

# Claves para interpretar y comprender la tomografía computarizada del codo normal del perro

## Interpretation keys for better understanding of canine normal elbow Computed Tomography

M. Novales-Durán, R. Lucena-Solís, M. Tovar-Escriche, E. Hernández-Robles, P. Ginel-Pérez, B. Blanco-Navas

Departamento de Medicina y Cirugía Animal. Facultad de Veterinaria de Córdoba. Campus de Rabanales.  
Ctra. Nacional IV Km 396. 14014 Córdoba.

### Resumen

El codo es una articulación compleja y móvil, integrada por tres huesos articulados perfectamente para su correcto funcionamiento. Sus patologías suelen ser frecuentes y, en ocasiones, difíciles de diagnosticar. La mayoría se engloban en la displasia de codo, enfermedad del desarrollo que incluye la fragmentación de la apófisis coronoides medial, la osteocondrosis/ osteocondritis disecante, la no unión de la apófisis ancónea y la incongruencia articular. Algunas de estas patologías pueden diagnosticarse con bastante precisión mediante radiología, aunque la fragmentación de la apófisis coronoides medial en especial requiere el uso de la tomografía computarizada (TC) o del diagnóstico artroscópico. Actualmente, la TC se ha extendido en las consultas veterinarias pero puede resultar difícil de interpretar para los no iniciados. Este trabajo muestra mediante la TC los puntos clave de la anatomía ósea del codo del perro, necesarios para diagnosticar una displasia, señalando los criterios de normalidad. La valoración de la TC de codo, comparando los tres planos de corte entre sí y ayudándonos de imágenes tridimensionales y radiografías, facilita la comprensión de la anatomía del codo. La utilización de planos oblicuos con visores de reconstrucción adecuados permite una valoración más exacta de la congruencia articular del codo.



**Palabras clave:** perro, codo, displasia, apófisis coronoides medial, TC.  
**Keywords:** dog, elbow, dysplasia, medial coronoid process, CT.

*Clin Vet Peq Anim* 2020, 40 (3): 131-139

### Introducción

La articulación del codo es del tipo sinovial gínglimo o troclear, conformada por 3 huesos: húmero, radio y cúbito. En ella diferenciamos 3 compartimentos independientes, cada uno de los cuales desempeña un papel esencial en el funcionamiento normal del codo. De este modo, identificamos la articulación húmero-cubital, formada por la tróclea del húmero articulada con la escotadura troclear del cúbito, y cuya principal función consiste en permitir los movimientos de flexión-extensión; la articulación húmero-radial, constituida por la porción distal del húmero o cóndilo, en el que su porción craneal posee una tróclea (cara medial) y un capítulo/*capitulum* (cara lateral), y su porción caudal está compuesta por los epicóndilos medial y lateral, por lo que el *capitulum* se articula con la cabeza del radio y la tróclea se articula con la escotadura troclear del cúbito y, lateralmente, también con una porción de la

fóvea de la cabeza del radio,<sup>1</sup> la cual transmite la mayoría del peso soportado por la extremidad; y, por último, la articulación radio-cubital proximal, compuesta por la circunferencia articular de la cabeza del radio y la escotadura radial del cúbito, siendo esta la que permite el movimiento de rotación del codo. Los movimientos laterales son mínimos debido a los fuertes ligamentos colaterales y a la protrusión de la apófisis ancónea en la fosa del olécranon del húmero.<sup>1-4</sup>

En esta región anatómica el grupo de enfermedades más frecuentes lo constituye la displasia de codo formada por cuatro enfermedades: la fragmentación de la apófisis coronoides medial (FACM), la osteocondrosis/ostecondritis disecante (OCD), la no unión de la apófisis ancónea (NUPA) y la incongruencia articular,<sup>5-9</sup> de razas medianas,<sup>10,11</sup> grandes y gigantes.<sup>9</sup> Se trata de enfermedades del desarrollo,<sup>9,12</sup> que pueden presentar-

Contacto: [mnovalles@uco.es](mailto:mnovalles@uco.es)



se de forma aislada o conjunta,<sup>9</sup> y que conducen a la aparición de degeneración articular temprana.<sup>9,13-16</sup> La displasia tiende a presentarse de forma bilateral<sup>9,12</sup> y, en la mayoría de los casos, aparece clínicamente sobre los 12 meses de edad o antes, pero algunos la padecen más tardíamente, hasta con más de 6 años.<sup>11</sup>

Mientras que la OC/OCD, NUPA e incongruencia articular se pueden diagnosticar con bastante precisión mediante radiología,<sup>5,17</sup> la FACM necesita, en numerosas ocasiones, de la tomografía computarizada (TC) como técnica complementaria y, aun así, aparecen casos dudosos que requieren del diagnóstico artroscópico.<sup>18</sup> Para su diagnóstico la abundante bibliografía científica suele mostrar la lesión más característica, en la mayoría de las ocasiones en el plano anatómico más significativo, el transversal,<sup>18</sup> aunque no siempre son visibles<sup>19</sup> y, en ocasiones, son difíciles de entender para los no iniciados en imagen. Se suele identificar la lesión, especialmente si la apófisis coronoides medial (ACM) está fragmentada, pero puede existir falta de comprensión sobre el resto de estructuras óseas del codo.

Un estudio de TC del codo produce un número muy elevado de imágenes que aportan una información adicional muy interesante no siempre relacionada con la displasia de codo. Es interesante conocer el funcionamiento básico de un equipo de TC.

Básicamente, se produce la emisión de un haz de rayos X, en forma de abanico, desde un tubo de rayos X que gira, en un *gantry*, alrededor de la abertura circular. El paciente se desplaza en una camilla por el interior del mismo. Los fotones del haz de rayos X, al atravesar la zona examinada sufren una atenuación proporcional a la densidad de estructuras atravesadas, siendo captado por una serie de detectores que transmiten la información a un ordenador generando una imagen en corte transversal.<sup>20-22</sup>

Un equipo de TC produce un número elevado de imágenes formadas por los colores blanco, negro y distintas tonalidades de grises asignadas en pequeños cuadrados (píxeles). El píxel (*picture element* o elemento de imagen) lo constituye cada celda de una matriz de reconstrucción a la que se le asigna un valor numérico, conocido como unidad Hounsfield (UH), relacionado con la composición del tejido atravesado. La matriz de reconstrucción la constituye el conjunto de píxeles usados en la obtención de una imagen, ordenados por filas y columnas. La mayoría de los sistemas de imagen utilizan tamaños de matrices de 512 x 512 o bien de 1024 x 1024.

Otro concepto importante es el vóxel (elemento de volumen), que es el volumen de tejido al que representa el píxel, y que viene determinado por el grosor del corte que se haya seleccionado<sup>21-22</sup> (Fig. 1). En el caso

del codo trabajamos con grosores de corte muy finos, de 0,6 mm.

Para visualizar un estudio de TC se emplea la denominada "técnica de ventana" que consiste en la elección de un mayor o menor número de tonalidades grises (números/unidades Hounsfield) que corresponde al "ancho de ventana o WW" y un número central de UH o tonalidad central ("centro o nivel de ventana o WL"). En un estudio de TC podemos modificar el ancho de ventana para representar el tejido en una escala de grises según se desee. Con ventanas amplias aparecen muchas escalas de grises (ideal para estudiar el tejido óseo y pulmonar) y con ventanas estrechas obtenemos un alto contraste (más indicado para abdomen y SNC).

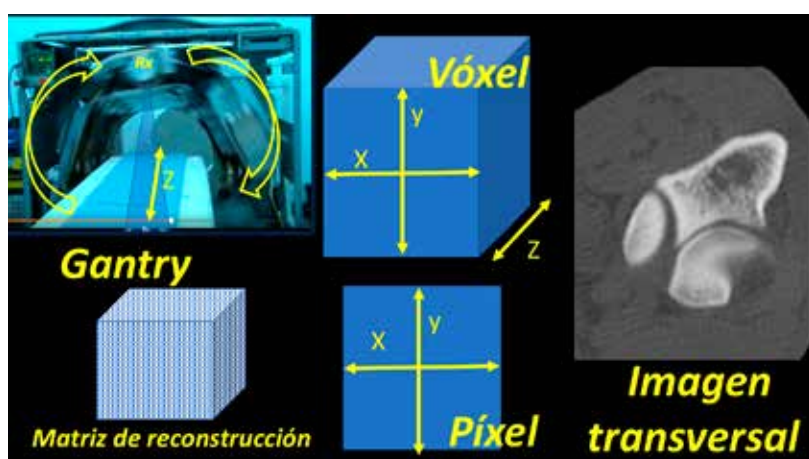
Las imágenes se obtienen inicialmente en un plano transversal. A partir de aquí el ordenador reformatea las imágenes produciendo planos dorsales y sagitales, así como reconstrucciones tridimensionales<sup>20,23</sup> y otras funciones más; de ahí que el nombre de tomografía computarizada (TC) sea más adecuado que el de TAC, ya que los equipos ofrecen muchas más posibilidades que los cortes transversales que producían originariamente (Fig. 2).

El objetivo del trabajo es mostrar mediante la TC los puntos clave de la anatomía ósea del codo necesarios para diagnosticar una displasia de codo, señalando los criterios de normalidad. Para ello, estudiamos codos sin alteración pertenecientes a perros que acudieron al Hospital clínico Veterinario de la Universidad de Córdoba, relacionando los planos de corte entre sí, comparándolos con imágenes tridimensionales y radiográficas y mostrando vídeos explicativos.

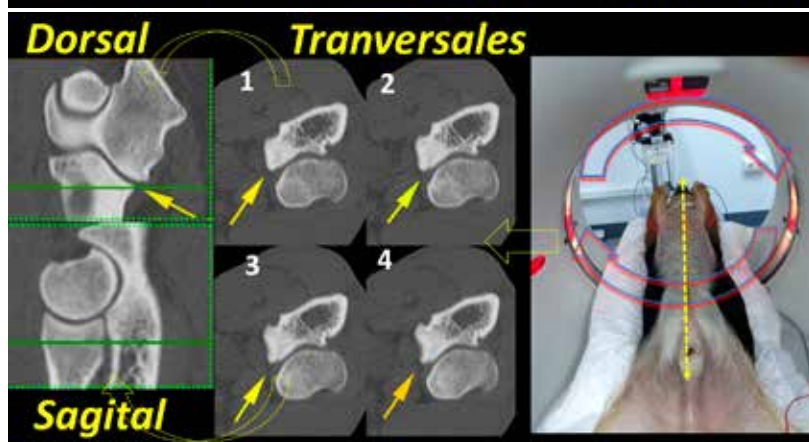
## Material y métodos

En este estudio se incluyeron 20 codos sin alteración de perros que acudieron al Hospital Clínico Veterinario de la Universidad de Córdoba para una valoración de displasia de codo. Eran de distintas razas, medianas y de gran tamaño, que no presentaron cojera ni dolor en la exploración del codo, y que no mostraron anomalías en la articulación del codo en el estudio radiológico ni en la TC.

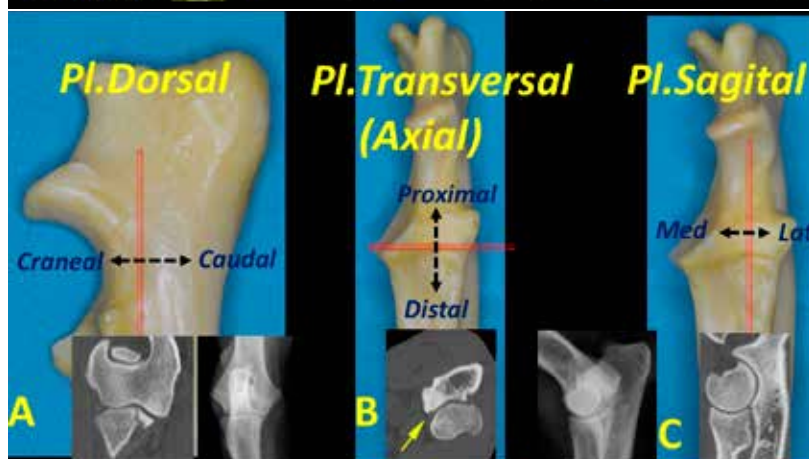
Para la realización de la TC, todos los perros fueron sometidos a anestesia general y se posicionaron en decúbito supino con los codos extendidos, estudiando ambos codos simultáneamente. Asimismo, se incluyó de forma complementaria el estudio de ambos hombros. Para el estudio de TC utilizamos un equipo High Speed Dual (General Electric, Japón), siguiendo el siguiente protocolo: 120 kV y mA modulado, con tamaño de matriz de reconstrucción de 512 x 512, realizando cortes de 0,6 mm en modo helicoidal y un factor de



**Figura 1.** TC con el gantry abierto para mostrar el tubo de rayos X girando alrededor de la camilla. Concepto de matriz de reconstrucción y diferencias entre un vóxel y un píxel. Imagen de un codo obtenida en el plano transversal.



**Figura 2.** TC realizada con el animal en decúbito supino y los codos extendidos. Realizamos estudios comparados de ambos codos y hombros. Al introducir el animal en el gantry, el tubo rota alrededor de los codos y produce imágenes en planos transversales. A partir del plano transversal, la imagen se reformatea en planos dorsal y sagital. La línea verde continua, de los planos dorsal y sagital, representa a qué nivel se han obtenido los cortes transversales. En este caso cada línea verde representa 4 imágenes consecutivas (de 0.6 mm de grosor) siempre en el orden que se marca (de 1 a 4). Las flechas amarillas indican la ACM. Aunque la TC se ha realizado de los dos codos, en este caso hemos seleccionado solamente el codo derecho.



**Figura 3.** Imágenes de un cúbito en vistas lateral (A) y craneal (B y C) de un codo normal. Se representa la forma de obtener los planos de corte: dorsal (A), transversal (B) y sagital (C) y sus imágenes más representativas. El plano dorsal produce una imagen similar a la radiografía craneocaudal y el sagital (C) una imagen similar a la radiografía mediolateral.

paso (*pitch*) de 0,75. Las imágenes se valoraron con algoritmos de reconstrucción para el hueso y los tejidos blandos. Para el codo utilizamos un nivel de ventana de 100 Unidades Hounsfield (UH) y una anchura de ventana de 3000 UH. Todos los estudios de codo se valoraron en formato DICOM con el visor Horos® (versión libre para Apple, de 64 bit). En cada TC se estudiaron tres planos de corte,<sup>20</sup> que especificamos para la articulación del codo<sup>24</sup> (Fig. 3):

- Plano transversal (también llamado transverso). Este

plano, que corresponde al plano perpendicular al eje longitudinal de la estructura que se estudia, divide al codo en una parte proximal y otra distal. El término axial, aunque usado, es incorrecto en el codo.

- Plano sagital (también llamado sagital medio o mediano). Este plano perpendicular al suelo pasa exactamente por la mitad del cuerpo y en el caso del codo lo divide en una parte medial y otra lateral. Este plano es similar al que se aprecia en una radiografía mediolateral del codo.

- Plano dorsal. Con este plano se divide el cuerpo en una parte anterior y otra posterior, quedando el codo dividido en una parte craneal y otra caudal. Este plano es similar al producido en una radiografía craneo-caudal del codo.

Cada codo se valoró en los tres planos de corte, utilizando la reconstrucción en 2D ortogonal clásica que produce planos perpendiculares entre sí. Además, para evaluar específicamente la congruencia articular, se utilizó una reconstrucción multiplanar en 3D, lo que permitió orientar el eje en función de las superficies articulares. Por último, recurrimos a la renderización de volúmenes (*volumen rendering* o VR)<sup>20</sup> para la observación tridimensional del codo, mejorando así la orientación espacial.

## Resultados

La observación de un cúbito canino permite ver que las apófisis coronoides del perro son completamente distintas. La apófisis coronoides medial (ACM) y la apófisis coronoides lateral (ACL) se disponen a distinta altura situándose la ACL más proximalmente. A su vez, la ACM es inclinada y curva, presentando su base más proximal y lateral que el ápex (Fig. 4) (Vídeo 1).

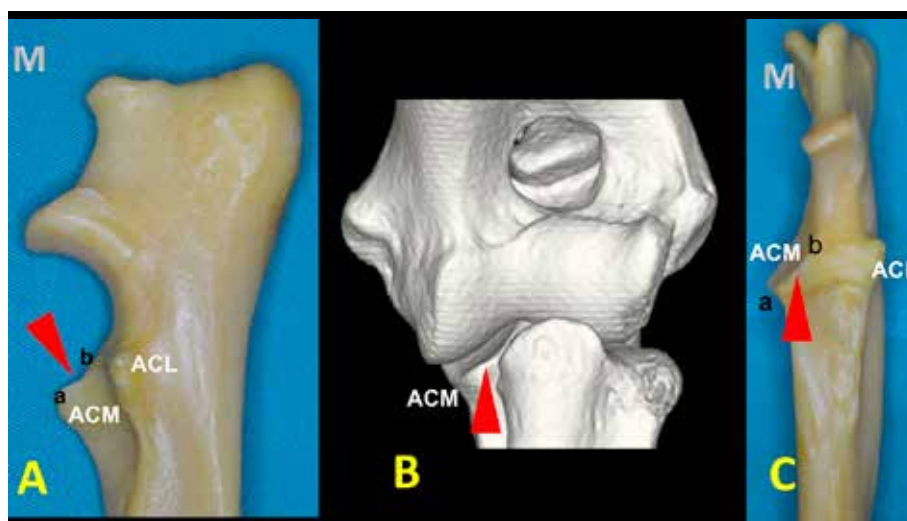
En el plano transversal nos fijamos sobre todo en la ACM, especialmente a dos niveles: a) a nivel del ápex que reconocemos por aparecer solamente dos huesos (el cúbito y el radio); b) proximalmente al ápex (donde aparecen los tres huesos, incluido el húmero). En este plano transverso es importante valorar: 1) la morfología del ápex (redondeada o puntiaguda, pero sin fragmentaciones, fisuras, cambios de densidad u osteofitos); 2) la escotadura (incisura) radial que tiene que mostrar una curvatura regular, sin alteraciones en su contorno y bien adaptada al radio; 3) la ausencia de reacciones óseas (esclerosis u osteofitos) en ninguno de los huesos implicados (Figs. 5 y 6) (Vídeo 2).

En el plano dorsal nos fijamos en tres zonas de corte concretas: a) la escotadura troclear del cúbito (Fig. 6); b) el ápex de la ACM, que debe ser cóncavo por su cara medial (Fig. 7); y c) la base de la ACM (Fig. 8). En este plano de corte debemos valorar: 5) ACM (mediante avance del corte dorsal para valorar una posible línea de fragmentación); 6) la unión completa de las caras medial y lateral del cóndilo humeral en su zona media; 7) la morfología normal del hueso subcondral del cóndilo humeral y su grado de esclerosis; 8) la congruencia articular humero-radial y húmero cubital; 9 y 10) y la ausencia de osteofitos o enteseofitos en las caras medial y lateral del codo (Figs. 7, 8 y 9) (Vídeo 3).

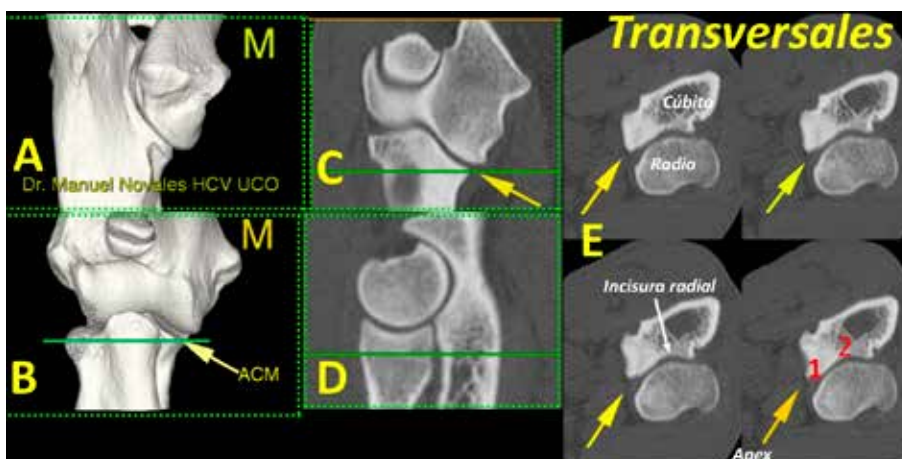
En el plano sagital podemos analizar la ACM a dos niveles: a) el ápex de la ACM, que no debe aparecer fragmentado (11) y b) la ACL. En este plano podemos estudiar: 12) la apófisis ancónea (unida y sin osteofitos); 13) la congruencia articular húmero-cubital y húmero-radial; 14) el escalón entre la apófisis coronoides lateral y la epífisis proximal del radio; 15) la ausencia de esclerosis subtrocLEAR del olécranon; 16 y 17) la presencia de osteofitos en el cóndilo humeral (16) o en la epífisis proximal del radio (17) (Figs. 10 y 11) (Vídeo 4).

También valoramos que no existan núcleos de osificación ectópica, así como la densidad y el grosor normal de los tejidos blandos periarticulares del codo.

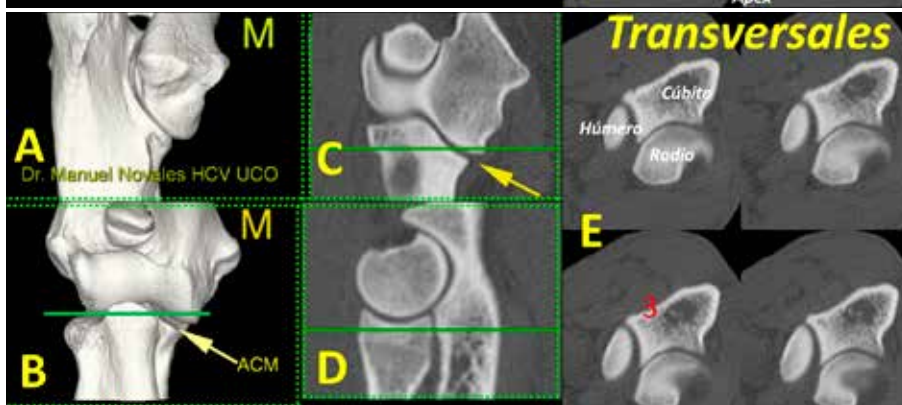
La valoración de la congruencia articular la realizamos con el visor Horos® mediante reconstrucciones ortogonales en 2D, partiendo del plano transversal y realizando reconstrucciones ortogonales con los ejes siempre perpendiculares entre sí (reconstrucción 2D ortogonal) (Fig. 12), y en casos dudosos inclinando los planos de corte y adaptándolos a la morfología de la apófisis coronoides medial (forma conocida como reconstrucción multiplanar en 3D), que nos proporciona una visión más exacta de la congruencia articular (Fig. 13) (Vídeo 5).



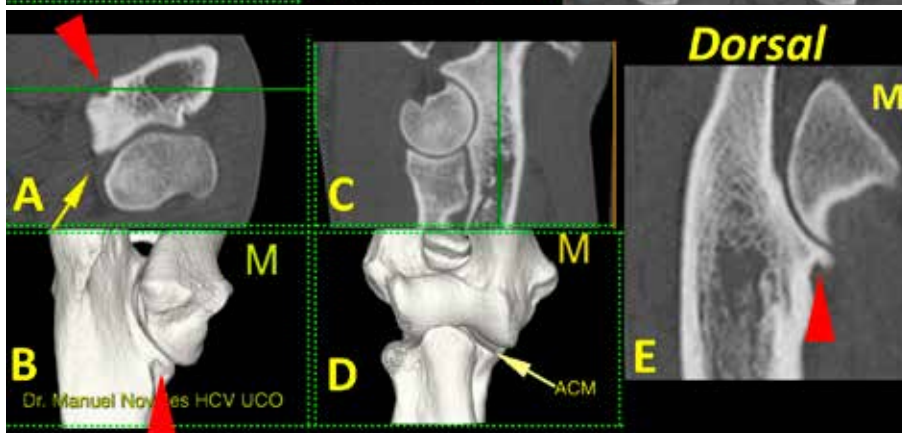
**Figura 4.** Cúbito mostrado por las caras medial (A) y craneal (C) y una imagen tridimensional de un codo sano (B). Se aprecia la distinta altura de las apófisis coronoides lateral (ACL) y medial (ACM). Esta última se divide en el ápex (a) y en la base (b). Se puede observar la inclinación de la ACM (punta de flecha roja). Las lesiones de la base no se pueden apreciar en las radiografías craneo-caudales, ya que se quedan superpuestas con la epífisis proximal del radio.



**Figura 5.** Imagen tridimensional en visión caudomedial (A), craneal (B), así como en los planos dorsal (C), sagital (D) y transversales (E) a nivel de la ACM (flecha) señalado en las líneas verdes (C y D). En estos planos valoramos el ápex (1) y la incisura radial (2) (M: lado medial).



**Figura 6.** Imagen tridimensional en visión caudomedial (A), craneal (B), así como en planos dorsal (C), sagital (D) y cuatro cortes transversales (E) a nivel de la ACM (flecha) señalado en las líneas verdes (C y D). En la imagen B se aprecia como la línea de corte (verde) pasa por los tres huesos del codo. En esta imagen valoramos la ausencia de reacción ósea (3) (esclerosis u osteofitos). (M: lado medial).



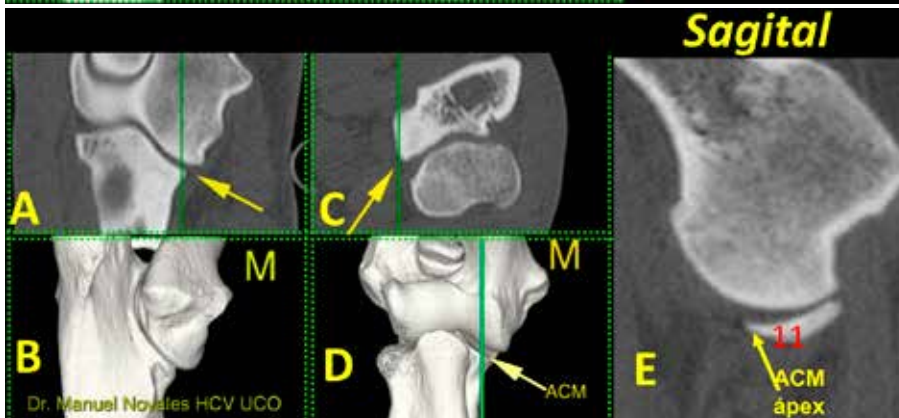
**Figura 7.** Codo normal. Imágenes tridimensionales del codo en visión caudomedial (B) y craneal (D), así como planos de corte transversal (A), sagital (C) y dorsal (E). Las líneas verdes en A y C muestran el nivel al que se ha producido el plano dorsal (E). Se señala una escotadura normal (punta de flecha roja) que aparece en la porción medial de la ACM (flecha amarilla) (M: lado medial).



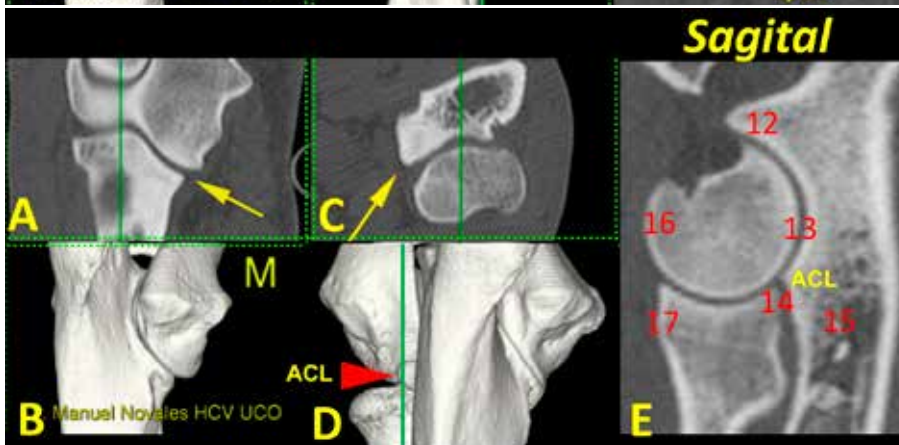
**Figura 8.** Codo normal. Imágenes tridimensionales del codo en visión caudomedial (B) y craneal (D), así como planos de corte transversal (A), sagital (C) y dorsal (E). Las líneas verdes en A y C muestran el nivel al que se ha producido el plano dorsal (E). La punta de flecha roja señala la concavidad de la cara medial de la ACM (flecha amarilla) que debe ser de contorno liso (4). Se incluye una radiografía de codo en proyección craneomedial-caudolateral (F) para comparación. (M: lado medial).



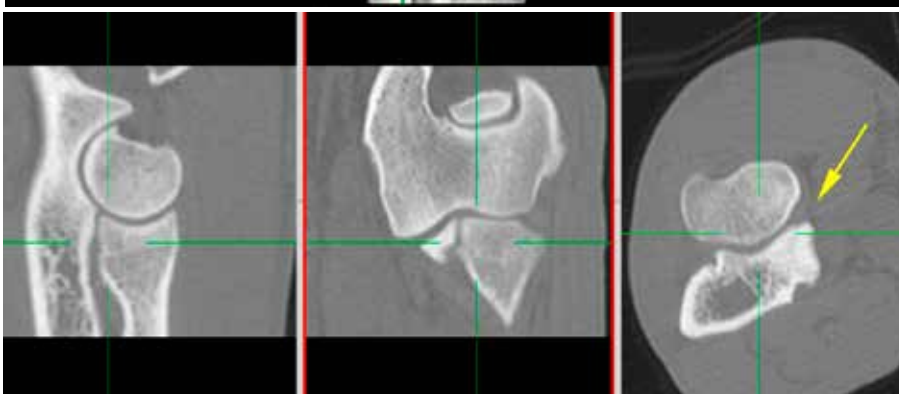
**Figura 9.** Codo normal. Imágenes tridimensionales del codo en visión caudomedial (B) y craneal (D), así como planos de corte transversal (A), sagital (C) y dorsal (E). Las líneas verdes en A y C muestran el nivel al que se ha producido el plano dorsal (E). Se señala el ápex de la ACM (flecha amarilla). En este plano dorsal se valora: ACM (mediante avance del corte dorsal para valorar una posible línea de fragmentación) (5); la unión de las dos porciones del cóndilo humeral (6); la morfología normal del hueso subcondral de la porción medial del cóndilo del húmero y su grado de opacidad (7); la amplitud de los espacios articulares humero-radial y húmero-cubital (8); la ausencia de osteofitos o enteseofitos en las caras medial (9) o lateral (10) del codo. (M: lado medial).



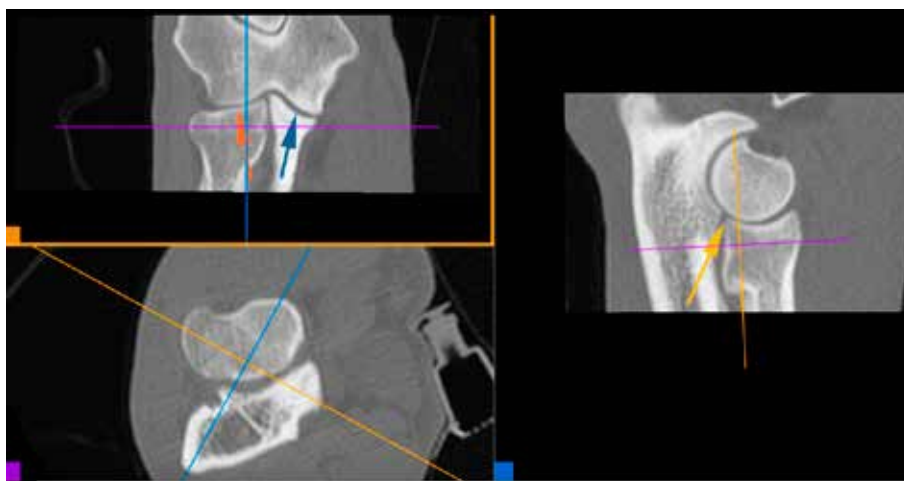
**Figura 10.** Codo normal. Imágenes tridimensionales del codo en visión caudomedial (B) y craneal (D), así como planos de corte dorsal (A), transversal (C) y sagital (E). Las líneas verdes en A, C y D muestran el nivel al que se ha obtenido el plano sagital (E). Se señala el ápex de la ACM (flecha amarilla) que no debe estar fragmentado (11). (M: lado medial).



**Figura 11.** Codo normal. Imágenes tridimensionales del codo en visión caudomedial (B) y craneal (D), así como planos de corte dorsal (A), transversal (C) y sagital (E). Las líneas verdes en A, C y D muestran el nivel al que se ha obtenido el plano sagital (E). Se señala la ACM (flecha amarilla) y la ACL (punta de flecha roja). En este plano dorsal se valora: la apófisis ancoénea, unida y sin osteofitos (12); la congruencia articular húmero-radio-cubital (13); el escalón entre la ACL y la epífisis proximal del radio (14); el grado de esclerosis subtrocLEAR (15); la presencia de osteofitos en la superficie craneal del cóndilo del húmero (16) o la epífisis proximal del radio (17) (M: lado medial).



**Figura 12.** Reconstrucción en 2D ortogonal clásica. Con el plano transversal obtenido, el software produce planos sagitales o dorsales. Si se observan las líneas verdes, los planos son siempre perpendiculares entre sí y, a su vez, perpendiculares al plano transversal al que tienen como referencia. No es el más adecuado para valorar la congruencia articular de superficies curvadas. Se señala la ACM (flecha amarilla).



**Figura 13.** Reconstrucción 3D MPR multiplanar. Esta forma de reconstrucción permite orientar los ejes según se desee. Cada eje tiene un color y produce la imagen correspondiente en el recuadro del mismo color. El eje marrón es tangencial a la ACM y ofrece la mejor vista para valorar la congruencia articular del codo. Espacio articular humero-radial (flecha roja), espacio articular humero-cubital (flecha azul), escalón entre la apófisis coronoides lateral y la epífisis proximal del radio (flecha marrón).

## Discusión

Los estudios de codo se realizan colocando el perro en diversos decúbitos según la preferencia del clínico: esternal,<sup>25,26</sup> lateral<sup>27-29</sup> o dorsal.<sup>15,19,30</sup> Al inicio de trabajar con este equipo (2011) realizábamos los estudios en decúbito esternal y de forma independiente para las dos extremidades, evitando la superposición de la cabeza. Posteriormente, optamos por colocar a todos los animales en decúbito supino (dorsal) con las extremidades extendidas, estudiando ambos codos de forma simultánea, y realizando un estudio adicional de los hombros aunque no exista dolor en la zona, ya que sabemos que en ocasiones la cojera tiene su origen en el hombro. La realización de estudios simultáneos facilita la comodidad para el animal y reduce el tiempo de anestesia o sedación. El único problema con respecto al estudio independiente de cada extremidad es utilizar una mayor área de escaneo (*scan field of view*, SFOV)<sup>23</sup> que podría reducir algo de nitidez en la imagen. El estudio independiente para cada codo solo lo repetimos en casos dudosos, que suelen ser pocos.

Se ha demostrado que la posición del animal no produce grandes cambios sobre la evaluación de la ACM.<sup>31</sup> Lo realmente importante es que la cabeza no entre en la zona de estudio para evitar los artefactos por endurecimiento del haz<sup>3</sup> o de ahorro de fotones.<sup>31,32</sup> También es importante utilizar un kilovoltaje y miliamperaje adecuados para evitar el ruido en la imagen y realizarlo con cortes finos, en nuestro caso de 0,6 mm de grosor.

En el estudio de la displasia de codo, la TC evita los problemas de superposición<sup>7</sup> siendo muy útil para el diagnóstico de la FACM. En comparación con la radiología, la TC mejora la diferenciación de la densidad tisular<sup>7,8</sup> incluyendo la reconstrucción tridimensional<sup>8</sup> que aporta información adicional de las relaciones anatómicas y la extensión de las alteraciones.<sup>7</sup> La TC permite una excelente delineación y diferenciación de

las dos apófisis coronoides, de las zonas medial y lateral del cóndilo del húmero, así como de la escotadura radial y la cabeza del radio; además, aporta imágenes completas del hueso subcondral, por lo que permite la detección de muchas de sus alteraciones asociadas a la fragmentación de la apófisis coronoides medial o a la osteocondrosis.<sup>6-8,15</sup> Al igual que la radiografía, la TC no permite identificar de forma directa la erosión de cartílago articular, puesto que no permite su observación. Para ello, es necesaria la artroscopia.<sup>6,14,18,19,23</sup>

Indudablemente el mejor plano de diagnóstico es el transversal,<sup>19</sup> pero es mal reconocido por los no iniciados en esta técnica de imagen. Es importante relacionarlo con los otros dos planos de corte que son más fácilmente identificables. Así, el plano dorsal produce imágenes muy similares a la radiografía craneocaudal y el plano sagital produce imágenes similares a la radiografía mediolateral, con las que sí estamos más familiarizados. En nuestros años de trabajo con estudiantes hemos comprendido que cuando las imágenes de TC se relacionan con radiografías de proyecciones conocidas, los conceptos se captan con mayor facilidad.

Por último, la TC es especialmente útil para valorar la congruencia articular del codo. Se ha reconocido que la incongruencia es un factor importante en el desarrollo, tratamiento y pronóstico de la displasia de codo,<sup>33</sup> y existen trabajos que la miden con bastante exactitud en las radiografías,<sup>33</sup> aunque para su valoración es más exacta la TC.<sup>34,35</sup> Se ha determinado que los planos dorsal y sagital son útiles para valorar la congruencia articular de manera exacta. La congruencia se mide especialmente en un plano oblicuo en la mitad de la apófisis coronoides medial, que es el que permite la medida radiocubital más exacta.<sup>12,19,36</sup>

En conclusión, la valoración de la TC de codo, comparando los tres planos de corte entre sí y ayudando-

nos de imágenes tridimensionales y radiografías, facilita la comprensión de la anatomía del codo. En una TC de codo es importante valorar metódicamente cada

plano y la utilización de planos oblicuos con visores de reconstrucción adecuados permite una valoración más exacta de la congruencia articular del codo.

**Fuente de financiación:** este trabajo no se realizó con fondos comerciales, públicos o del sector privado.

**Conflicto de intereses:** los autores declaran que no existe conflicto de intereses en los datos publicados.

## Summary

The canine elbow joint is a complex and mobile joint, with three bones perfectly aligned to work properly. Pathologies of this joint are frequent and sometimes results are difficult to diagnose. Most of them correspond to elbow dysplasia, a developmental condition that comprises fragmented medial coronoid process, osteochondrosis/osteochondritis dissecans, ununited anconeal process and joint incongruency. These conditions can be diagnosed by radiographic surveys but fragmented medial coronoid process diagnosis usually requires CT or even arthroscopic techniques. CT studies are being increasingly demanded by clinical practitioners but images can be difficult to interpret with scarce knowledge of normal elbow anatomy as shown by CT. This study shows the interpretation keys of the normal elbow anatomy in dogs by means of CT in dogs. This would facilitate the diagnosis of elbow dysplasia as it points out at the normal findings. The use of three-plane and tridimensional views of the elbow CT images, as well as radiographic images, facilitate the understanding of the elbow joint. Articular congruency is assessed more appropriately by using oblique planes with DICOM medical image viewers.

## Información adicional

Se puede encontrar información adicional (vídeos) en la versión online de este artículo en la página web: [www.clinvetpeqanim.com](http://www.clinvetpeqanim.com).

## Bibliografía

1. Evans HE, de la Hunta A. Arthrology. En Miller's Anatomy of the dog. 4th ed. St. Louis, Missouri, Elsevier Saunders: 2013; 158-184.
2. Schwarze E. Compendio de anatomía veterinaria. En Schwarze E (ed.) Zaragoza, Acribia, 1984; 143-144.
3. Adams D. El miembro torácico En Adams D (ed): Anatomía Canina. Estudio sistémico. Zaragoza, Acribia. 1988; 29 - 82.
4. Schultz RM, Wisner ER. Long bones. En Schwarz T, Saunders J (eds): Veterinary Computed Tomography. West Sussex (UK), Wiley-Blackwell: 2012; 381-386.
5. Meyer-Lindenberg A, Langhann A, Fehr M, Nolte I. Prevalence of fragmented medial coronoid process of the ulna in lame adult dogs. *Vet Rec* 2002; 151: 230-234.
6. Moores A, Benigni L, Lamb C. Computed tomography versus arthroscopy for detection of canine elbow dysplasia lesions. *Vet Surg* 2008; 37:390-398.
7. Cook C, Cook J. Diagnostic imaging of canine elbow dysplasia: a review. *Vet Surg* 2009, 38: 144-153.
8. Schulz K. (2009). Enfermedades articulares. En: Cirugía en pequeños animales. Fossum T (ed). Elsevier, Barcelona (España): 1143-1315.
9. How K. Clinical signs of elbow dysplasia and osteoarthritis. Proc 30<sup>th</sup> Ann. Meet Inter Elbow Working Group. Vienna (Austria). 2016: 5-7.
10. Morgan J, Wind A, Davidson A. Bone dysplasia in Labrador Retriever: a radiographic study. *J Am Anim Hosp Assoc* 1999; 35: 332-340.
11. Michelsen J. Canine elbow dysplasia: aetiopathogenesis and current treatment recommendations. *Vet J* 2013; 196: 12-19.
12. Wisner E, Zwingerberger A. (2015). Atlas of Small Animal CT and MRI. Wiley-Blackwell, West Sussex (UK): 617- 635.
13. Kierberger RM, Flurie SL. Elbow dysplasia in the dog: pathophysiology, diagnosis and control. *J South African Vet Assoc* 1998; 69: 43-54.
14. Farrell M, Heller J, Solano M, Sparrow T. Does radiographic arthrosis correlate with cartilage pathology in Labrador Retrievers affected by medial coronoid process? *Vet Surg* 2014; 43: 155-165.
15. Kunst C, Pease A, Nelson N, Habing G, Ballegeer A. Computed tomographic identification of dysplasia and progression of osteoarthritis in dog elbows previously assigned of grades 0 and 1. *Vet Radiol Ultrasound* 2014; 55: 511-520.
16. Hazewinkel H, Lau S. Radiographic and computed tomographic assessment of the postnatal development of the antebrachial and elbow joints in Labrador Retrievers. Proc 31<sup>th</sup> Ann Meet Inter Elbow Working Group. Verona (Italy). 2017; 15.
17. Novales M, Molleda J, Ginel P, Lucena R, López R. Estudio radiológico de las alteraciones del codo en el perro. *Clín Vet Peq Anim* 1994; 14: 16-26.



18. Chico-Carballas A, Rial-Cels J, Lafuente-Baigorri P. Artroscopia en la enfermedad del compartimento medial: característica de 284 casos. *Clin Vet Peq Anim* 2018; 38: 177-188.
19. Lau SE, Woorhout G. Dog positioning for CT scanning of the elbow joints. Proc. 29th Ann Meet Intern Elbow Working Group, Bangkok (Thailand) 2015; 23-24.
20. Bertolini G, Prokop M. Multidetector-row computed tomography: Technical basics and preliminary clinical application in small animals. *Vet J* 2011; 189: 15-26.
21. Hathcock J, Stickle R. Principles and concepts of computed tomography. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1993; 23: 399-415.
22. Saunders J, Olerth S (2012) CT Physics and instrumentation- Mechanical design. En Schwarz T, Saunders J (eds): *Veterinary Computed Tomography*. West Sussex (UK), Wiley-Blackwell: 2012; 1-8.
23. Saunders J, Schwarz T, Principles of CT imagen interpretation. En Schwarz T, Saunders J (eds): *Veterinary Computed Tomography*. West Sussex (UK), Wiley-Blackwell: 2012; 29-34.
24. O'Brien T. CT (2012) Acquisition principles. En Schwarz T, Saunders J (eds): *Veterinary Computed Tomography*. West Sussex (UK), Wiley-Blackwell: 2012; 9-28.
25. Reichle J, Park R, Bahr A. Computed tomographic findings of dogs with cubital joint lameness. *Vet Radiol Ultrasound* 2000; 41: 125-130.
26. Groth A, Beningni L, Moores A, Lamb C. Spectrum of computed tomographic findings in 58 canine elbows with fragmentation of the medial coronoid process. *J Small Anim Pract* 2009; 50: 15-22.
27. Lappalainen A, Mölsä S, Liman A, Laitinen-Vapaavuori O, Snellman M. Radiographic and computed tomography findings in Belgian Sheperd dogs with mild elbow dysplasia. *Vet Radiol Ultrasound* 2009; 50: 364-369.
28. Samoy Y, Gielen I, van Caelenberg A, van Bree H, Duchateau L, van Ryssen B. Computed tomography findings in 32 joints affected with severe elbow incongruity and fragmented medial coronoid process. *Vet Surg* 2012; 41: 486-494.
29. Coppieters E, van Ryssen B, van Bree H *et al.* Computed tomographic findings in canine elbows arthroscopically diagnosed with erosion of the medial compartment: an analytical method comparison study. *Vet Radiol Ultrasound* 2016; 57: 572-581.
30. Kramer A, Holsworth I, Wisner E, Kass P, Schulz K. Computed tomographic evaluation of canine radioulnar incongruence in vivo. *Vet Surg* 2006; 35: 24-29.
31. von Puckler KH, Ondreka N, Tellhelm B. Elbow dysplasia: Computed tomography standard, protocols and quality assurance. Proc 30th Ann Meet Intern Elbow Working Group. Vienna (Austria) 2016; 17-18.
32. Schwarz T Artifacts in CT. En Schwarz T, Saunders J (eds): *Veterinary Computed Tomography*. West Sussex (UK), Wiley-Blackwell: 2012; 35-55.
33. Alves-Pimenta S, Colaço B, Fernandes A *et al.* (2017). Radiographic assessment of humeroulnar congruity in a medium and a large breed of dog. *Vet Radiol Ultrasound* 58: 627-633.
34. Gemmill TJ, Hammond G, Mellor D *et al.* Use of reconstructed computed tomography for the assessment of joint spaces in the canine elbow. *J Small Anim Pract* 2006; 47: 66-74.
35. Gemmill J, Clements D. Fragmented coronoid process in the dog: is there a role for incongruency? *J Small Anim Pract* 2007; 48: 361-368.
36. Holsworth IG, Wisner ER, Scherrer WE *et al.* Accuracy of computerized tomographic evaluation of canine radio-ulnar incongruence in vitro. *Vet Surg* 2005; 34: 108-113.