

Reconstrucción tridimensional de la columna cervical en dos potros neonatos

Carrascosa, C.; Fernández, T.; Suárez, F.; Suárez-Bonnet, A.; Riskallal, C.; Rivero, M.A.; Radual Jaber, J.
Instituto de Sanidad Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Trasmontaña s/n 35416 Arucas (Gran Canaria). España;Correspondencia: Email: jjaber@dmor.ulpgc.es

RESUMEN: El propósito de este trabajo fue definir la anatomía normal de la columna cervical en dos potros mediante la reconstrucción tridimensional usando la tomografía axial computarizada. Para ello se obtuvieron imágenes transversales de 2 milímetros de espesor que proporcionaron excelentes detalles anatómicos de la región cervical de la columna vertebral y de estructuras anatómicas relevantes. La reconstrucción tridimensional puede ser una valiosa ayuda para el diagnóstico en la evaluación clínica de varias patologías espinales en potros. Además, esta técnica puede ser usada como una herramienta muy útil para la enseñanza de la anatomía en las facultades de veterinaria.

Palabras clave: tomografía axial computarizada, reconstrucción tridimensional, anatomía, columna vertebral, équidos.

Analysis of Foal Cervical Spine using Three-Dimensional Computed Tomographic Reconstruction

SUMMARY: The purpose of this paper was to describe the normal three-dimensional computed tomographic reconstruction of the equine cervical spine. Two millimetres thick transverse images of two foals were obtained. Images provided excellent anatomic detail of cervical spine and relevant anatomic structures were identified. Tridimensional reconstruction can be a valuable diagnostic aid for clinical evaluation of several spinal disturbances in foals. In addition, this technique can be used as a tool for teaching anatomy in veterinary schools.

Key words: Computed tomography, 3-D reconstruction, anatomy, spine, equine.

Introducción

La tomografía axial computarizada (TAC) es una técnica diagnóstica que utiliza rayos-x como fuente de imagen. Su fundamento está basado en el estudio de una delgada sección transversal del cuerpo examinada desde múltiples ángulos mediante un fino haz de rayos-x. La radiación transmitida se calcula con un detector que conectado a un ordenador analiza esta información mediante un algoritmo matemático que la transforma en una imagen tomográfica (8). Cuando se compara con la radiografía convencional, la imagen digital generada por la TAC permite un mejor contraste de tejidos. La manipulación de su escala de grises permite una visualización óptima de todos estos tejidos dentro de una sección corporal. Normalmente, el paciente se posiciona horizontal-

mente en la camilla del aparato de TAC para la adquisición de una imagen en el plano transversal. La mayoría de los aparatos de tomografía axial computarizada pueden reorientar estos datos para elaborar cambios en los planos sagital, dorsal, paraxial u oblicuo (11).

Los avances y mejoras recientes en esta técnica de imagen han permitido la aplicación de programas informáticos para la generación de imágenes tridimensionales de un área de interés anatómico. Esta técnica requiere de múltiples secciones de pequeño grosor que permiten obtener imágenes de las estructuras óseas con diferentes grados de rotación y una mejor visualización de los detalles anatómicos (10). La reconstrucción tridimensional mediante tomografía axial computarizada ha sido usada previamente para la evaluación de la

columna vertebral cervical y lumbar canina (6) y el estudio anatómico de la cabeza de leones marinos (3).

La contribución de la TAC al conocimiento anatómico y clínico de la especie equina está limitada por el alto coste y la ausencia de un adecuado diseño de estos equipos para caballos adultos. Los escáner de TAC usados en medicina veterinaria proceden de aquellos diseñados para pacientes humanos; por lo tanto, este tipo de máquinas son aptas únicamente para potros debido a las limitaciones de tamaño del equipo. Debido a esto, la mayor parte de los estudios en el caballo se centran en los procedimientos técnicos (2), o estudios parcelarios de la cabeza (1, 13, 15) y de la parte distal de las extremidades (12, 14).

Este trabajo describe la porción cervical de la columna vertebral en dos

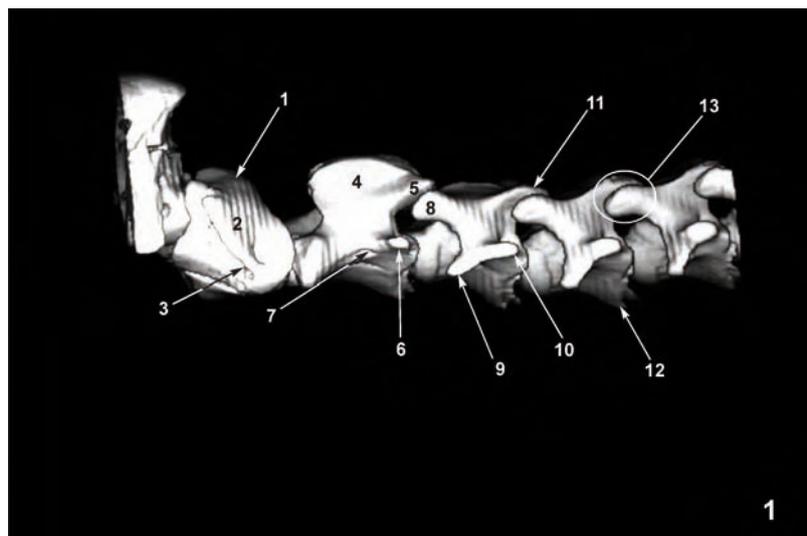
potros mediante la reconstrucción tridimensional con tomografía axial computarizada. La aplicación de esta técnica podría contribuir al conocimiento de la relación normal de las vértebras cervicales y a una mejor comprensión y evaluación clínica de algunas patologías responsables de causar incoordinación y alteraciones locomotoras en caballos.

Material y métodos

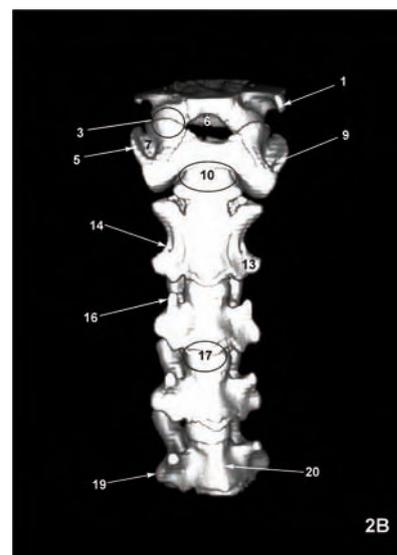
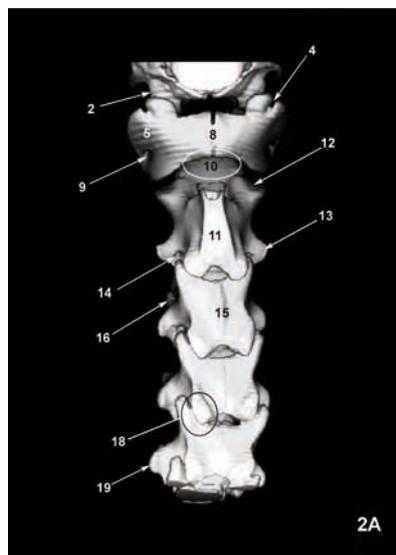
Las imágenes de TAC fueron obtenidas de dos potros neonatos de 5 días de edad y de raza Quarter Horse, clínicamente normales. Para realizar este estudio ambos animales fueron preanestesiados con xylacina a 0,5 mg/kg, IV (Rompun®, Bayer HealthCare AG, Alemania). La anestesia se indujo con un bolo de propofol a 2.0-2.5 mg/kg, IV (Diprivan®, AstraZeneca, Reino Unido) administrado a través de un catéter yugular. Los potros fueron intubados con un tubo endotraqueal para mantener la vía aérea. Los potros anestesiados se colocaron en decúbito esternal sobre la mesa del escáner, monitorizando su frecuencia respiratoria y cardíaca. Mediante un equipo de cuarta generación (General Electric Medical System, Milwaukee, USA) se obtuvieron una serie de imágenes transversales de 2mm de espesor, desde los cóndilos occipitales hasta la quinta vértebra cervical, haciendo especial énfasis en las áreas atlantoaxial y atlantooccipital. Los parámetros usados para las imágenes de TAC fueron 120 kVp y 560 mAs.

Resultados

La reconstrucción tridimensional por TAC permitió la visualización de todas las partes de las vértebras, incluyendo sus articulaciones (Figuras 1, 2A, 2B). Las imágenes más representativas fueron seleccionadas para mostrar detalles anatómicos de las estructuras incluidas en la región cervical de la columna vertebral. Las últimas dos vértebras no se incluyen porque éstas mostraron múltiples artefactos en su reconstrucción. En una



▲ Figura 1. Imagen tridimensional por TAC de la columna cervical, visión lateral. 1. Arco dorsal del atlas. 2. Apófisis transversa (ala) de Atlas. 3. Agujero transverso del atlas. 4. Apófisis espinosa del axis. 5. Apófisis articular caudal del axis. 6. Apófisis transversa del axis. 7. Agujero transverso del axis. 8. Apófisis articular craneal de la tercera vértebra cervical. 9. Tubérculo ventral de la apófisis transversa de la tercera vértebra cervical. 10. Tubérculo dorsal de la apófisis transversa de la tercera vértebra cervical. 11. Apófisis articular caudal de la tercera vértebra cervical. 12. Cresta ventral del cuerpo de la cuarta vértebra cervical. 13. Articulación entre los procesos articulares.



▲ Figura 2. Imagen tridimensional reconstruida por TAC de la columna cervical, visión dorsal (A) y ventral (B). 1. Apófisis paracondilar del hueso occipital (vista ventral solamente). 2. Cóndilos occipitales (vista dorsal solamente). 3. Articulación atlantooccipital (solo en la visión ventral). 4. Escotadura alar (vista dorsal solamente). 5. Ala del atlas. 6. Agujero magno (vista ventral solamente). 7. Fosa del atlas (vista ventral solamente). 8. Tubérculo dorsal del atlas (vista dorsal solamente). 9. Agujero transverso del atlas. 10. Diente del axis y articulación atlantoaxial. 11. Apófisis espinosa del axis (vista dorsal solamente). 12. Apófisis articular craneal del axis. 13. Apófisis transversa del axis. 14. Agujero transverso del axis. 15. Apófisis espinosa de la tercera vértebra cervical (vista dorsal solamente). 16. Tubérculo ventral de la apófisis transversa de la tercera vértebra cervical. 17. Articulación entre los cuerpos vertebrales. 18. Articulación entre las apófisis articulares. 19. Tubérculo dorsal de la apófisis transversa de la quinta vértebra cervical. 20. Cresta ventral de la quinta vértebra cervical (vista ventral solamente).

visión lateral de una imagen tridimensional reconstruida por TAC de la región cervical se puede ver la morfo-

logía del atlas o primera vértebra cervical. Ésta se articula con la cabeza cranealmente, mostrando procesos

articulares modificados también denominados foveas articulares, que una vez que se relacionan con los condilos del hueso occipital forman la articulación atlanto-occipital. También se visualizaron los agujeros transversos localizados lateralmente en las alas del atlas. El axis o segunda vértebra cervical mostró un proceso espinoso alargado y modificado como principal característica. En esta visión se observó la superficie articular craneal y los procesos articulares caudales orientados ventrolateralmente. A nivel de la base de su proceso transverso podía ser identificado el pequeño agujero transverso. En el resto de las vértebras se identificaron los tubérculos dorsales y ventrales de los procesos transversos, donde se podía observar como los tubérculos ventrales eran más prominentes en las vértebras cervicales más caudales. En estas últimas vértebras se identificaban los procesos articulares caudal y craneal, así como sus superficies articulares. Se pudo observar además, la cresta ventral surgiendo de los cuerpos vertebrales (Figura 1). En la vista dorsal y ventral de la columna cervical (Figura 2), se podían observar los condilos occipitales articulándose con las foveas articulares craneales del atlas. En esta imagen también se identificaba el diente del axis y su fijación a la fovea articular caudal situada en el caudal del arco ventral del atlas. Los procesos articulares craneales del axis se ajustaban a cada fovea caudal del atlas. En la visión dorsal, el proceso espinoso del axis se continuaba caudalmente hasta los procesos articulares caudales mediante dos crestas. La raíz de cada ala del atlas estaba perforada por la escotadura alar, que desembocaba dentro de la fosa del atlas. El agujero transverso se situaba caudalmente dentro de las masas laterales del atlas, así como a cada proceso transverso del resto de vértebras cervicales. En ambas visiones, los tubérculos dorsales y ventrales del proceso transverso de cada vértebra podían ser identificados. En la visión ventral se mostraban otras estructuras como el

proceso paracondilar del hueso occipital y el agujero magno (Figura 2).

Discusión

Recientemente, la disponibilidad de equipos usados y la disminución en los costes de mantenimiento, han facilitado un incremento del uso de la TAC en medicina veterinaria (1, 2, 6, 12, 13, 14, 15). Ésta permite obtener imágenes de alta resolución con un adecuado contraste de los tejidos blandos. Sin embargo, la calidad de estas imágenes puede verse afectada negativamente por el movimiento del paciente, por lo que generalmente todos los estudios de TAC son realizados sobre pacientes anestesiados. A pesar de ello, esta técnica es una excelente herramienta para el diagnóstico de muchas enfermedades en medicina de pequeños y grandes animales.

La reconstrucción tridimensional por TAC es un eficaz procedimiento que hasta la fecha no ha sido usado con mucha frecuencia en medicina veterinaria. La recopilación de datos requiere de múltiples secciones paralelas obtenidas en el mismo plano. Para reducir los artefactos producidos por el movimiento del paciente se utiliza un escáner muy rápido que permite obtener una secuencia de imágenes de gran calidad (8). Las ventajas de este procedimiento son que la superficie de las estructuras óseas pueden ser visualizadas con diferente grado de rotación y sin la superposición de tejidos blandos. Además, la extensión de las lesiones óseas puede ser visualizada con excelente detalle gracias a un programa informático que permite que la superficie ósea puede ser representada como una imagen en 3-D (10).

El uso de la reconstrucción en 3-D por TAC ha sido una importante ayuda diagnóstica en la evaluación clínica de malformaciones de vértebras cervicales, cambios degenerativos en sus caras articulares o estenosis cervicales en animales domésticos (6). En contraste, solo unos pocos estudios han hecho mención a descripciones anatómicas de áreas espe-

cíficas (3). La TAC es uno de los métodos más empleados para la valoración de la columna vertebral y el diagnóstico de enfermedades lumbosacras en medicina humana (4, 5). Sin embargo, existen pocos informes disponibles sobre la aplicación de la TAC o la reconstrucción en 3-D de cualquier región de la columna vertebral de mamíferos terrestres y la mayoría de éstos han sido realizados en animales muertos, destacando aquellos que describen la anatomía normal de la columna vertebral canina mediante comparación de imágenes tomográficas con cadáveres (7, 9). En este estudio hemos intentando hacer nuestras observaciones sobre estructuras reconocibles en animales vivos neonatales. Aún así serían necesarios más trabajos para definir el alcance de la reconstrucción en 3-D por TAC, tanto para imágenes morfológicas básicas, como para la interpretación de aquellas en pacientes con signos clínicos. Gran parte de esto, sin embargo, tendrá que venir de la experiencia clínica continuada y la comparación constante entre imágenes anatómicas o patológicas y el resultado de estudios post-mortem.

Desde el punto de vista docente, la tecnología de imágenes en tres dimensiones puede facilitar la enseñanza de anatomía a los estudiantes de veterinaria, permitiendo la visión de estructuras de una forma realista y tridimensional. Por lo tanto, esta técnica es una herramienta anatómica que permite la visualización de los huesos, la red vascular y de ciertos tejidos blandos seleccionados en una imagen tridimensional. Esta técnica elimina la dificultad de visualizar estructuras de la columna vertebral en imágenes o dibujos usados en la mayoría de los libros de texto de anatomía. Como la experiencia con la radiografía simple sugiere que existen variaciones entre caballos normales, serían necesarios más casos para determinar variaciones en potros clínicamente normales.

Bibliografía

- 1.- Allen J, Barbee D, Crisman M. 1988. Diagnosis of equine pituitary tumors by computed tomography. Part 1. *Compendium equine* 10: 1103- 1105.
- 2.- Barbee D, Allen J, Gavin P. 1987. Computed tomography in horses. *Technique. Veterinary Radiology* 28: 144-151.
- 3.- Dennison SE, Schwarz T. 2008. Computed tomographic imaging of the normal immature California sea lion head (*Zalophus californianus*). *Veterinary Radiology & Ultrasound* 49: 557-563.
- 4.- Dorwart RH. 1984. Computed tomography of the lumbar spine: techniques, normal anatomy, pitfalls, and clinical applications. *Critical Reviews in Diagnostic Imaging* 22: 1-42.
- 5.- Dorwart RH, LaMasters DL. 1985. Applications of computed tomographic scanning of the cervical spine. *The Orthopedic Clinics of North America* 16: 381-93.
- 6.- Drees R, Dennison SE, Keuler NS, Schwarz T. 2009. Computed tomographic imaging protocol for the canine cervical and lumbar spine. *Veterinary Radiology & Ultrasound* 50: 74-79.
- 7.- Feeney DA, Fletcher TF, Hardy RM. 1991. Atlas of correlative imaging anatomy of the normal dog: ultrasound and computer tomography. Philadelphia, W.B. Saunders.
- 8.- Grossman C. 1990. The spine. In magnetic resonance imaging and computed tomography of the head and spine. Baltimore, Williams & Wilkins, 390-394.
- 9.- Jones JC, Cartee RE, Bartels JE. 1995. Computed tomography anatomy of the canine lumbosacral spine. *Veterinary Radiology & Ultrasound* 36: 91-99.
- 10.-Kraus M, Mahaffey M, Girard E, Chambers J, Brown C, Coates J. 1997. Diagnosis of C5-C6 spinal luxation using three-dimensional computed tomographic reconstruction. *Veterinary Radiology & Ultrasound* 38: 39-41.
- 11.-Losonsky J, Abbott L, Kuriashkin I. 1997. Computed tomography of the normal feline nasal cavity and paranasal sinuses. *Veterinary Radiology & Ultrasound* 38: 251-258.
- 12.-Peterson P, Bowman K. 1988. Computed tomographic anatomy of the distal extremity of the horse. *Veterinary Radiology* 29: 147-156.
- 13.-Ragle C, Koblik P, Pascoe J, Honnas, C. 1988. Computed tomographic evaluation of the head trauma in a foal. *Veterinary Radiology* 29: 206-208.
- 14.-Ruohoniemi M, Kärkäinen M, Tervahartiala P. 1997. Evaluation of the variably ossified collateral cartilages of the distal phalanx and adjacent anatomic structures in the finnhorse with computed tomography and magnetic resonance imaging. *Veterinary Radiology & Ultrasound* 38: 344-351.
- 15.-Vink-Nooteboom, M., Junker, K., Van Den Ingh, T. and Dik, K. 1998. Computed tomography of cholesterinic granulomas in the choroid plexus of horses. *Veterinary Radiology & Ultrasound* 39: 512-516.