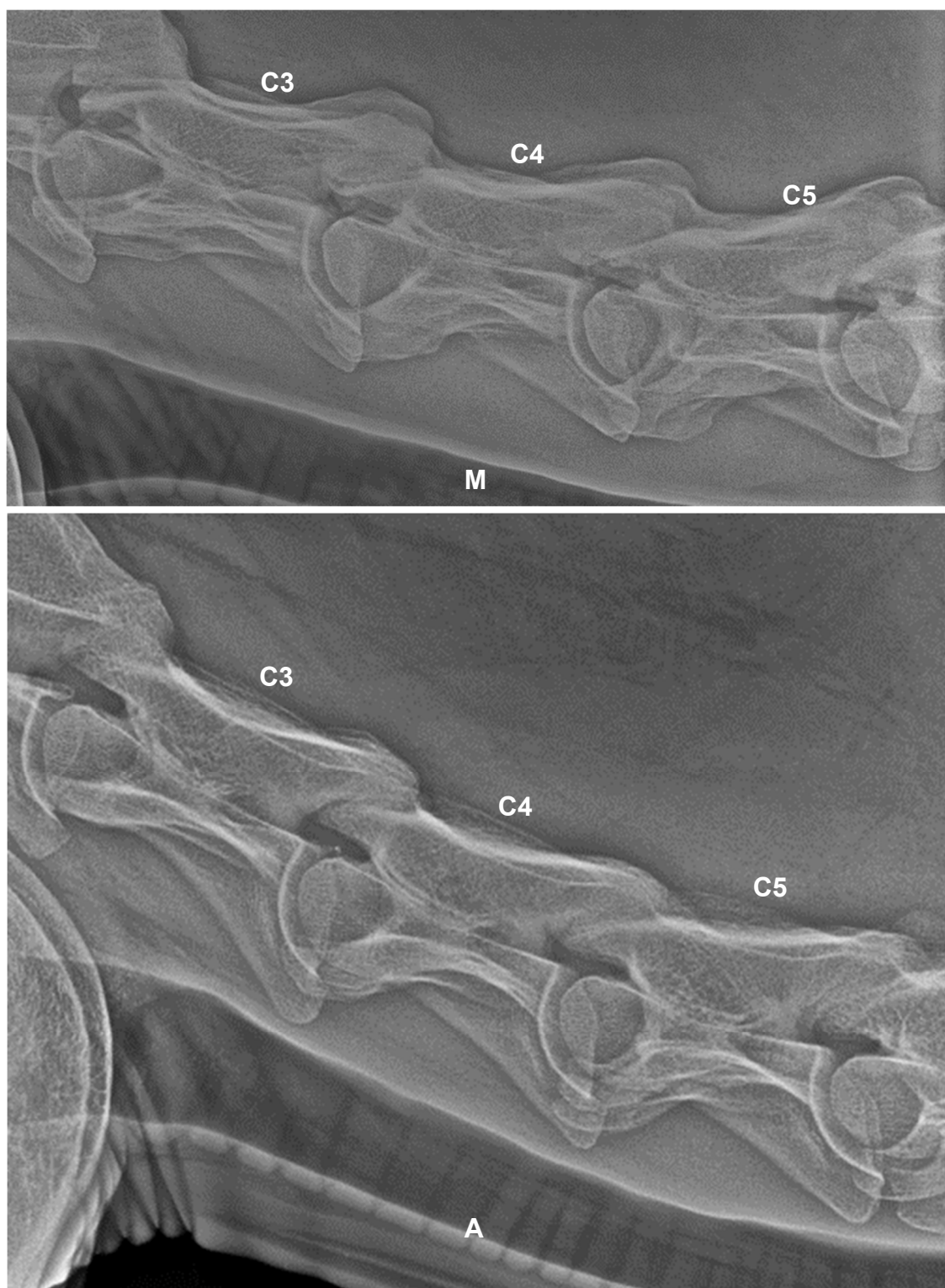


FIGURA 4. Terceira a quinta vértebras cervicais (C3 a C5) em muares(M) e asininos(A).

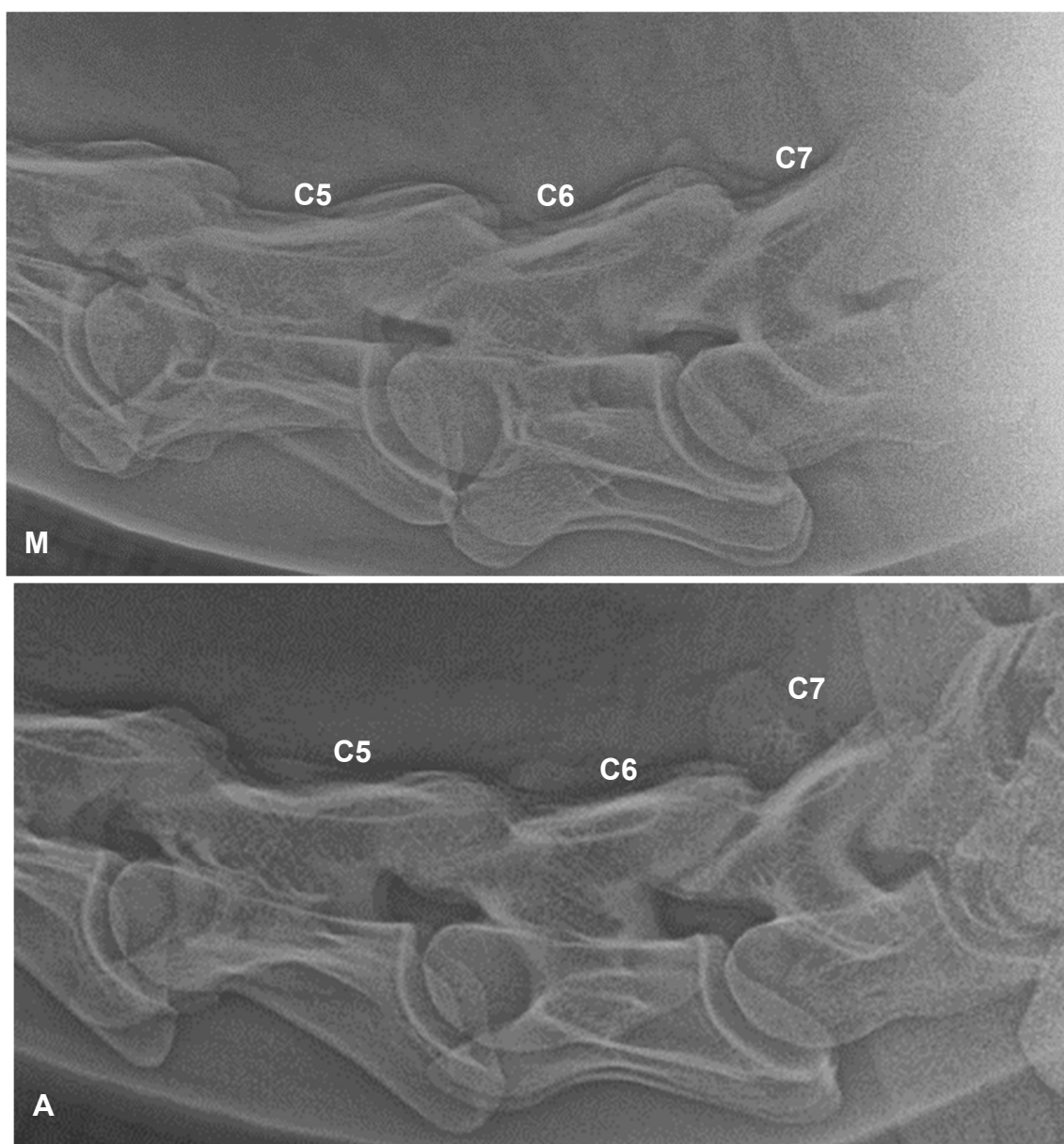


FIGURA 5. Quinta a sétima vértebras cervicais (C5 a C7) em muare(M) e asininos(A).

Os DSM da C2 à C7 mensurados em asininos e muare estão apresentados na Tabela 1. Estes dados fornecem o menor valor que pode ser encontrado, em média e desvio-padrão, em cada vértebra cervical em cada uma das espécies estudadas, podendo servir de orientação ao exame radiográfico em casos suspeitos de estenose cervical.

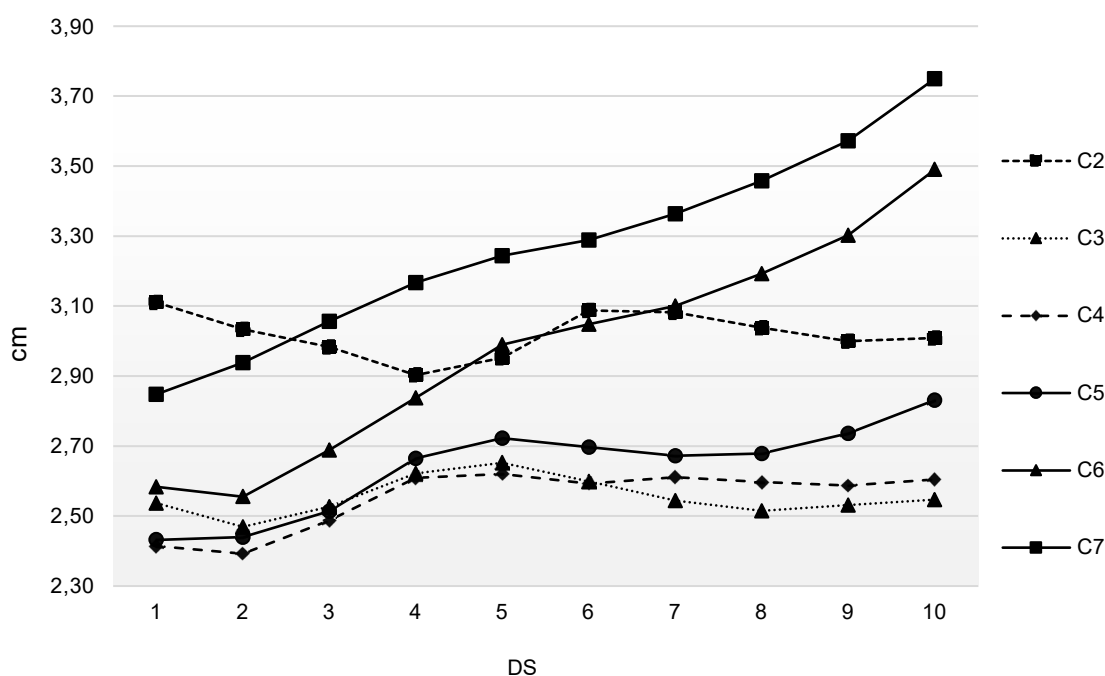
TABELA 1. Diâmetros sagitais mínimos (em cm) nas vértebras cervicais de muares e asininos

	MUARES						ASININOS					
	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C2	C3	C4	C5	C6	C7
Média	2,84	2,4	2,36	2,39	2,52	2,83	2,17	1,95	1,90	1,93	2,09	2,40
DP	0,12	0,11	0,11	0,1	0,15	0,16	0,11	0,10	0,10	0,14	0,13	0,32

DP = desvio-padrão

Em muares hígidos, baseando-se na média e respectivo desvio-padrão obtidos a partir das 10 mensurações realizadas ao longo do forame vertebral de cada vértebra cervical, espera-se que, em muares, o DSM seja de 2,84 (0,12) cm na C2, 2,40 (0,11) cm na C3, 2,36 (0,11) cm na C4, 2,39 (0,10) cm na C5, 2,52 (0,15) cm na C6 e 2,83 (0,16) cm na C7. Já nos asininos, espera-se que na C2 este valor seja de 2,17 (0,11) cm, na C3, 1,95 (0,10) cm, na C4, 1,90 (0,10) cm, na C5, 1,93 (0,14) cm, na C6, 2,09 (0,13) cm e na C7, 2,40 (0,32) cm.

Nas Figuras 6 e 7 os valores das médias das mensurações do DS demonstram um padrão semelhante em muares e asininos.

**FIGURA 6.** Médias dos diâmetros sagitais (DS1 a DS10) ao longo do forame vertebral em muares.

Na C2 há diminuição do DS ao longo de sua extensão no sentido craniocaudal, paradoxalmente às demais vértebras cervicais.

Já nas vértebras C3 e C4 há discreto aumento do DS ao longo de sua extensão no sentido craniocaudal, havendo um aumento mais evidente deste diâmetro ao longo de sua extensão no sentido craniocaudal nas vértebras C5 a C7, o que sugere um aumento da medula espinhal ao longo da coluna cervical de asininos e muare no sentido craniocaudal.

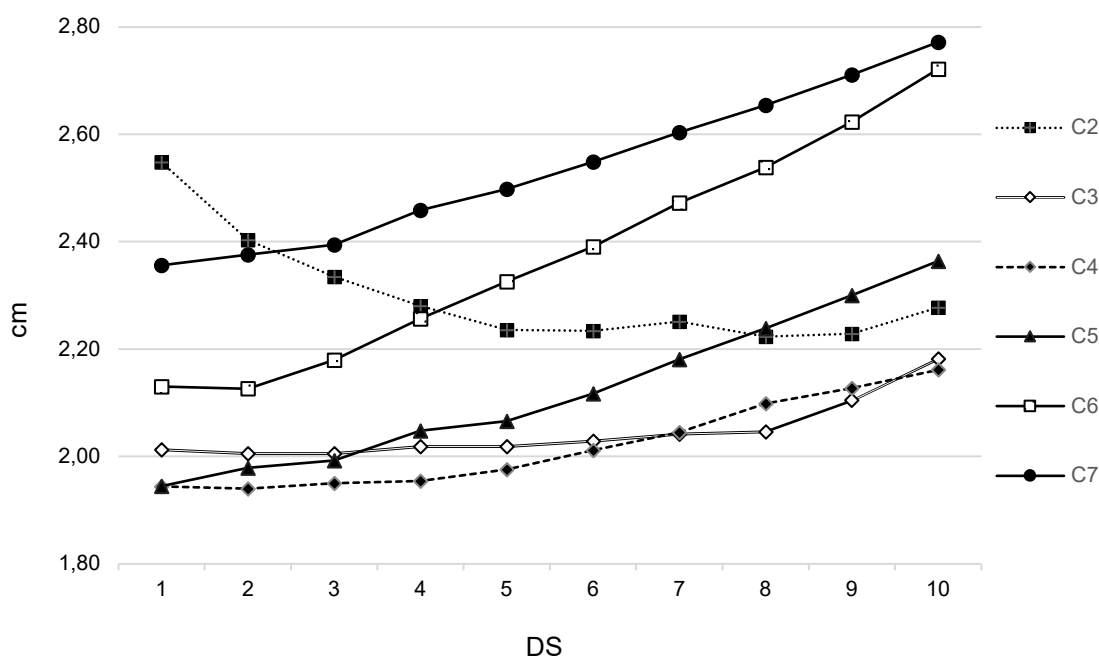


FIGURA 7. Médias dos diâmetros sagitais (DS1 a DS10) ao longo do forame vertebral em asininos.

As médias e desvios-padrão dos DSM das vértebras C2 a C7 em muare, comparadas àquelas demonstradas em cavalos por Hahn et al., 2008⁸, estão apresentados na Figura 8.

Essa comparação demonstra que em todas vértebras cervicais os valores médios dos diâmetros sagitais observados em cavalos são maiores que os encontrados em muare e asininos.

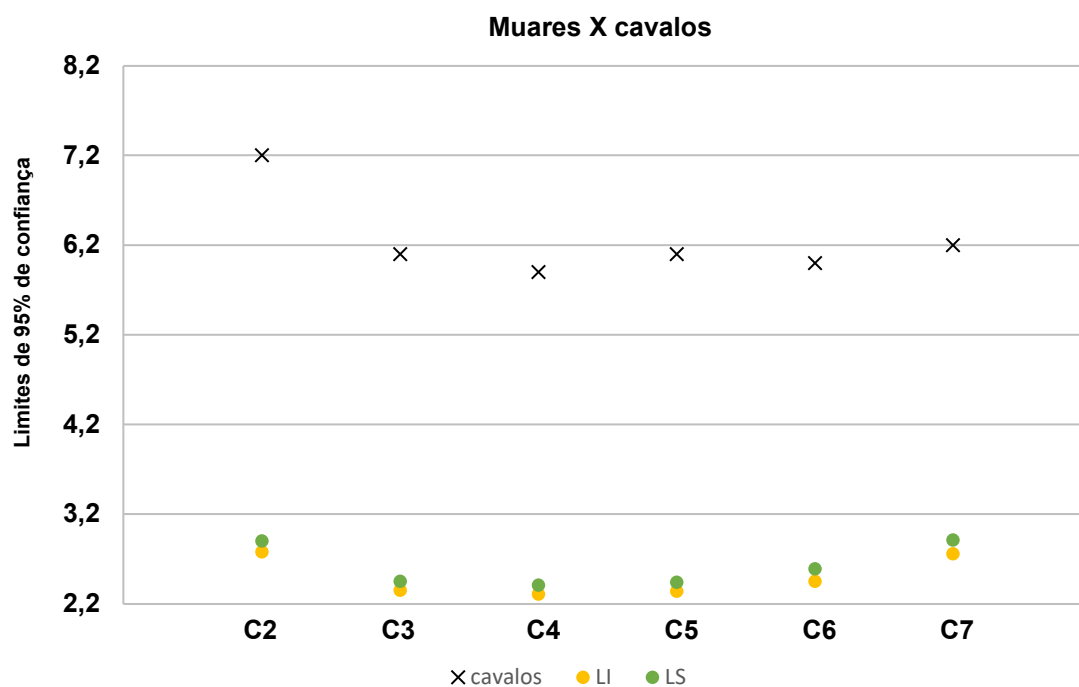


FIGURA 8. Limites de confiança (LI = limite inferior e LS = limite superiorS) para média dos DSM dos **muares** comparados com a média dos DSM em cavalos descrita por Hahn et al., 2008⁸.

Essas mensurações em cavalos, comparadas às dos asininos estão apresentadas na Figura 9.

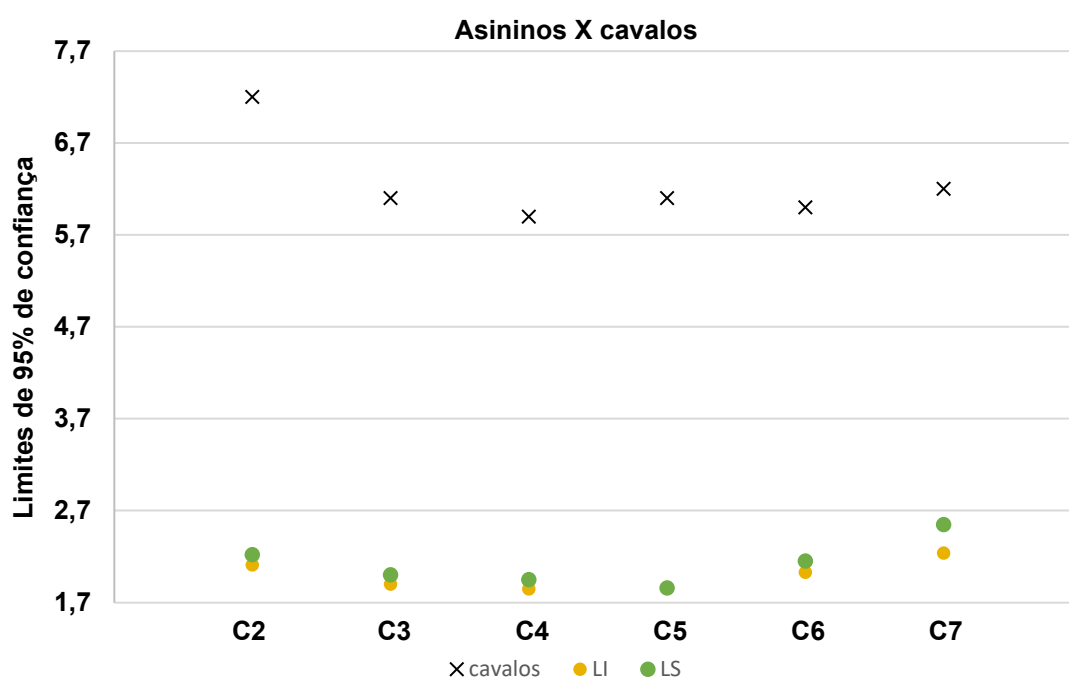


FIGURA 9. Limites de confiança (LI = limite inferior e LS = limite superior) para média dos DSM dos asininos comparados com a média dos DSM em cavalos descrita por Hahn et al., 2008⁸.

Das mensurações realizadas, foram obtidas as razões intra e intervertebrais, apresentadas na Tabela 2.

TABELA 2. Medidas descritivas das variáveis razões intravertebrais (a/b) da segunda à sétima vertebrais cervicais (C2 a C7) e intervertebrais (c/b) da articulação entre a segunda e terceira vértebras cervicais (C2-3) à articulação entre a sexta e sétima vertebrais cervicais (C6-7) segundo a espécie

Variável	Espécie	Medidas descritivas						
		Vmin	Q1	Med	Q3	Vmax	Média	DP
a/b (C3)*	M	0,69	0,71	0,74	0,78	0,84	0,75	0,05
	A	0,74	0,76	0,81	0,89	1,03	0,82	0,08
valor-p		p<0,005						
c/b (C2-3)	M	0,97	1,03	1,10	1,15	1,21	1,09	0,08
	A	0,86	0,88	0,91	1,10	1,31	1,01	0,16
valor-p		p>0,05						
a/b (C4)*	M	0,78	0,84	0,87	0,90	0,98	0,87	0,05
	A	0,67	0,75	0,78	0,84	0,90	0,79	0,06
valor-p		p<0,001						
c/b (C3-4)*	M	1,15	1,20	1,25	1,30	1,38	1,25	0,07
	A	0,87	0,90	0,96	1,05	1,19	0,98	0,10
valor-p		p<0,001						
a/b (C5)	M	0,73	0,80	0,82	0,86	1,02	0,83	0,07
	A	0,66	0,75	0,81	0,82	0,84	0,79	0,05
valor-p		p>0,05						
c/b (C4-5)*	M	1,04	1,14	1,20	1,27	1,47	1,21	0,11
	A	0,84	0,91	0,97	1,04	1,28	0,99	0,11
valor-p		p<0,001						
a/b (C6)	M	0,69	0,78	0,79	0,84	0,88	0,80	0,05
	A	0,72	0,76	0,78	0,82	0,83	0,78	0,04
valor-p		p>0,05						
c/b (C5-6)*	M	1,03	1,14	1,19	1,27	1,36	1,19	0,09
	A	0,79	0,84	0,91	0,96	1,05	0,91	0,07
valor-p		p<0,001						
a/b (C7)	M	0,70	0,76	0,83	0,85	0,93	0,81	0,07
	A	0,76	0,79	0,85	0,90	1,08	0,87	0,10
valor-p		p>0,05						
c/b (C6-7)*	M	1,01	1,10	1,28	1,35	1,47	1,24	0,15
	A	0,75	0,95	0,97	1,04	1,45	1,01	0,16
valor-p		p<0,001						

M = muare; A = asininos; a = diâmetro sagital mínimo; b = medida intravertebral; c = distância intervertebral; Vmin = valor mínimo; Q1 = primeiro quartil; Med = mediana; Q3 = terceiro quartil; Vmax = valor máximo; DP = desvio-padrão; * = variável com significância estatística.

A inspeção das medidas descritivas da Tabela 2 permite afirmar que a razão **intravertebral** na **C3** apresentou, nos muare, valores entre 0,69 e 0,84, mediana 0,74, média 0,75 e DP 0,05, com 25% das mensurações realizadas apresentando valores de até 0,71 e 25%, acima de 0,75. Já nos asininos, essa razão variou de 0,74 a 1,03, com mediana 0,81, média 0,82 e DP 0,08, com 25% das mensurações realizadas apresentando valores de até 0,76 e 25%, acima de 0,89.

A razão **intervertebral** na **C2-3** apresentou, nos muare, valores entre 1,03 e 1,21, mediana 1,10, média 1,09 e DP 0,08, com 25% das mensurações realizadas apresentando valores de até 1,03 e 25%, acima de 1,15. Já nos asininos, essa razão variou de 0,86 a 1,31, com mediana 0,91, média 1,01 e DP 0,16, com 25% das mensurações realizadas apresentando valores de até 0,88 e 25%, acima de 1,10.

A razão **intravertebral** na **C4** apresentou, nos muare, valores entre 0,78 e 0,98, mediana 0,87, média 0,87 e DP 0,05, com 25% das mensurações realizadas apresentando valores de até 0,84 e 25%, acima de 0,90. Já nos asininos, essa razão variou de 0,67 a 0,90, com mediana 0,78, média 0,79 e DP 0,06, com 25% das mensurações realizadas apresentando valores de até 0,75 e 25%, acima de 0,84.

A razão **intervertebral** na **C3-4** apresentou, nos muare, valores entre 1,15 e 1,38, mediana 1,25, média 1,25 e DP 0,07, com 25% das mensurações realizadas apresentando valores de até 1,20 e 25%, acima de 1,30. Já nos asininos, essa razão variou de 0,87 a 1,19, com mediana 0,96, média 0,98 e DP 0,10, com 25% das mensurações realizadas apresentando valores de até 0,90 e 25%, acima de 1,05.

A razão **intravertebral** na **C5** apresentou, nos muare, valores entre 0,73 a 1,02, mediana 0,82, média 0,83 e DP 0,07, com 25% das mensurações realizadas apresentando valores de até 0,80 e 25%, acima de 0,86. Já nos asininos, essa razão variou de 0,66 a 0,84, com mediana 0,81, média 0,79 e DP 0,05, com 25% das mensurações realizadas apresentando valores de até 0,75 e 25%, acima de 0,82.

A razão **intervertebral** na **C4-5** apresentou, nos muare, valores entre 1,04 a 1,47, mediana 1,20, média 1,21 e DP 0,11, com 25% das mensurações realizadas apresentando valores de até 1,14 e 25%, acima de 1,27. Já nos asininos, essa razão variou de 0,84 a 1,28, com mediana 0,97, média 0,99 e DP 0,11, com 25% das mensurações realizadas apresentando valores de até 0,91 e 25%, acima de 1,04.

A razão **intravertebral** na **C6** apresentou, nos muare, valores entre 0,69 a 0,88, mediana 0,79, média 0,80 e DP 0,05, com 25% das mensurações realizadas apresentando valores de até 0,78 e 25%, acima de 0,84. Já nos asininos, essa razão variou de 0,72 a 0,83, com mediana 0,78, média 0,78 e DP 0,04, com 25% das mensurações realizadas apresentando valores de até 0,76 e 25%, acima de 0,82.

A razão **intervertebral** na **C5-6** apresentou, nos muare, valores entre 1,03 a 1,36, mediana 1,19, média 1,19 e DP 0,09, com 25% das mensurações realizadas apresentando valores de até 1,14 e 25%, acima de 1,27. Já nos asininos, essa razão variou de 0,79 a 1,05, com mediana 0,91, média 0,91 e DP 0,07, com 25% das mensurações realizadas apresentando valores de até 0,84 e 25%, acima de 0,96.

A razão **intravertebral** na **C7** apresentou, nos muare, valores entre 0,70 a 0,93, mediana 0,83, média 0,81 e DP 0,07, com 25% das mensurações realizadas apresentando valores de até 0,76 e 25%, acima de 0,85. Já nos asininos, essa razão variou de 0,76 a 1,08, com mediana 0,85, média 0,87 e DP 0,10, com 25% das mensurações realizadas apresentando valores de até 0,79 e 25%, acima de 0,90.

A razão **intervertebral** na **C6-7** apresentou, nos muare, valores entre 1,01 a 1,47, mediana 1,28, média 1,24 e DP 0,15, com 25% das mensurações realizadas apresentando valores de até 1,10 e 25%, acima de 1,35. Já nos asininos, essa razão variou de 0,75 a 1,45, com mediana 0,97, média 1,01 e DP 0,16, com 25% das mensurações realizadas apresentando valores de até 0,95 e 25%, acima de 1,04.

Na razão **intravertebral** na **C3** houve significância estatística ($p < 0,005$), indicando que os asininos, em média, apresentam razão intravertebral maior que em muares nesta vértebra.

De maneira análoga às demais variáveis estudadas, houve significância nas razões **intravertebral** na **C4** ($p < 0,001$) e intervertebrais nas articulações **C3-4**, **C4-5**, **C5-6** e **C6-7**, todas com o mesmo valor-p ($p < 0,001$), indicando que estas razões possuem respostas médias maiores em muares que em asininos.

Já nas razões **intervertebral** na **C2** e intravertebrais na **C5**, **C6** e **C7**, não houve significância estatística ($p > 0,05$), indicando que não há diferença, em média, entre estas razões entre asininos e muares, ou seja, a resposta média dos muares é igual à resposta média dos asininos.

As médias das razões intra e intervertebrais em muares e asininos apresentadas na Tabela 2 estão representadas graficamente na Figura 10 e determinam o padrão esperado como valores de normalidade nestas espécies.

De maneira análoga ao determinado por Pavlov e colaboradores em humanos no ano de 1987², os valores de normalidade nas razões **intervertebrais** mensurados situam-se entre 1,09 e 1,25 em muares e próximos a 1 em asininos (0,91 a 1,01). Já as razões **intravertebrais** apresentaram valores entre 0,75 e 0,81, em muares e entre 0,78 e 0,87 em asininos:

a) em **muares**, as razões **intravertebrais** são: C3 = 0,75; C4 = 0,87; C5 0,83, C6 = 0,80 e C7 = 0,81. As **intervertebrais**: C2-3 = 1,09, C3-4 = 1,25, C4-5 = 1,21, C5-6 = 1,19 e C6-7 = 1,24;

b) em **asininos**, as razões **intravertebrais** são: C3 = 0,82, em C4 e C5 é de 0,79, C6 = 0,78 e C7 = 0,87. As **intervertebrais**: C2-3 = 1,01, C3-4 = 0,98, C4-5 = 0,99, C5-6 = 0,91 e C6-7 = 1,01.

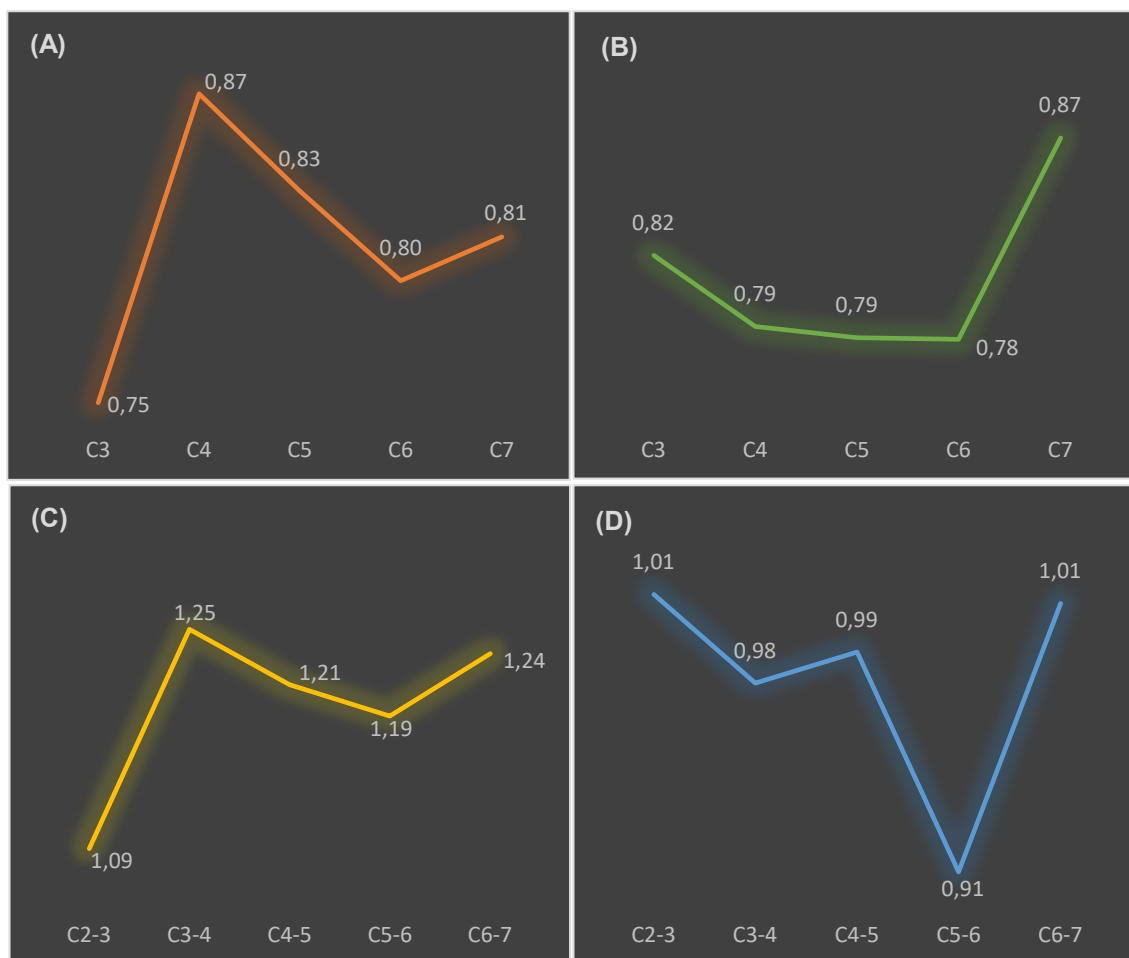


FIGURA 10. Razões intra e intervertebrais em muares e asininos. A, razões intravertebrais em muares; B, razões intravertebrais em asininos. C, razões intervertebrais em muares. D, razões intervertebrais em asininos.

Das médias das razões intra e intervertebrais em muares e asininos foram determinados os limites inferior (LI) e superior (LS) e comparados aos de cavalos¹⁶ nos quais foram realizadas radiografias laterais do pescoço em 3 posições distintas: **neutra** (boca ao nível da articulação do ombro; com alinhamento vertebral de 45°), **baixa** (boca ao nível do articulação do carpo; com alinhamento vertebral de 0°) e **alta** (boca ao nível da cernelha (ponto mais alto dos ombros, com alinhamento vertebral de 60°).

Estes valores de limites inferior e superior de cada variável analisada representam, respectivamente, o menor e o maior valor aceitáveis com intervalo de confiança de 95% ($p < 0,05$). Portanto, o valor mensurado em cavalos por Beccati et al. (2018)¹⁶ ao ser comparado com tais limites em muares e asininos

pode ter a mesma resposta média, ou estar acima do limite superior (resposta média superior) ou ainda, estar abaixo do limite inferior, o que representaria que essa mensuração em cavalos possuiria resposta média inferior àquela em muares ou asininos.

Na Figura 11, a razão intervertebral em C2 foi, em média, superior à resposta média dos muares, ou seja, os cavalos apresentaram resposta média maior que os muares. Já nas demais razões intravertebrais (C3 a C7) em cavalos, os valores estão abaixo do LI de muares. Portanto, houve uma resposta média menor em cavalos quando comparados aos muares nas razões intravertebrais de C3 a C7.

Quanto às razões intervertebrais em muares (Figura 11), a razão em C2-3 apresentou resposta média em cavalos inferior (menor) àquelas em muares, havendo a mesma resposta média de cavalos e muares nas razões intervertebrais de C3-4, C4-5, C5-6 e C6-7.

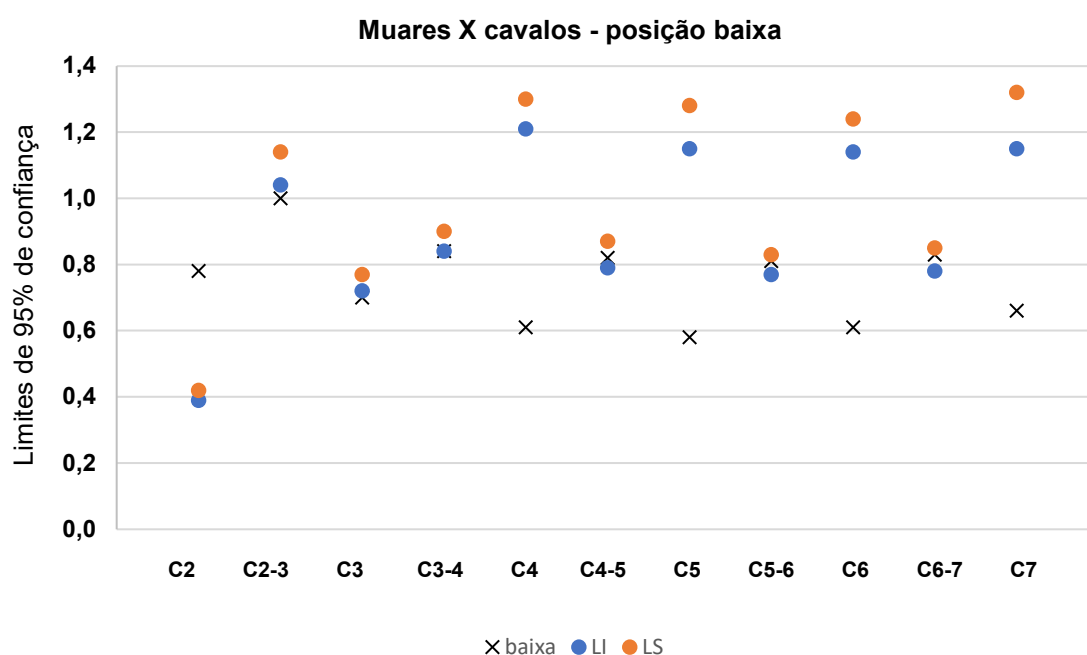


FIGURA 11. Limites de confiança (LI = limite inferior e LS = limite superior) para média das razões intra e intervertebrais em **muare** comparadas às de cavalos com a posição baixa do pescoço segundo Beccati et al., 2018¹⁶.

Comparados aos asininos (Figura 12), os valores obtidos em cavalos na razão intervertebral em C2 foi, em média, superior à resposta média de

asininos, ou seja, os cavalos apresentaram resposta média maior que os asininos. Já as demais razões intravertebrais (C3 a C7) em cavalos tiveram valores abaixo do LI de asininos. Portanto, houve uma resposta média menor em cavalos quando comparados aos asininos nas razões intravertebrais de C3 a C7.

Quanto às razões intervertebrais em cavalos (Figura 12), as razões em C2-3, C4-5, C5-6 e C6-7 apresentaram valores entre os limites das respostas médias dos asininos, ou seja, houve a mesma resposta média de cavalos e asininos nas razões intervertebrais de C2-3, C4-5, C5-6 e C6-7. Já a razão intervertebral C3-4 apresentou resposta média superior em cavalos quando comparados às respostas médias dos asininos.

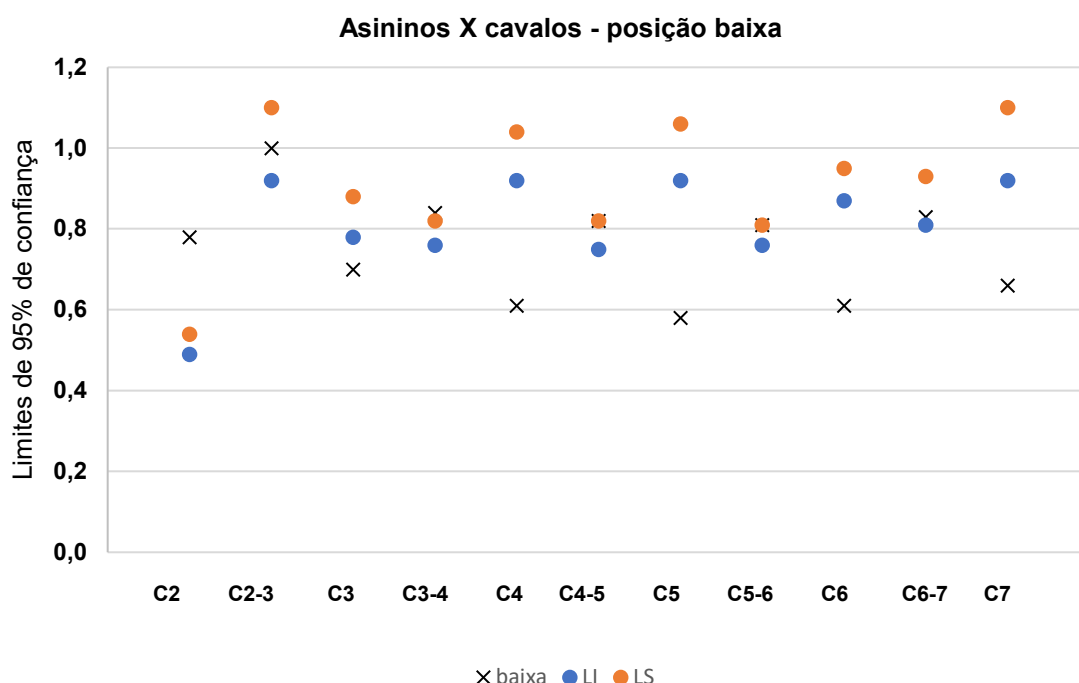


FIGURA 12. Limites de confiança (LI = limite inferior e LS = limite superior) para média das razões intra e intervertebrais em **asininos** comparadas às de cavalos com a posição baixa do pescoço segundo Beccati et al., 2018¹⁶.

A razão intervertebral em C2 (Figura 13) foi, em média, superior à média obtida nas mensurações em muares, ou seja, os cavalos apresentaram resposta média maior que os muares. Já nas demais razões intravertebrais (C3 a C7) em cavalos os valores estão abaixo do LI de muares. Portanto, houve uma resposta média menor em cavalos quando comparados aos muares nas razões intravertebrais de C3 a C7.

Quanto às razões intervertebrais em cavalos (Figura 13), as razões em C4-5, C5-6 e C6-7 apresentaram valores entre os limites das respostas médias dos muares, ou seja, houve a mesma resposta média de cavalos e muares nas razões intervertebrais de C4-5, C5-6 e C6-7. Já as razões intervertebrais de C2-3 e C3-4 apresentaram respostas médias inferiores em cavalos quando comparados às respostas médias dos muares.

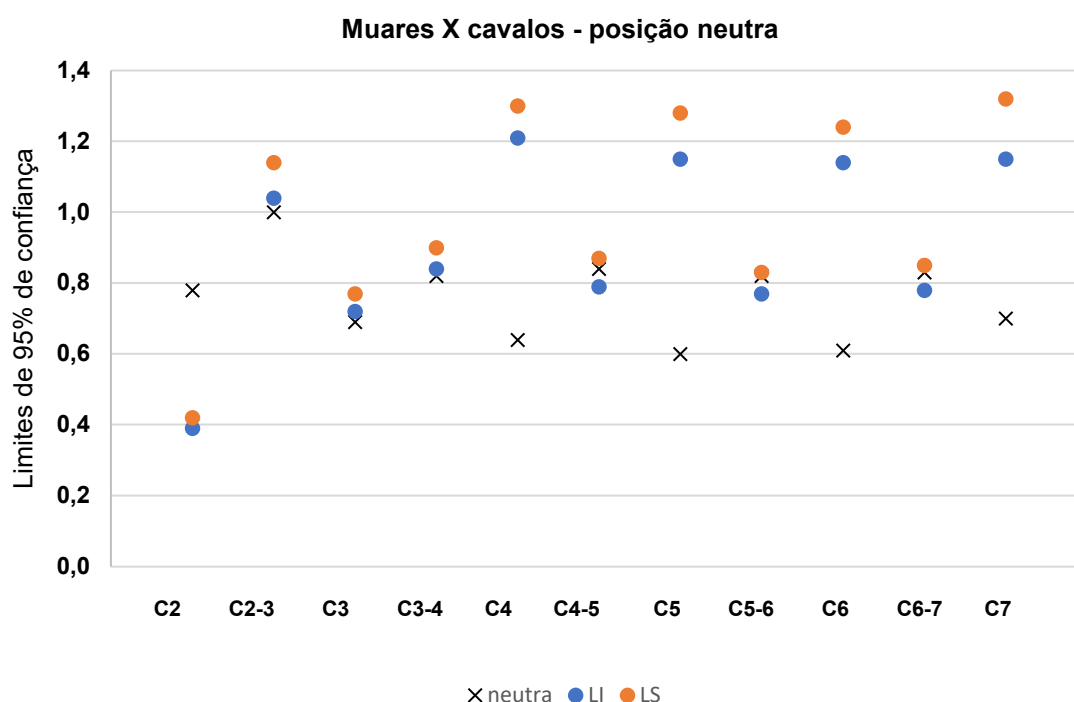


FIGURA 13. Limites de confiança (LI = limite inferior e LS = limite superior) para média das razões intra e intervertebrais em **muare**s comparadas às de cavalos com a posição neutra do pescoço segundo Beccati et al., 2018¹⁶.

A razão intervertebral em C2 (Figura 14) foi, em média, superior à resposta média dos asininos, ou seja, os cavalos apresentaram resposta média maior que os asininos. Já nas demais razões intravertebrais (C3 a C7) em cavalos os valores estão abaixo do LI de asininos. Portanto, houve uma resposta média menor em cavalos quando comparados aos asininos nas razões intravertebrais de C3 a C7.

Quanto às razões intervertebrais em cavalos (Figura 14), as razões em C2-3, C3-4 e C6-7 apresentaram valores entre os limites das respostas médias dos asininos, ou seja, houve a mesma resposta média de cavalos e asininos nas razões intervertebrais de C2-3, C3-4 e C6-7. Já as razões

intervertebrais de C4-5 e C5-6 apresentaram respostas médias superiores em cavalos quando comparados às respostas médias dos asininos.

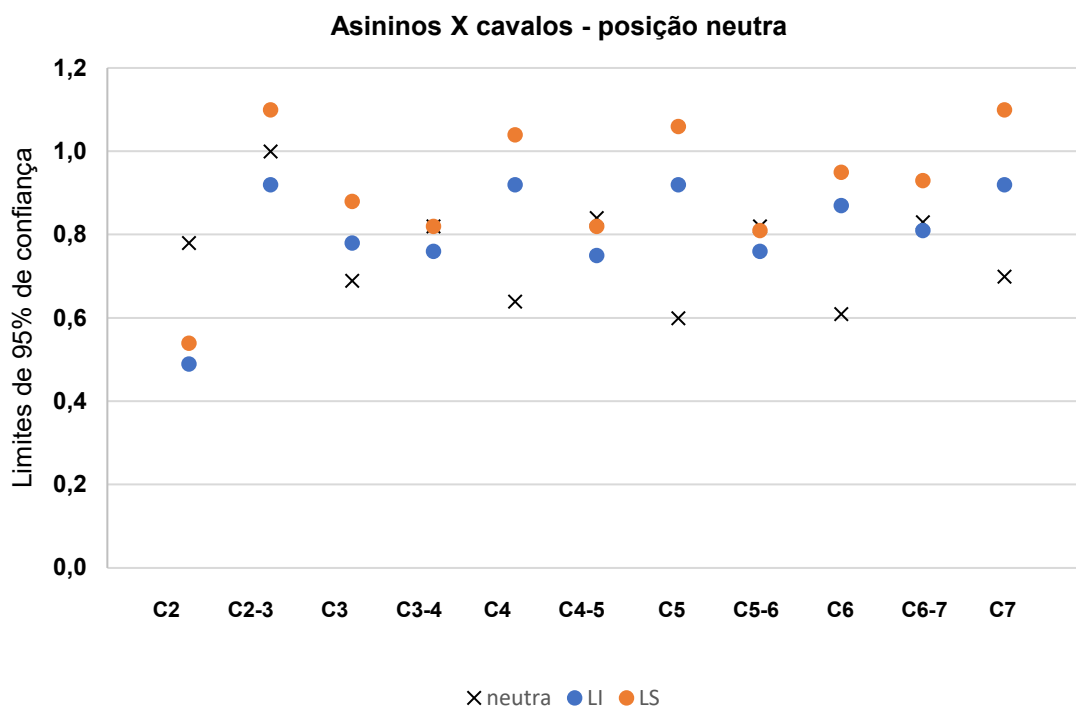


FIGURA 14. Limites de confiança (LI = limite inferior e LS = limite superior) para média das razões intra e intervertebrais em **asininos** comparadas às de cavalos com a posição neutra do pescoço segundo Beccati et al., 2018¹⁶.

A razão intervertebral em C2 (Figura 15) foi, em média, superior à média obtida nas mensurações em muares, ou seja, os cavalos apresentaram resposta média maior que os muares. Já as demais razões intravertebrais (C3 a C7) em cavalos os valores estão abaixo do LI de muares. Portanto, houve uma resposta média menor em cavalos quando comparados aos muares nas razões intravertebrais de C3 a C7.

Quanto às razões intervertebrais em cavalos (Figura 15), as razões em C3-4 e C6-7 apresentaram valores entre os limites das respostas médias dos muares, ou seja, houve a mesma resposta média de cavalos e muares nas razões intervertebrais de C3-4, C4-5 e C6-7. A razão intervertebral em C2-3 apresentou resposta média inferior em cavalos quando comparados à resposta média dos muares. Já a razão intervertebral de C5-6 apresentou resposta média superior em cavalos quando comparada à resposta média dos muares.

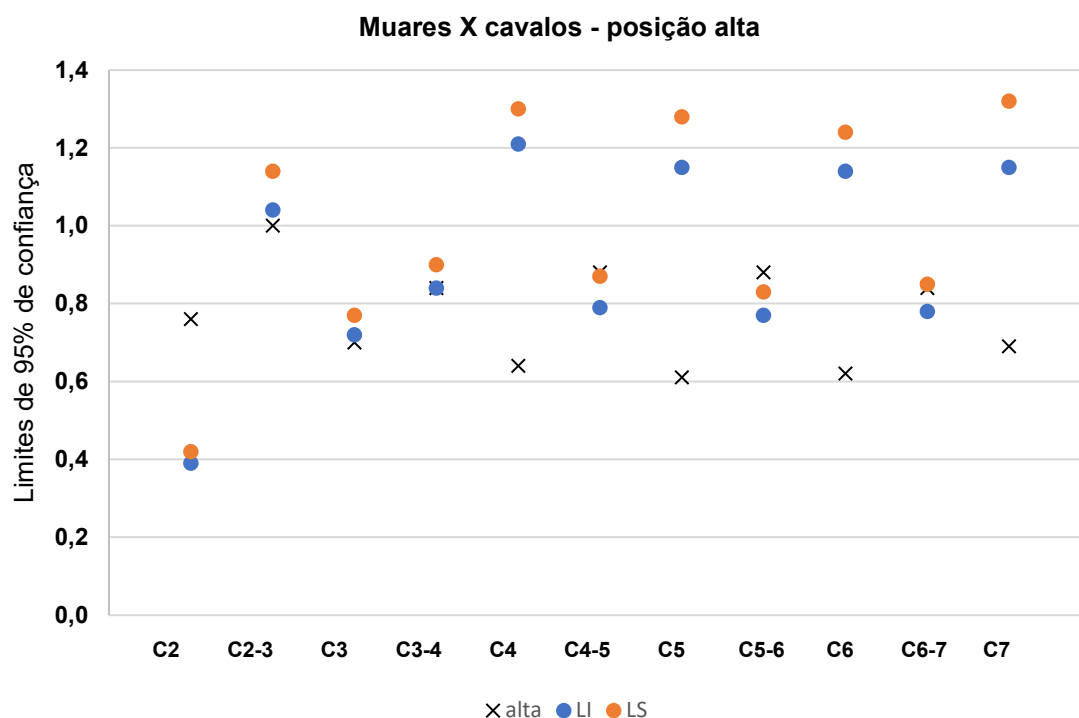


FIGURA 15. Limites de confiança (LI = limite inferior e LS = limite superior) para média das razões intra e intervertebrais em **muare**s comparadas às de cavalos com a posição alta do pescoço segundo Beccati et al., 2018¹⁶.

A razão intervertebral em C2 (Figura 16) foi, em média, superior à resposta média dos asininos, ou seja, os cavalos apresentaram resposta média maior que os asininos. Já nas demais razões intravertebrais (C3 a C7) em cavalos os valores estão abaixo do LI de asininos. Portanto, houve uma resposta média menor em cavalos quando comparados aos asininos nas razões intravertebrais de C3 a C7.

Quanto às razões intervertebrais em cavalos (Figura 16), as razões em C2-3 e C6-7 apresentaram valores entre os limites das respostas médias dos asininos, ou seja, houve a mesma resposta média de cavalos e asininos nas razões intervertebrais de C2-3 e C6-7. Já as razões intervertebrais de C3-4, C4-5 e C5-6 apresentaram respostas médias superiores em cavalos quando comparados às respostas médias dos asininos.

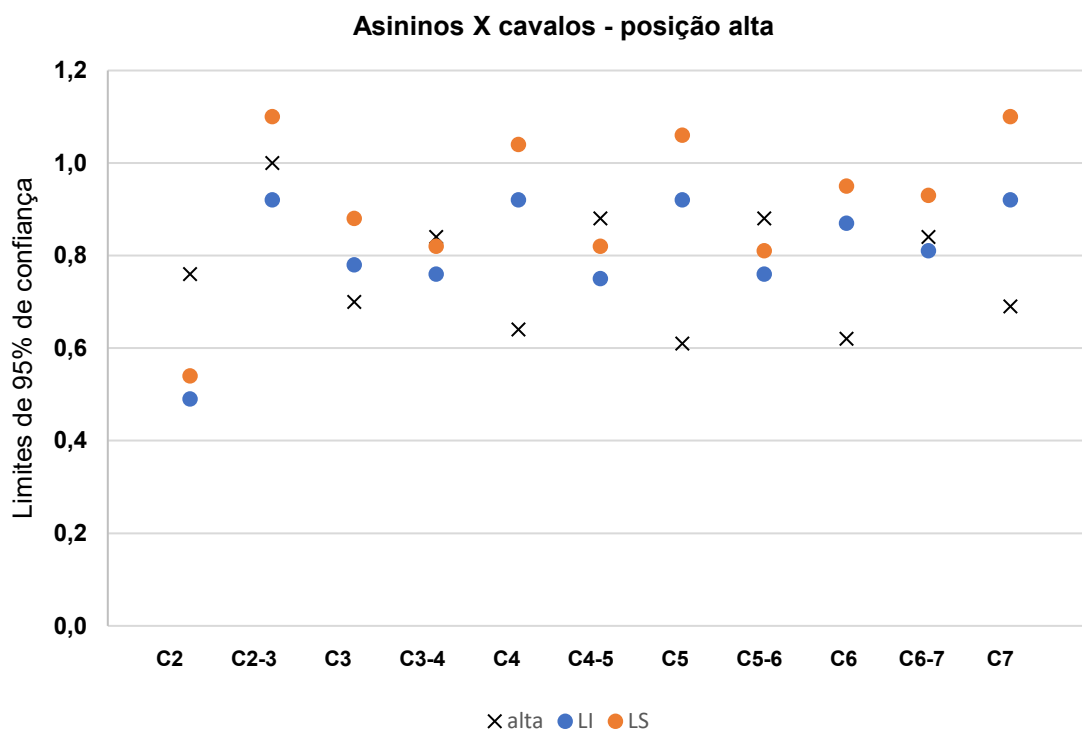


FIGURA 16. Limites de confiança (LI = limite inferior e LS = limite superior) para média das razões intra e intervertebrais em **asininos** comparadas às de cavalos com a posição alta do pescoço segundo Beccati et al., 2018¹⁶.

Estes valores de limites inferior e superior de cada variável analisada representam, respectivamente, o menor e o maior valores aceitáveis com intervalo de confiança de 95% ($p < 0,05$).

Em cavalos da raça Quarto de Milha (QM)²⁴ foram descritas, em 2013, as razões intravertebrais C4, C5 e C6 e intervertebrais C4-5 e C5-6 (Figuras 17 e 18). Todas essas razões em cavalos Quarto de Milha, comparadas aos limites em muare e asininos, demonstraram respostas médias superiores.

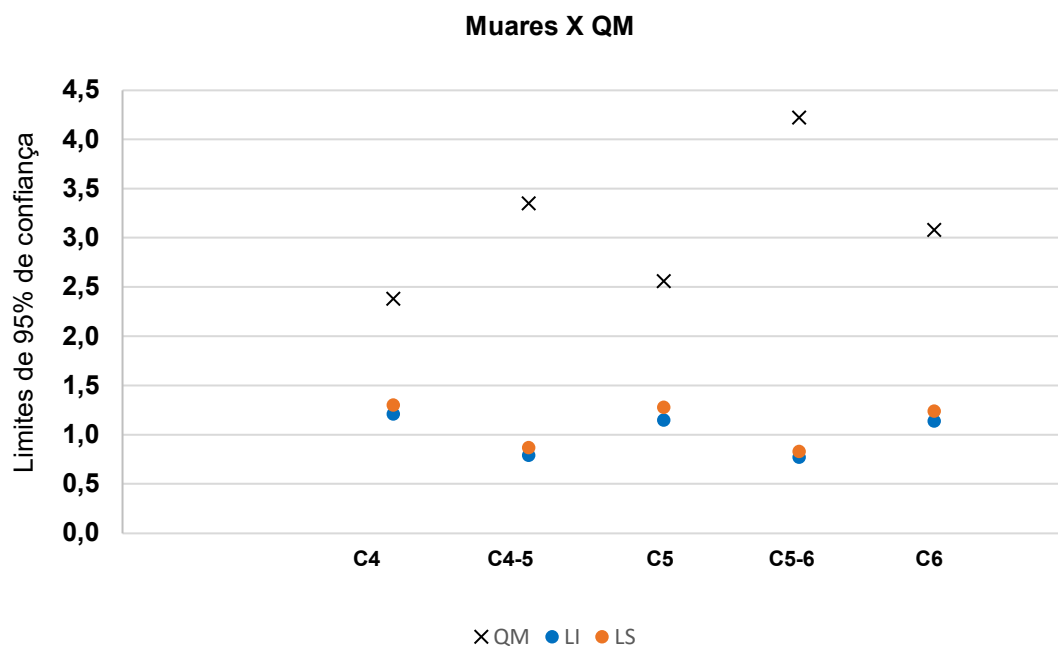


FIGURA 17. Limites de confiança (LI = limite inferior e LS = limite superior) para média das razões intra e intervertebrais em muares comparadas às de cavalos QM segundo Kiehl et al., 2013²⁴.

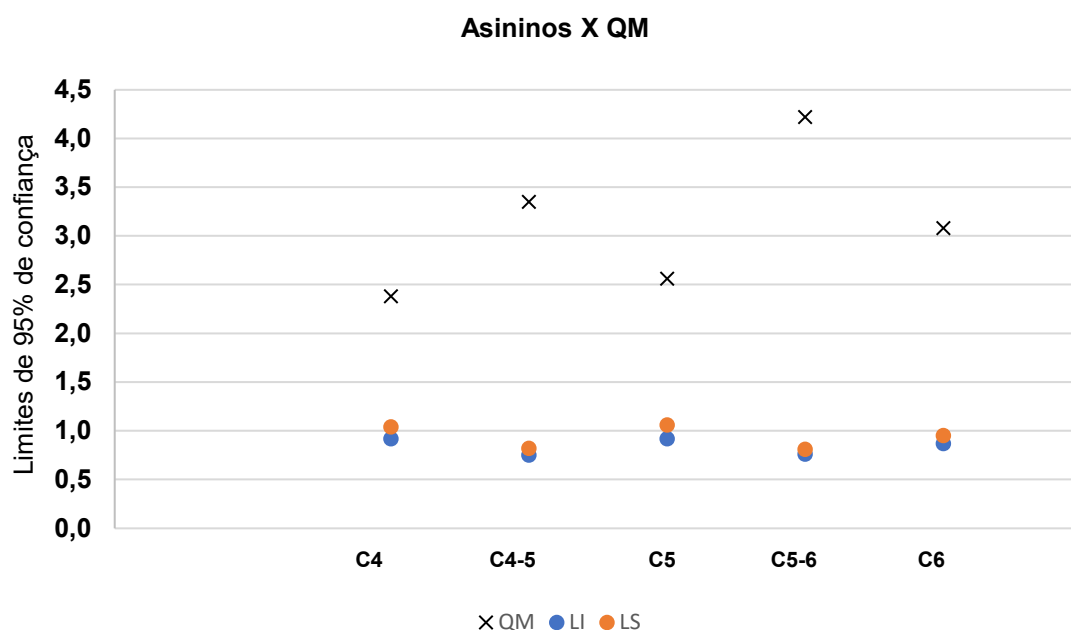


FIGURA 18. Limites de confiança (LI = limite inferior e LS = limite superior) para média das razões intra e intervertebrais em asininos comparadas às de cavalos QM segundo Kiehl et al., 2013²⁴.

O peso dos animais foi submetido a análise descritiva (Tabela 3), onde esta variável foi muito significativa quando comparada entre as espécies estudadas ($p < 0,001$), representando que na população de asininos espera-se

animais com pesos inferiores (133 (26) kg) aos de muares, que demonstraram peso de 393 (41) kg.

TABELA 3. Medidas descritivas da variável peso segundo a espécie

Variável	Espécie	Medidas descritivas						
		V. mínimo	Q1	Mediana	Q3	V. máximo	Média	DP
PESO	M	330	369	383	424	474	393	41
	A	97	113	132	155	174	133	26
valor-p		p<0,001						

M = muares; A = asininos; Vmin = valor mínimo; Q1 = primeiro quartil; Med = mediana; Q3 = terceiro quartil; Vmax = valor máximo; DP = desvio-padrão.

Ainda avaliando-se o peso dos animais, medidas de associação do peso com as vértebras cervicais e com as relações intra e intervertebrais (Tabela 4) demonstraram que apenas a associação entre peso e C5 em muares possui uma baixa significância estatística ($p<0,05$). Em todas as demais associações, tanto em asininos, quanto em muares, não houve significância ($p>0,05$).

TABELA 4. Medidas de associação do peso com as razões intra e intervertebrais

Associação	Espécie	
	Muares	Asininos
Peso x C3 (a/b)	0,085 ($p>0,05$)	0,601 ($p>0,05$)
peso x C2-3 (c/b)	0,072 ($p>0,05$)	0,610 ($p>0,05$)
Peso x C4 (a/b)	0,001 ($p>0,05$)	-0,184 ($p>0,05$)
peso x C3-4 (c/b)	0,131 ($p>0,05$)	0,203 ($p>0,05$)
Peso x C5 (a/b)	0,562 ($p<0,05$)*	0,056 ($p>0,05$)
peso x C4-5 (c/b)	0,462 ($p>0,05$)	-0,097 ($p>0,05$)
Peso x C6 (a/b)	0,061 ($p>0,05$)	0,290 ($p>0,05$)
peso x C5-6 (c/b)	0,478 ($p>0,05$)	0,527 ($p>0,05$)
Peso x C7 (a/b)	-0,259 ($p>0,05$)	0,211 ($p>0,05$)
peso x C6-7 (c/b)	-0,187 ($p>0,05$)	0,272 ($p>0,05$)

* significância estatística

Destarte, existe apenas uma associação com significância, que é entre o peso dos muare e a razão intravertebral da C5, ou seja, existe uma relação direta entre essas variáveis onde os muare mais pesados têm uma maior razão intravertebral na quinta vértebra cervical, mas não se pode dizer que quanto maior o peso maior será essa razão uma vez que não há relação de causa-efeito.

CONCLUSÃO

As medidas obtidas no estudo das imagens radiográficas cervicais em asininos e muare permitiram estabelecer parâmetros para avaliação radiográfica em casos suspeitos de estenose da coluna cervical ou de outras anormalidades em que os diâmetros sagitais mínimos e as razões intra e intervertebrais sejam relevantes. Afinal, para que estas avaliações sejam úteis na conduta clínica, é fundamental que se estabeleçam valores de referência às estruturas cervicais, particularmente ao forame vertebral e sua relação com os corpos vertebrais e articulações cervicais.

Este estudo estabelece valores normais para os diâmetros sagitais mínimos nas vértebras C2 a C7 e suas relações com os corpos vertebrais, especificamente à região cranial (razões intravertebrais) e em relação às articulações cervicais C2-3 a C6-7 (razões intervertebrais) em asininos e muare. Tais valores podem ser utilizados como referência ao padrão de normalidade esperada nas vértebras cervicais destes equídeos.

Posicionar os equídeos em estação, sem utilização de sedativos, permitindo que estejam voluntariamente posicionando a altura da cabeça, desde que auxiliados a manterem a coluna cervical no plano sagital apenas com a utilização de cabresto é a técnica mais indicada à realização de exames radiográficos da região cervical de equídeos. E ainda se consegue um ambiente de trabalho mais tranquilo a toda equipe e aos animais.

REFERÊNCIAS³

1. Getty R. Sisson & Grossman: Anatomia dos animais domésticos. 5th ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1986. v.1; p. 233-238.
2. Pavlov H, Torg JS, Robie B, Jahre C. Cervical spinal stenosis - determination with vertebral body ratio method. *Radiology*. 1987;164:771–775.
3. Aebli N, Wicki AG, Rüegg TB, Petrou N, Eisenlohr H, Krebs J. The Torg-Pavlov ratio for the prediction of acute spinal cord injury after a minor trauma to the cervical spine. *Spine J*. 2013;13:605–612.
4. Horne PH, Lampe LP, Nguyen JT, Herzog RJ, Albert TJ. A novel radiographic indicator of developmental cervical stenosis. *J Bone Joint Surg Am*. 2016;98:1206–1214.
5. Toslak IE, Sney LML, Jones NS, et al. A practical radiographic visual estimation technique for the prediction of developmental narrowing of cervical spinal canal. *Br J Radiol*. 2017;90:20170286.
6. Chang PY, Chang HK, Wu JC, et al. Is cervical disc arthroplasty good for congenital cervical stenosis? *J Neurosurg Spine*. 2017;26:577–585.
7. Bornholdt GC, Lopes BSC, Pedro FSP, Arnaldo JH, André P. Determination of cervical stenosis in rugby players using an alternative radiographic method. *BMJ Open Sport Exerc Med*. 2018;4:e000411.
8. Hahn CN, Handel I, Green SL, Bronsvort MB, Mayhew IG. Assessment of the utility of using intra and intervertebral minimum sagittal diameter ratios in the diagnosis of cervical vertebral malformation in horses. *Vet Radiol Ultrasound*. 2008;49:497–502.
9. Janes JG, Garrett KS, McQuerry KJ, et al. Cervical vertebral lesions in equine stenotic myelopathy. *Vet Pathol*. 2015;52:919–927.
10. Tomizawa N, Nishimura R, Sasaki N, et al. Relations between radiography of cervical vertebrae and histopathology of the cervical cord in wobbling 19 foals. *Chem Pharm Bull*. 1994;56:227–233.
11. Van Biervliet J. An Evidence-Based Approach to Clinical Questions in the Practice of Equine Neurology. *Vet Clin North Am - Equine Pract*. 2007;23:317–328.
12. Mackie MK. Cervical stenotic myelopathy in a horse. *Can Vet J*.

³ Veterinary Radiology & Ultrasound - Author Guidelines. <https://onlinelibrary.wiley.com/page/journal/17408261/homepage/forauthors.html>. Accessed August 06, 2020.

2001;42:943–944.

13. Whitwell K, Dyson S. Interpreting radiographs 8: equine cervical vertebrae. *Equine Vet J.* 1987;19:8–14.
14. Dyson S, Busoni V, Salciccia A. Intervertebral disc disease of the cervical and cranial thoracic vertebrae in equidae: eight cases. *Equine Vet Educ.* 2020;32:437–443.
15. Withers JM, Voûte LC, Hammond G, Lischer CJ. Radiographic anatomy of the articular process joints of the caudal cervical vertebrae in the horse on lateral and oblique projections. *Equine Vet J.* 2009;41:895–902.
16. Beccati F, Santinelli I, Nannarone S, Pepe M. Radiographic Measurements of the Cervical Vertebral Region in Horses. *Am J Vet Radiol.* 2018;79:1044–1049.
17. 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. *Vet Radiol Ultrasound.* 2016;57:253–258.
18. Burnham SL. Anatomical Differences of the Donkey and Mule. *AAEP Proc.* 2002;48:102–109.
19. Jamdar M, Ema A. A note on the vertebral formula of the donkey. *Br Vet J.* 1982;138:209–211.
20. 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 Vet J.* 2016;48:45–49.
21. Padovani CR. Bioestatística. São Paulo: Cultura Acadêmica, Universidade Estadual Paulista, Pró-Reitoria de Graduação; 2012.
22. Norman GR, Streiner DL. Biostatistics: the bare essentials. 3th ed. St. Louis: Mosby Year Book; 2008.
23. Budras K-D, Sack WO, Sabine R. Anatomy of the horse. 6th ed. Hannover: Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co.; 2011. Axial skeleton and neck; p.56–59.
24. Kiehl I, Aguiar A, Charlier M, Machado V. Intravertebral and intervertebral minimum sagittal diameter in C4, C5 and C6 in American Quarter Horses. *Proc 13th Int Congr World Equine Vet Assoc WEVA.* Budapest, Hungary; 2013;5–6.

LIST OF AUTHOR CONTRIBUTIONS

Category 1

- (a) Conception and Design: RIBEIRO MA, MACHADO
- (b) Acquisition of Data: RIBEIRO MA, RIBEIRO RC, PUOLI FILHO, MELO NETO
- (c) Analysis and Interpretation of Data: PADOVANI

Category 2

- (a) Drafting the Article: RIBEIRO MA
- (b) Revising Article for Intellectual Content: RIBEIRO MA, RIBEIRO RC, MELO NETO, PUOLI FILHO, MACHADO

Category 3

- (a) Final Approval of the Completed Article: RIBEIRO MA, MACHADO

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ORCID

Mário Aigner Ribeiro  <https://orcid.org/0000-0002-0583-6777>

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De todo exposto, observa-se grande aplicabilidade de exames radiográficos e ultrassonográficos na região cervical de equinos para fins diagnóstico, havendo, ainda, a possibilidade de se realizar injeção intra-articular guiada por ultrassom, seja para fins diagnósticos ou terapêuticos. São exames que podem ser realizados de maneira não invasiva, de execução simples, sem a necessidade de anestesia e com baixo custo. No entanto, não foi encontrada, na literatura científica consultada, tais aplicabilidades em asininos ou muares, o que corroborou à premência do presente estudo.

Adicionalmente, as informações obtidas poderão contribuir para a realização de futuros estudos do sistema musculoesquelético em asininos e muares.

A presente pesquisa elucida a necessidade em se buscar referências científicas que auxiliem as interpretações no diagnóstico por imagem da região cervical em asininos e muares.