

El complejo braquial - bíceps braquial como etiopatogenia de la displasia del codo canino

Audisio, S.A.¹ y Ocampo, L.N.¹

¹Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de La Pampa, calle 5 esquina 116, General Pico, La Pampa, Argentina. saudisio@vet.unlpam.edu.ar

RESUMEN

La enfermedad del coronoide medial es una de las afecciones que comprenden la displasia del codo en el perro. Una de las etiologías que se formulan para esta afección es el accionar del complejo que conforman los músculos *brachialis* y *biceps brachii*. En la revisión bibliográfica se relaciona la disposición anatómica del complejo muscular en el brazo y las particularidades de inserción de ambos músculos a medial del codo. Esas peculiaridades en condiciones dinámicas provocan cizallamiento a nivel de la cisura radioulnar y compresión del proceso coronoide medial contra la cabeza del radio. La identificación de esta etiología en pacientes con displasia de codo contribuirá a la adopción de medidas quirúrgicas oportunas.

Palabras clave: Bíceps braquial, braquial, enfermedad del coronoide medial, codo, displasia, perro.

THE BRACHIALIS COMPLEX – BRACHII BICEPS AS ETIOPATHOGENY OF THE CANINE ELBOW DISPLASIA

ABSTRACT

Medial coronoid disease is a condition which is encompassed in the elbow dysplasia in dogs. One of the proposed etiologies for this disease is the action produced by the muscle complex made up by the *brachialis* and *biceps brachii* muscles. In the literature review, the authors relate the anatomical disposition of the muscle complex in the arm and the particularities of the insertion of both muscles in the medial region of the elbow. In dynamic conditions, these peculiarities produce shearing at the level of the radioulnar joint and compression of the medial coronoid process against the head of the radius. The identification of this etiology in patients with elbow dysplasia will contribute to the adoption of timely surgical treatment.

Keywords: biceps brachii, brachialis, medial coronoid disease, elbow, dysplasia, dog.

INTRODUCCIÓN

La displasia del codo (DC) del perro, es una enfermedad poligénica del desarrollo frecuentemente diagnosticada en pacientes jóvenes de razas grandes y gigantes



(Samoy *et al.*, 2011). La comprenden la enfermedad del proceso coronoides medial (EPCM), el proceso uncóneo no unido (PAN), la osteocondritis disecante del cóndilo medial del húmero (OCD) e incongruencia del codo (IC) (Hazewinkel, 2002).

La EPCM es la causa más común de claudicación de las extremidades torácicas que se informa en perros inmaduros (Tromblee *et al.*, 2007; Cook y Cook 2009, Fitzpatrick *et al.*, 2009; van Bruggen *et al.*, 2010). Afecta principalmente a razas medianas y grandes, como Golden y Labrador Retrievers, Rottweiler, Boyero de Berna y Ovejero Alemán (Meyer-Lindenberg y otros 2002, Gemmill y Clements 2007, Burton y Owen 2008) y que también puede ocurrir en razas condrodistróficas (Tromblee, 2007). No obstante, se informa un número creciente de perros maduros que padecen esta condición (Vermote *et al.*, 2010).

La etiología de la EPCM es incierta y multifactorial. Intervienen factores genéticos, la tasa de crecimiento, aspectos nutricionales, isquemias del proceso coronoides medial (PCM), osteocondrosis, e incongruencia de la articulación radiocubital (Goldhammer *et al.*, 2010). La incongruencia radiocubital es la etiología más aceptada (Burton *et al.*, 2008, Burton y Owen, 2008, Mason *et al.*, 2008, Fitzpatrick y Russell 2009, Burton *et al.*, 2010) ya que altera las áreas de contacto articulares y modifica las fuerzas de compresión, cizallamiento y rotación trans articulares (Preston *et al.*, 2000). La excesiva presión a la que es sometido el PCM provoca fatiga que se traduce en microdaños del hueso subcondral (Danielson *et al.*, 2006; Smith *et al.*, 2009).

En perros esqueléticamente maduros se ha propuesto una etiología musculotendinosa secundaria producto de una sobrecarga mecánica que ejerce el complejo muscular braquial-bíceps braquial en del PCM contra la cabeza del radio al momento de la contracción muscular. (Fitzpatrick, 2006; Fisztpatrick 2009; Fitzpatrick y Yeadon, 2009; Hulse, 2008; Hulse *et al.*, 2010).

El objetivo del presente artículo es hacer una revisión bibliográfica de la etiopatogenia musculotendinosa de la EPCM mediante análisis anatómicos y biomecánicos del complejo braquial-bíceps braquial.

Complejo braquial-bíceps braquial

Las particularidades anatómicas y funcionales de la inserción de los tendones de los músculos *brachialis* y *biceps brachii* motivó que se lo denomine complejo braquial-bíceps braquial (Figura N^o1).

Músculo *biceps brachii*

El músculo bíceps braquial (*biceps brachii*) (MBB) se origina en la tuberosidad supraglenoidea del húmero por medio de un fuerte y largo tendón de origen. El tendón cruza la articulación del hombro y entra en el surco intertubercular para acceder a la superficie craneal del húmero donde el tendón se convierte en un músculo fuerte. Estudios del MBB en perros de la raza CoonHound el MBB indican que es un músculo de fibra pennada con un tendón central y un ángulo de penación de 20°. En especímenes cadavéricos el área de la sección transversal (AST) fue de 3,4 cm². En la articulación del codo, el tendón de inserción se divide en dos porciones. La mayor, se inserta en la tuberosidad ulnar, y la más pequeña en la tuberosidad radial. La tuberosidad radial se encuentra en la superficie caudomedial del radio y la tuberosidad ulnar se encuentra de 2 a 3 mm en distal al margen articular y se extiende distalmente por aproximadamente 17 mm (rango 15-20 mm) quedando definido las dimensiones del tendón de inserción. La

ubicación de la tuberosidad ulnar fue de aproximadamente 12 mm (rango 10-13 mm) caudal al borde más craneal al PCM. Esta distancia es el brazo de momento para la fuerza ejercida por el complejo bíceps-braquial (Hulse *et al.*, 2010).

El tendón de inserción del MBB se divide en dos ramas, una rama craneal principal, de mayor tamaño, se inserta en la tuberosidad radial; y, una rama caudal más delgada, se inserta en forma de una lámina ancha en la porción proximal del borde medial del PCM en la ulna. La inserción cubital penetra en la bolsa de la articulación distomedial del codo y, se dirige superficial al ligamento colateral medial, termina en una inserción en forma de abanico de proximal a distal a lo largo de un tubérculo ubicado en la base del PCM de la ulna. El segmento del tendón que se inserta en la ulna ingresa a la cavidad articular y se extiende desde inmediatamente craneal al ligamento colateral medial hasta el punto de inserción distal (Wilson *et al.*, 2012)(Figura N°1).

El MBB desempeña un papel activo en la protracción de las extremidades (Goslow *et al.* 1981). La prolongación rápida de los miembros es esencial para que los animales rápidamente alcancen altas velocidades durante la locomoción. Por lo tanto, las adaptaciones anatómicas para reducir el tiempo de prolongación son muy beneficiosas. El MBB tiene un pequeño momento en el hombro y, por lo tanto, tampoco es probable que desarrolle la fuerza suficiente para extender la extremidad por medios activos. En la articulación del codo el momento del MBB aumenta con la extensión de la articulación. Por lo tanto, el MBB puede crear su mayor momento en el codo cuando los miembros se hallan extendidos como sucede en la estación. De esta forma se permite la estabilidad del codo y del hombro cuando se carga la extremidad para evitar el colapso de la extremidad. Esta condición también significa que con el acortamiento del bíceps habría una flexión rápida del codo y una flexión más lenta del hombro, requerido para la protracción de la extremidad cuando se desplaza a mayor velocidad (Williams *et al.*, 2008).

Músculo *Brachialis*

El músculo *Braquialis*(MB) surge de la superficie caudoproximal del húmero. Recorre el surco musculoespiral. Los exámenes ecográficos determinaron que el MB es similar a un músculo de fibras paralelas y, en algunos especímenes cuenta con un pequeño tendón central. El AST se encuentra en el orden de 1,75 cm² (Hulse *et al.*, 2010). En la articulación del codo tiene una inserción principal en la base del PCM en forma de abanico abierto en distal a la rama caudal del MBB; y una porción más pequeña que se une al tendón de inserción craneal del MBB. El tendón del MB pasa entre las dos ramas del tendón del MBB rodeado por una vaina fibrosa y tejido sinovial del receso sinovial, reforzada por la rama craneal del ligamento oblicuo del codo (Villamonte-Chevalier *et al.*, 2012). La función del MB es flexionar el codo (Figura N°1).

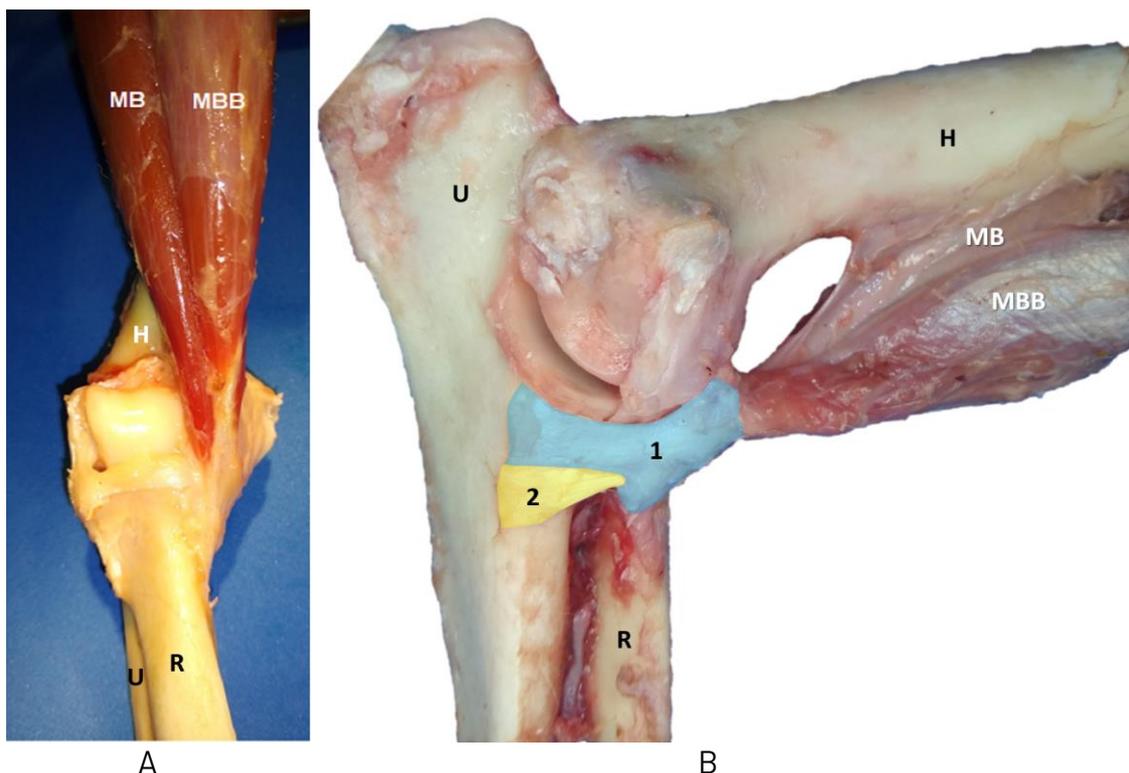


Figura N°1. Complejo braquial-bíceps braquial del perro. A) Vista dorsal del brazo, codo y antebrazo derecho donde se aprecian a los músculos brachialis (MB) y bíceps brachii (MBB); B) Características de inserción del complejo braquial-bíceps braquial: tendones del m. bíceps brachii (1) y m. brachialis (2), H) húmero, U) ulna; R) radio.

Etiopatogenia musculotendinosa de la EPCM

La etiología musculotendinosa responde al accionar del complejo braquial-bíceps braquial. Para que esta condición se produzca se ha hipotetizado que se combina la existencia de una incongruencia en el plano transversal de la incisura radio ulnar (Figura N°2) a la que se suma al momentum producido por la contracción del complejo braquial-bíceps braquial cuando se produce la flexión del codo. Bajo esta condición el complejo braquial-bíceps braquial genera una tracción excéntrica que provoca la rotación de la ulna que provoca la compresión del PCM contra la cabeza del radio (Hulse, 2008; Fitzpatrick, 2006, 2009; Fitzpatrick y Yeadon, 2009; Michelsen, 2013, Palmer, 2011).

Vekšins *et al.*, (2019) hallaron que el tendón del MBB presenta diferencias particulares de inserción en perros que padecían EPCM y animales libres de la enfermedad. En perros sanos el tendón del MBB se inserta a 1,27 ($\pm 0,20$) cm del PCM y en perros con EPCM el tendón se inserta a 1,42 ($\pm 0,26$) cm y en una posición más abaxial al PCM. Esta información señala diferencias en el brazo de momento del codo que posibilitan la presión entre el PCM y el radio.

Las fuerzas generadas por la acción combinada del complejo braquial-bíceps braquial provocan la supinación del antebrazo y a la vez generan una fuerza de cizallamiento a nivel de la cisura radio ulnar (Fitzpatrick y Yeadon, 2009). Con el tiempo, el resultado del accionar repetitivo de las fuerzas de compresión que recaen en el PCM provoca una disipación de energía a través de grietas que se generan en el hueso subcondral (Nyman *et al.*, 2009) que pueden o no provocar la fragmentación del proceso coronoideas medial

(FPCM). Por otra parte, en los animales en desarrollo la compresión mecánica causa alteraciones en la osificación endocondral en conformidad con la teoría de Hueter-Volkmann (Stokes, 2002).

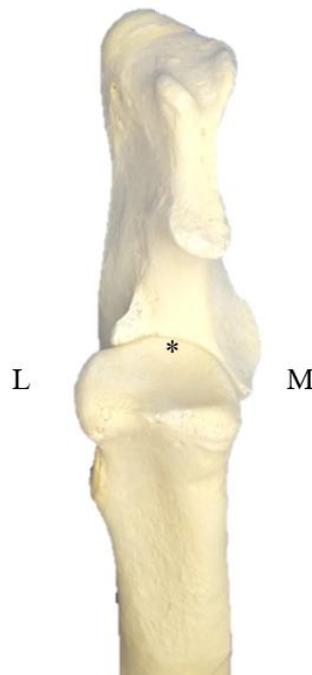


Figura Nº2. Vista dorso craneal de la superficie articular correspondiente a la ulna y radio. En ella se aprecia la incisura radio ulnar (*). Fuente propia.

DIAGNÓSTICO

Los signos y síntomas que manifiestan los perros corresponden a la EPCM con dolor y/o claudicación en uno o ambos codos, cambios artroscópicos mínimos mínimos que afectan al codo contralateral cuando la enfermedad es unilateral. Los perros a los que potencialmente se puede determinar que la etiología de la EPCM es el complejo braquial-bíceps braquial, son aquellos que en el diagnóstico por imágenes presentan fisuras sin fragmentación en la incisura radio ulnar, incongruencia manifiesta e incongruencia dinámica. Los últimos casos corresponden a animales jóvenes.

TRATAMIENTO

El tratamiento quirúrgico de esta etiología consiste en realizar tenotomía de la porción ulnar del MBB (Fitzpatrick, 2009; Hulse *et al.*, 2010; Wilson *et al.*, 2014). Los mismos autores informaron el acceso por vía de la artrotomía medial del codo para proceder a la tenotomía a caudal de la porción abaxial del PCM.

La tenotomía libera la supinación excesiva de la ulna, evita los consecuentes signos y síntomas y el progreso de la artritis hacia osteoartritis (Fitzpatrick y Danielski, 2010). Los resultados comunicados son satisfactorios para aquellos casos en donde se realizaron diagnósticos tempranos (Fitzpatrick, 2009; Fitzpatrick y Danielski, 2010). No obstante, no se cuenta con información de resultados a largo plazo, respecto si la tenotomía altera la progresión de la enfermedad, si previene la enfermedad del

cartilago articular, evita la EPCM o bien la abrasión del cartilago articular (Fitzpatrick y Yeadon, 2009).

El nervio mediano discurre en una orientación proximal a distal craneal al ligamento colateral medial a medida que cruza la articulación del codo en un plano inmediatamente profundo a los músculos pronador teres y pronador superficial de la unión musculotendinosa del MBB. El nervio se ramifica a distal del codo, en una rama muscular que recorre distalmente el margen distal de la inserción cubital del tendón del bíceps para inervar los músculos flexores digitales superficial y profundo respectivamente (Wilson *et al.*, 2014).

La íntima relación del nervio mediano con la cara medial del codo y el área anatómica de abordaje quirúrgico para realizar la artrotomía y realizar la tenotomía del MBB, motivó que Wilson *et al.* (2014) describieran la vía artroscópica para proceder a la tenotomía (Figura N°4). Luego de la tenotomía, la contracción del vientre del MBB resulta en el desplazamiento proximal del tendón seccionado. Se desconocen los resultados finales de la tenotomía, pues la capacidad biológica para la curación de los tendones y ligamentos intraarticulares se ve comprometida por la exposición al ácido hialurónico, la elevada actividad de metaloproteinasas de la matriz sinovial y el fracaso de la formación de coágulos de fibrina como andamiaje provisional dentro del espacio tisular (Sun *et al.*, 2012). El seguimiento y evolución postquirúrgica de la tenotomía es factible de realizarse por ultrasonografía empleando un transductor lineal de 18 MHz (Villamonte-Chevalier *et al.*, 2014).

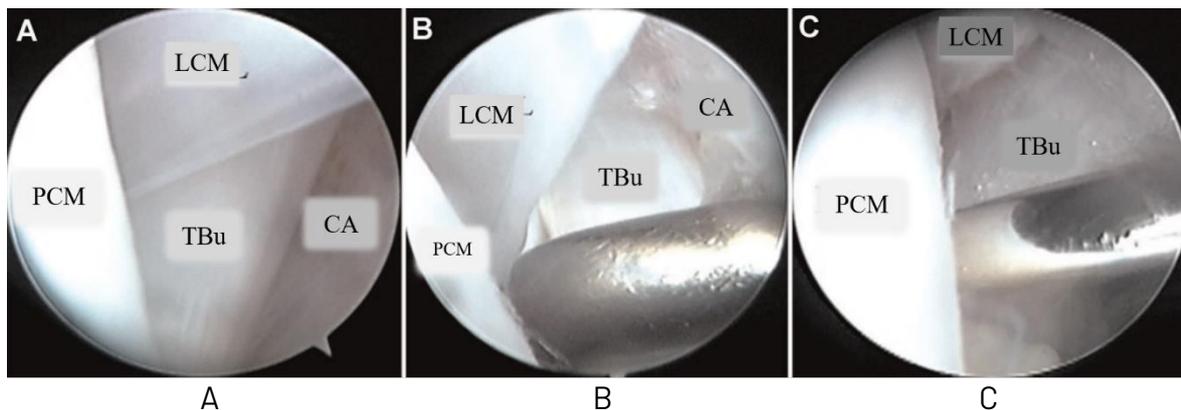


Figura N°3. Procedimiento de tenotomía por vía artroscópica del tendón del m. biceps brachii; (A) vista artroscópica del compartimiento medial del codo observado distalmente hacia la bolsa articular distal. (B) El posicionamiento de la cámara proporciona una vista del horizonte del borde abaxial del proceso coronoides medial (PCM) y el margen libre de la porción ulnar del tendón del m. biceps brachii (uTB) y la cápsula articular (CA). Una sonda roma eleva al ligamento colateral medial (LCM). (C) Colocación de un escalpelo de empuje meniscal colocado sobre el margen libre del uTB inmediatamente en caudal al LCM. Modificado de Wilson *et al.*, 2014.

CONCLUSIÓN

En el presente artículo se hizo revisión de los aspectos anatómicos y biomecánicos del complejo bíceps braquial-braquial como así también la forma que constituye una etiología musculotendinosa de la displasia del codo en el perro. Una etiología que la/el médica/o veterinaria/o debe considerar cuando receptionan casos sospechosos de

displasia de codo. La identificación de la etiología contribuirá a la toma de decisiones quirúrgicas oportunas.

BIBLIOGRAFÍA

- Burton, N., Owen, M. (2008). *Canine elbow dysplasia 1. Aetiopathogenesis and diagnosis*. In Practice; 30:508-512
- Burton, N.J., Perry, M.J., Fitzpatrick, N., Owen, M.R. (2010). *Comparison of bone mineral density in medial coronoid processes of dogs with and without medial coronoid process fragmentation*. American Journal of Veterinary Research, 71(1),41-46. doi: 10.2460/ajvr.71.1.41.
- Cook, C.R., Cook, J.L. (2009). *Diagnostic imaging of canine elbow dysplasia: a review*. Veterinary Surgery, 38(2),144-153. doi:10.1111/j.1532-950x.2008.00481.x
- Fitzpatrick, N. (2006). *Subtotal coronoid ostectomy (SCO) for the treatment of medial coronoid disease: A prospective study of 228 dogs (389 elbows) evaluating short and medium term outcome*. In: Proceedings British Veterinary Orthopaedic Association, Autumn Scientific Meeting—Enigmas of the Canine Elbow, Chester, UK, pp. 22-29.
- Fitzpatrick, N. (2009). *Biceps ulnar release procedure for treatment of medial coronoid disease in 49 elbows*. In: Proceedings of 36th Annual Conference, Veterinary Orthopaedic Society, Steamboat Springs, Colorado, USA, p. 44.
- Fitzpatrick, N., Yeadon, R. (2009). *Working algorithm for treatment decision making for developmental disease of the medial compartment of the elbow in dogs*. Veterinary Surgery 38(2), 285-300. doi: 10.1111/j.1532-950x.2008.00495.x.
- Fitzpatrick, N., Smith, T.J., Evans, R.B., Yeadon R. (2009). *Radiographic and arthroscopic findings in the elbow joints of 263 dogs with medial coronoid disease*. Veterinary Surgery, 38(2),213-223. doi:10.1111/j.1532-950x.2008.00489.x
- Fitzpatrick, N., Yeadon, R. (2009). *Working algorithm for treatment decision making for developmental disease of the medial compartment of the elbow in dogs*. Veterinary Surgery 38(2),285-300.
- Fitzpatrick, N., Danielski, A. (2010). *Biceps ulnar release procedure for the treatment of medial coronoid disease in 164 elbows*. British Veterinary Orthopaedic Association. 22-24 Nov. 2010, Dublin, Ireland. pag 72-73.
- Gemmill, T.J., Clements, D.N. (2007). *Fragmented coronoid process in the dog: is there a role for incongruency?*. The Journal of Small Animal Practice; 48(7),361-368. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2007.00320.x>
- Gemmill, T.J., Mellor, D.J., Clements, D.N., Clarke, S.P., Farrell, M., Bennett, D., Carmichael, S. (2005). *Evaluation of elbow incongruency using reconstructed CT in dogs suffering fragmented coronoid process*. Journal of Small Animal Practice, 46(7):327-333. doi:10.1111/j.1748-5827.2005.tb00328.x.
- Goldhammer, M.A., Smith, S.H., Fitzpatrick, N., Clements, D.N. (2010). *A comparison of radiographic, arthroscopic and histological measures of articular pathology in the canine elbow joint*. Veterinary Journal, 186(1),96-103. doi: 10.1016/j.tvjl.2009.07.025
- Goslow, G.E., Jr Seeherman, H.J., Taylor, C.R., McCutchin, M.N., Heglund, N.C. (1981). *Electrical activity and relative length changes of dog limb muscles as a function of speed and gait*. Journal Experimental Biology. 94:15-42.
- Hazewinkel H. (2002). *The clinical diagnosis of elbow dysplasia*. In: Proceedings 13th Annual Meeting International Elbow World Group. Granada, Spain.
- Hulse, D. (2008). *Co-contraction of the biceps/brachialis muscle complex produces a rotational moment which may induce fragmentation/microfracture of the medial coronoid*. In: Proceedings of the American College of Veterinary Surgeons Symposium, San Diego, USA, p. 466
- Hulse, D., Young, B., Beale, B., Kowaleski, M., Vannini, R. (2010). *Relationship of the biceps-brachialis complex to the medial coronoid process of the canine ulna*. Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology, 23(3),173-176 doi:10.3415/VCOT-09-06-0063
- Mason, D.R., Schulz, K.S., Fujita Y., Kass, P.H., Stover, S.M. (2008). *Measurement of humeroradial and humeroulnar transarticular joint forces in the canine elbow joint after humeral wedge and humeral slide osteotomies*. Veterinary Surgery, 37(1), 63-70. doi:10.1111/j.1532-950x.2007.00349.x

- Michelsen, J. (2013). *Canine elbow dysplasia. Aetiopathogenesis and current treatment recommendations*. Veterinary Journal. 196(1):12-19. doi: 10.1016/j.tvjl.2012.11.009
- Meyer-Lindenberg, A., Langhann, A., Fehr, M., Nolte, I. (2002). *Prevalence of fragmented medial coronoid process of the ulna in lame adult dogs*. Veterinary Record; 151:230-234
- Nyman, J.S., Leng, H., Neil Dong, X., Wang, X. (2009). *Differences in the mechanical behavior of cortical bone between compression and tension when subjected to progressive loading*. Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials, 2(6):613-619. doi:10.1016/j.jmbbm.2008.11.008
- Palmer, R.H. (2011). *BURP: Arthroscopy vs. mini-arthrotomy*. In: Proceedings of the American College of Veterinary Surgeons Symposium, Chicago, USA, pp. 120-122.
- Samoy, Y., Gielen, I., van Bree, H., Van Ryssen, B. (2011). *Dysplastic elbow diseases in dogs*. Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift. 80(5):327-338.
- Sun, L., Zhou, X., Wu, B., Tian, M. (2012). *Inhibitory effect of synovial fluid on tendon-to-bone healing: an experimental study in rabbits*. The Journal of Arthroscopic & Related Surgery; 28(9):1297-1305. doi: 10.1016/j.arthro.2012.02.017
- Tromblee, T.C., Jones, J.C., Bahr, A.M., Shires, P.K., Aref, S. (2007). *Effect of computed tomography display window and image plane on diagnostic certainty for characteristics of dysplastic elbow joints in dogs*. American Journal of Veterinary Research; 68: 858-871.
- van Bruggen, L.W.L, Hazewinkel, H.A.W, Wolschrijn, C.F., Voorhout, G., Pollak, Y.W.E.A., Barthez, P.Y. (2010). *Bone scintigraphy for the diagnosis of an abnormal medial coronoid process in dogs*. Veterinary Radiology & Ultrasound; 51:344-348
- Vekšins, A., Kozinda, O. (2018). *Assessment of maximum cross-sectional area and volume of the canine biceps brachii - brachialis muscles*. Rural Sustainability Research, 40(335) 28-31. <https://doi.org/10.2478/plua-2018-0008>
- Vekšins, A., Kozinda, O., Sandersen, C. (2019). *Computed tomographic morphometry of the biceps brachii muscle tendon of dogs affected by the medial coronoid disease*. Anatomy, Histology, Embryology, 49(2):196-202. doi: 10.1111/ahe.12513.
- Vermote, K.A.G., Bergenhuyzen, A.L.R, Gielen, I., van Bree, H., Duchateau, L., van Ryssen, B. (2010). *Elbow lameness in dogs of six years and older: arthroscopic and imaging findings of medial coronoid disease in 51 dogs*. Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology; 23:43-50
- Villamonte-Chevalier, A., Soler, M., Sarria, R., Agut, A., Latorre, R. (2012). *Anatomical study of fibrous structures of the medial aspect of the canine elbow joint*. Veterinary Record, 171(23), 596-596. doi:10.1136/vr.100981
- Villamonte-Chevalier, A.A., Soler, M., Sarria, R., Agut, A., Gielen, I., Latorre, R. (2014). *Ultrasonographic and anatomic study of the canine elbow joint*. Veterinary Surgery, 44(4):485-493. doi:10.1111/j.1532-950x.2014.12249.x
- Williams, S.B., Wilson, A.M., Daynes, J., Peckham, K., Payne, R.C. (2008). *Functional anatomy and muscle moment arms of the thoracic limb of an elite sprinting athlete: the racing greyhound (Canis familiaris)*. Journal Anatomy 213:373-382. doi: 10.1111/j.1469-7580.2008.00962.x
- Wilson, D.M., Goh, C.S.S., Palmer, R.H. (2014). *Arthroscopic biceps ulnar release procedure (BURP): technique description and in vitro assessment of the association of visual control and surgeon experience to regional damage and tenotomy completeness*. Veterinary Surgery. 43:734-740. doi:10.1111/j.1532-950X.2014.12127.x