

**Displasia de codo y signos radiográficos asociados, en caninos de Medellín y su  
área metropolitana: Estudio retrospectivo**

**Estudiante:**

Andrés Camilo Forero Parra. MV.

**Director:**

Carlos Humberto Riaño Benavides. MVZ, Esp, MSc.

**Comité tutorial:**

Diego Fernando Echeverry Bonilla MVZ. Esp. MsC. PhD.

Darío Antonio Vallejo Timaran – MV. Esp. MSc. PhD.

**Programa de Maestría en Ciencias Veterinarias  
Línea de Profundización Imagenología veterinaria  
Universidad de Antioquia, Medellín (Colombia)**

**2021**

## 2. Agradecimientos

Mis agradecimientos eternos a todas esas personas que directa o indirectamente me apoyaron para llevar a cabo este trabajo a pesar de las dificultades del camino, principalmente a Diego Echeverry por su dedicación y disposición a participar activamente en este proceso y por la paciencia.

A Marcela mi amor por la paciencia y por el apoyo incondicional siempre, por la comprensión y el amor de acompañarme en este camino que estuvo lleno de altibajos, a mis padres también que desde la distancia siempre apoyaron esta causa.

A Invet pequeñas especies animales y al Dr. Mauricio Ramírez por permitirme usar esta base de datos para realizar el presente trabajo.

A la vida que siempre me ha llevado por caminos que me permiten ser mejor y me enseña que a pesar de las dificultades no hay que darse por vencido.

### 3. Tabla de contenido

4. Lista de tablas.....	4
5. Lista de figuras.....	5
7. Resumen general.....	8
7. General Abstract.....	10
8. Introducción.....	12
9. Objetivos.....	14
10. Marco teórico.....	15
10.1 Anatomía de la articulación del codo.....	15
10.1.1 Desarrollo óseo de la articulación del codo.....	19
10.2 Displasia de codo.....	21
10.2.1 Etiopatogénesis.....	22
10.2.2 Diagnóstico de la DC.....	31
10.2.2 Tomografía computarizada.....	44
10.3 Epidemiología de la DC.....	46
11. Materiales y métodos.....	48
11.1 Población de estudio.....	48
11.1.1 Criterios de inclusión.....	49
11.1.2 Criterios de exclusión.....	49
11.2 Tamaño de la muestra.....	49
11.3 Análisis estadístico.....	49
11.4 Aspectos éticos.....	49
12. Resultados.....	51
13. Discusión.....	61
14. Conclusiones.....	65
15. Bibliografía.....	66

#### 4. Lista de tablas

<b>Tabla 1.</b> Edades aproximadas de aparición y cierre de centros de osificación en la articulación del codo (Hecht, 2020; Thrall & Robertson, 2015).	19
<b>Tabla 2.</b> Sistema de clasificación de incongruencia articular (IA) utilizado para puntuar la incongruencia del codo (Lappalainen et al., 2016).	36
<b>Tabla 3.</b> Clasificación de la DC según la IEWG (International Elbow Working Group).	42
<b>Tabla 4.</b> Distribución del grado displasia de codo según raza en un estudio que la displasia de codo y signos radiográficos asociados en caninos de Medellín y su área metropolitana.	54
<b>Tabla 5.</b> Frecuencia de presentación de lesiones primarias por raza ( <b>IA:</b> Incongruencia Articular, <b>EPCM:</b> Enfermedad del <i>proceso coronoideas</i> medial, <b>PANU:</b> Proceso Ancóneo No Unido, <b>OCD:</b> Osteocondritis disecante).	57
<b>Tabla 6.</b> Frecuencia de presentación de lesiones secundarias por raza ( <b>OA:</b> Osteoartrosis, <b>ESCA:</b> Escalonamiento radio-ulnar, <b>ESCL:</b> Esclerosis subcondral).	58
<b>Tabla 7.</b> Asociación entre ocurrencia de DC y raza.	59
<b>Tabla 8.</b> Asociación entre ocurrencia de escalonamiento y raza.	59
<b>Tabla 9.</b> Asociación entre el rango etario y la presencia de osteoartritis.	60
<b>Tabla 10.</b> Asociación entre el raza y la presencia de osteoartritis.	60

## 5. Lista de figuras

- Figura 1.** **A.** Diagrama de la vista lateral húmero distal y radio y ulna proximales. **B.** Vista craneal del húmero distal y radio y ulna proximales (Trostel et al., 2005)----- 15
- Figura 2.** **A.** Diagrama de la vista craneal de la articulación del codo. **B.** vista sagital radio y ulna proximales (Trostel et al., 2005).----- 16
- Figura 3.** Diagrama de los músculos del brazo y antebrazo. **A:** aspecto lateral. **B:** cara lateral sin la cabeza lateral del tríceps **C:** cara medial sin el músculo bíceps braquial. **D:** aspecto caudolateral. **E:** músculos antebraquiales, cara craneolateral (Evans & de Lahunta, 2016).----- 17
- Figura 4.** Diagramas e imágenes radiológicas del desarrollo del codo vista en proyecciones craneocaudal y mediolateral. **A.** 4 semanas. **B.** 8 semanas. **C.** 13 semanas. **D.** 17 semanas. **E.** 25 semanas. **F.** 34 semanas. Adaptado y tomado de: (Coulson & Lewis, 2008).----- 21
- Figura 5.** Representación de la IA con el daño subcondral asociado tomado de:(Peris, 2014). ----- 23
- Figura 6.** Representación de lesiones cartilaginosa en la Osteocondritis disecante. tomado de: (Peris, 2014). ----- 26
- Figura 7.** Representación de la fragmentación del proceso coronoides medial y el daño subcondral asociado. tomado de:(Peris, 2014). ----- 28
- Figura 8.** Representación de la no unión en el proceso ancóneo y zonas de subcondrales afectadas. tomado de:(Peris, 2014). ----- 30
- Figura 9.** Imagen radiológica con incongruencia articular radio-ulnar leve (IA1) y escalonamiento radio-ulna < 2 mm con evidente alteración del espacio articular. -- 36

<b>Figura 10.</b> Imagen radiológica de codo con signos radiográficos de OCD con enfermedad degenerativa articular y lesión tipo “beso”. -----	38
<b>Figura 11.</b> Imagen radiológica de codo con enfermedad del proceso coronoides medial y lesiones secundarias asociadas; esclerosis subcondral, osteoartrosis y lesión tipo “beso” en aspecto medial del cóndilo humeral. -----	40
<b>Figura 12.</b> Imagen radiológica de articulación del codo con PANU y esclerosis subcondral asociada. -----	41
<b>Figura 13.</b> Localización de lesiones de OA de codo. Tomado de(Peris, 2014) -----	43
<b>Figura 14.</b> Distribución de los estudios radiográficos realizados por rango etario en un estudio que evaluó la displasia de codo y signos radiográficos asociados en caninos de Medellín y su área metropolitana -----	51
<b>Figura 15.</b> Distribución de los estudios radiográficos realizados por raza en un estudio que evaluó la displasia de codo y signos radiográficos asociados en caninos de Medellín y su área metropolitana. -----	53
<b>Figura 16.</b> Distribución del grado de displasia por sexo en un estudio que evaluó la displasia de codo y signos radiográficos asociados en caninos de Medellín y su área metropolitana. -----	55
<b>Figura 17.</b> Distribución del grado de displasia por rango etario en un estudio que evaluó la displasia de codo y signos radiográficos asociados en caninos de Medellín y su área metropolitana. -----	55

## **6. Lista de abreviaturas**

### **D**

**DC.** Displasia de codo

### **E**

**EPCM.** Enfermedad del proceso coronoides medial

**ESCA.** Escalonamiento radio-ulnar

**ESCL.** Esclerosis subcondral

### **I**

**IEWG.** International Elbow Working Group

### **O**

**OA.** Osteoartrosis

**OCD.** Osteocondrosis disecante

### **P**

**PANU.** Proceso ancóneo no unido

### **T**

**TC.** Tomografía computarizada

## 7. Resumen general

La displasia de codo (DC) se refiere a una enfermedad del desarrollo que afecta particularmente a perros jóvenes de razas grandes y gigantes, y que está asociada al desarrollo de osteoartritis. Las lesiones primarias asociadas con la DC incluyen la enfermedad del proceso conoide medial (EPCM), proceso uncóneo no unido (PANU), osteocondrosis disecante (OCD) e incongruencia articular (IA). La patogénesis de estas lesiones no ha sido esclarecida en su totalidad y se han propuesto diferentes hipótesis al respecto. En general es una enfermedad multifactorial con un componente genético que responde a varios factores medio ambientales implicados (traumáticos, metabólicos y nutricionales). El grado de displasia de codo fue determinado radiográficamente de acuerdo con los lineamientos establecidos por el International Elbow Working Group (IEWG), el puntaje va del 0 – 3 y se basa en el grado de incongruencia articular, la presencia de lesiones primarias, el tamaño de los osteofitos y la presencia o ausencia de osteoesclerosis.

El objetivo del presente estudio fue establecer la frecuencia de displasia de codo en caninos a partir de estudios radiológicos realizados en diferentes clínicas veterinarias de la ciudad de Medellín y su área metropolitana entre 18 de agosto de 2018 y el 31 de agosto de 2020, para esto se utilizaron tablas de frecuencia y se realizó una regresión logística simple con asociación entre variable con el cálculo de las proporciones de DC en la población estudiada según sexo, edad y raza.

En total se evaluaron 3419 estudios radiográficos de los cuales 325 (9,5 %) correspondieron a miembros anteriores, de estos últimos 292 (89,85% (8,54% del total)) cumplieron con los criterios de inclusión del estudio y tan solo 33 (10,15% (0,975 % del total)) fueron excluidos. Se tuvo una distribución de 173 machos (59%) y 119 hembras (41%), donde el 58.6% fueron mayores de 5 años. Con respecto a la variable de la raza en el presente estudio se presentó un número mayor de individuos Mestizos (59=20,2%), seguidos de individuos Beagle (16=5,5%), Bulldog Inglés (12=4,1%), Pastor Alemán (13=4,5%), Pitbull (17=5,8%), Samoyedo (12=4,1%), Schnauzer (13=4,1%), Golden (29=9,9%) y Labrador Retriever (23=7,9%).

Las razas Golden Retriever, Labrador Retriever, Bulldog Inglés, Pug, Pitbull, Rottweiler y Bernés de la montaña tienen la mayor presentación de DC en la población de estudio y además se evidenció asociación entre estas razas y el desarrollo de DC. Así mismo se evidencio una mayor proporción de machos afectados con respecto a las hembras. En conclusión el presente estudio muestra una frecuencia elevada de la DC en algunas razas, siendo la IA la lesión primaria predominante y la OA como la lesión secundaria asociada con mayor frecuencia. Es necesario realizar posteriores estudios para conocer la incidencia y prevalencia de la DC en Medellín y su área metropolitana, además en Colombia; teniendo como base el presente estudio y sus limitaciones.

## 7. General Abstract

Elbow dysplasia (ED) refers to a developmental disease that particularly affects young large and giant breed dogs and is associated with the development of osteoarthritis. Primary lesions associated with ED include medial coronoids process disease (MCPD), nonunion of anconeal process (NUAP), dissecans osteochondrosis (OCD), and articular incongruity (AI). The pathogenesis of these lesions has not been fully clarified and different hypotheses have been proposed in this regard. In general, it is a multifactorial disease with a genetic component that responds to various environmental factors involved (traumatic, metabolic, and nutritional). The degree of elbow dysplasia was determined radiographically according to the guidelines established by the International Elbow Working Group (IEWG), the score ranges from 0 - 3 and is based on the degree of joint incongruity, presence of primary lesion, the size of osteophytes and the presence or absence of osteosclerosis.

The objective of this study was to establish the frequency of elbow dysplasia in canines from radiological studies carried out in different veterinary clinics in the city of Medellín and its metropolitan area between August 18, 2018, and August 31, 2020, for this They used frequency tables and a simple logistic regression was carried out with an association between variables with the calculation of the proportions of ED in the population studied according to sex, age, and breed.

In total, 3419 radiographic studies were reviewed of which 325 (9.5%) radiographic studies were of anterior limbs of which 292 (89.85% (8.54% of the total)) met the inclusion criteria of the study and only 33 (10.15% (0.975% of the total)) were excluded. There was a distribution of 173 males (59%) and 119 females (41%), where 58.6% were older than 5 years. Regarding the breed variable, in the present study there was a greater number of Mestizo individuals (59 = 20.2%), followed by Beagle individuals (16 = 5.5%), English Bulldog (12 = 4.1 %), German Shepherd (13 = 4.5%), Pitbull (17 = 5.8%), Samoyed (12 = 4.1%), Schnauzer (13 = 4.1%), Golden (29 = 9, 9%) and Labrador Retriever (23 = 7.9%).

The Golden Retriever, Labrador Retriever, English Bulldog, Pug, Pitbull, Rottweiller and Bernese Mountain breeds have the highest presentation of ED in the study population and an association between these breeds and the development of ED was also evidenced. In conclusion, the present study shows a high frequency of CD in some breeds, with AI being the predominant primary lesion and OA as the secondary lesion associated with the highest frequency. Further studies are necessary to know the incidence and prevalence of ED in Medellín and its metropolitan area, also in Colombia; based on the present study and its limitations.

## 8. Introducción

La displasia de codo (DC) se refiere a una enfermedad del desarrollo que afecta particularmente a perros jóvenes de razas grandes y gigantes, y que está asociada al desarrollo de osteoartrosis (LaFond et al., 2022). La mayoría de los casos se presentan entre los 6-12 meses y cursa con claudicaciones permanentes o intermitentes en los miembros torácicos (Temwichitr et al., 2010).

Los machos se ven afectados aproximadamente el doble que las hembras (Meyer-Lindenberg et al., 2006), y se ha descrito una prevalencia del 17% en labradores del Reino Unido (Woolliams et al., 2011) y del 70% en Bernés de la Montaña en Países Bajos (Temwichitr et al., 2010). Adicionalmente se ha reportado en razas condrodistróficas más pequeñas como el Daschund y el Bulldog inglés y francés (Mölsä et al., 2020; Narojek et al., 2008).

Las lesiones primarias asociadas con la DC incluyen la enfermedad del proceso coronoides medial (EPCM), el proceso uncóneo no unido (PANU), la osteocondrosis disecante (OCD) y la incongruencia articular (IA), estas lesiones pueden presentarse de manera individual o múltiple. (Cook & Cook, 2009; Fitzpatrick, Smith, et al., 2009; Michelsen, 2013).

La patogénesis de estas lesiones no ha sido esclarecida en su totalidad y se han propuesto diferentes hipótesis al respecto. En general es una enfermedad multifactorial con un componente genético que responde a varios factores medio ambientales implicados (traumáticos, metabólicos y nutricionales) (Michelsen, 2013). Adicionalmente se ha propuesto también como etiología el crecimiento asincrónico del radio y ulna (Kunst et al., 2014).

El grado de displasia de codo fue determinado radiográficamente de acuerdo con los lineamientos establecidos por el International Elbow Working Group (IEWG), el puntaje va del 0 – 3 y se basa en el grado de incongruencia articular, presencia de lesiones primarias, el tamaño de los osteofitos y la presencia o ausencia de osteoesclerosis (Herman A.W. Hazewinkel, 2018; Woolliams et al., 2011).

**Grado 0: Articulación normal.** Se asigna este grado cuando en la radiografías no hay evidencia de lesión primaria, osteoesclerosis, osteoartrosis, IA ni presencia de osteofitos.

**Grado 1: Osteoartrosis leve.** Se asigna este grado cuando en las radiografías se observan osteofitos pero estos son menores a 2 mm de diámetro o se presenta osteoesclerosis leve.

**Grado 2: Osteoartrosis moderada o sospecha de lesión primaria.** Se asigna este grado cuando en las radiografías se observan osteofitos entre 2 – 5 mm de diámetro, la osteoesclerosis es obvia, el escalonamiento entre el radio y la ulna es de 3 – 5 mm (sospechoso de IA o hay signos indirectos de no unión del proceso ancóneo, fragmentación del proceso coronoides y/o osteocondrosis disecante).

**Grado 3: Osteoartrosis severa o evidencia de lesión primaria.** Se asigna este grado cuando en las radiografías se observan osteofitos mayores a 5 mm de diámetro, el escalonamiento entre el radio y la ulna es mayor a 5 mm (IA obvia) o hay presencia obvia de no unión del proceso ancóneo, fragmentación del proceso coronoides y/o osteocondrosis disecante.

Con el ánimo de desarrollar posibles estrategias de prevención o control de esta patología es importante conocer su presencia en los caninos de la región, sin embargo, hasta la fecha, no existen estudios que presenten el estado de esta patología en esta región de Colombia. El objetivo del presente estudio es establecer la frecuencia de displasia codo en caninos a partir de estudios radiológicos realizados en diferentes clínicas veterinarias de la ciudad de Medellín y su área metropolitana entre 18 de agosto de 2018 y el 31 de agosto de 2020.

## 9. Objetivos

### *Objetivo general*

Establecer la frecuencia de displasia codo en caninos a partir de estudios radiológicos realizados en diferentes clínicas veterinarias de la ciudad de Medellín y su área metropolitana entre 18 de agosto de 2018 y el 31 de agosto de 2020.

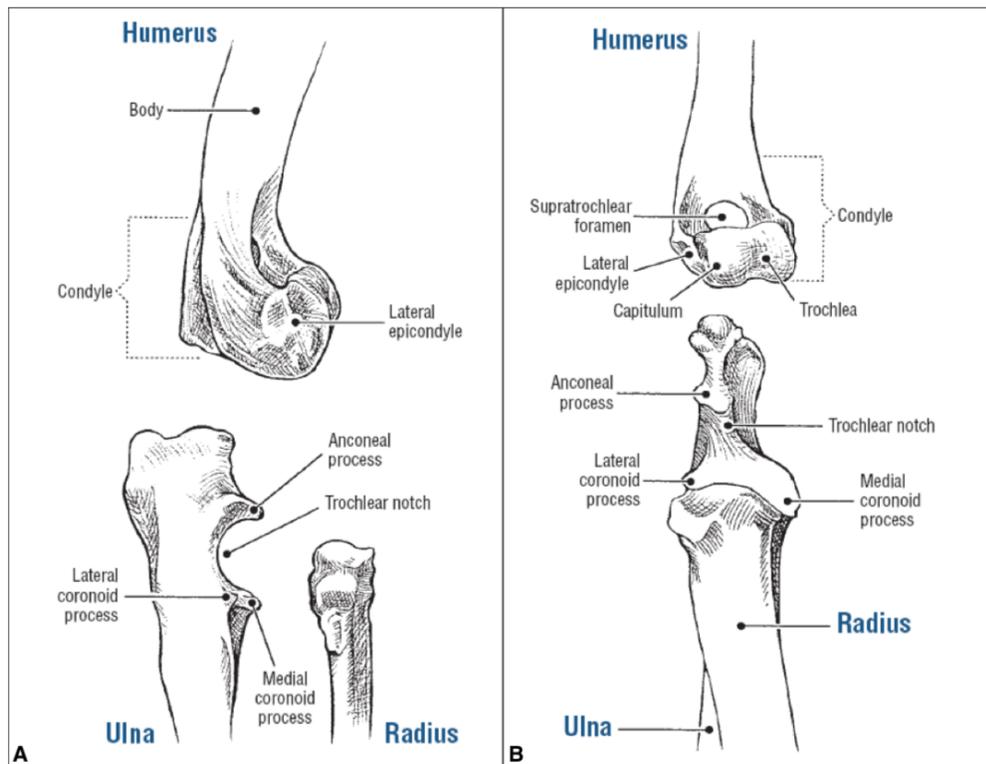
### *Objetivos específicos*

- Determinar la frecuencia de displasia de codo
- Determinar el grado de displasia de codo según IEWG a partir signos radiográficos primarios y secundarios
- Calcular proporción de rango etario, raza y sexos en las que se presente displasia de codo y signos radiográficos asociados.
- Estimar la frecuencia de presentación de lesiones primarias y secundarias según la raza.

## 10. Marco teórico

### 10.1 Anatomía de la articulación del codo

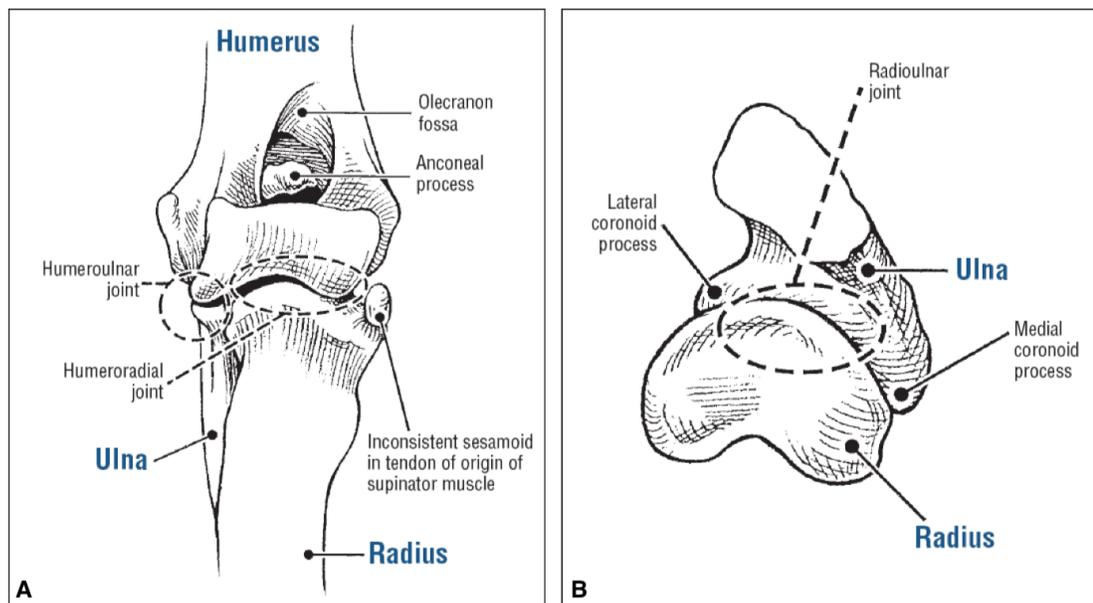
El codo canino es una articulación en bisagra sinovial compleja que permite la supinación y pronación del antebrazo en todos los niveles de flexión y extensión. La carga se realiza a través del cóndilo humeral, que se coloca craneal al eje largo de la diáfisis y se articula lateralmente a través del capitulum con la cabeza radial y medialmente a través de la tróclea humeral con la escotadura troclear de la ulna (N. Burton & Owen, 2008). Estudios *in vitro* han demostrado que aproximadamente el 50% de la carga de soporte del cóndilo humeral se transfiere al antebrazo a través de la cabeza radial y el 50% restante a través de la escotadura troclear de la ulna (Mason et al., 2002). Esta articulación que consta de 3 huesos, el húmero, el radio y la ulna (**Figura 1**):



**Figura 1.** A. Diagrama de la vista lateral húmero distal y radio y ulna proximales. B. Vista craneal del húmero distal y radio y ulna proximales (Trostel et al., 2005)

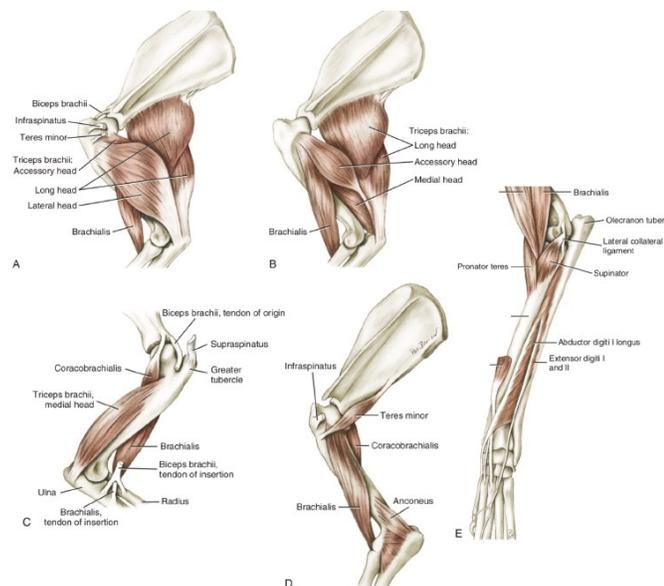
El húmero es un hueso largo que termina distalmente en el cóndilo humeral el cual consta de dos partes, la tróclea humeral medial y el capítulo humeral lateral. El capítulo humeral se articula con la cabeza del radio. La tróclea humeral se articula con la escotadura troclear de la ulna y una porción de la fóvea del radio. Caudalmente en el cóndilo humeral se localiza la fosa del olécranon la cual está adaptada para el olécranon del cúbito cuando el codo está en extensión. En el lado craneal del cóndilo humeral se encuentra la fosa radial, lugar donde encaja el radio cuando el codo está en flexión. Ambas fosas se comunican entre sí a través del foramen supratroclear. En el lado medial y lateral de los cóndilos humerales se encuentran los epicóndilos. Estas estructuras son principalmente puntos de inserción para diferentes músculos y ligamentos (Evans & de Lahunta, 2016; Singh, 2017).

El radio también es un hueso largo que se encuentra paralelo a la ulna el cual se articula proximalmente con el húmero, pero también con la ulna, formando la articulación humerorradial y radioulnar proximal (**Figura 2**) (Evans & de Lahunta, 2016; Trostel et al., 2005).



**Figura 2.** A. Diagrama de la vista craneal de la articulación del codo. B. vista sagital radio y ulna proximales (Trostel et al., 2005).

Como toda articulación, el codo tiene músculos extensores y flexores (Figura 3). Los músculos extensores son el músculo tríceps braquial, el músculo ancóneo y el músculo tensor de la fascia antebraquial. El músculo tríceps braquial es el músculo más grande que consta de cuatro cabezas; cabeza larga, cabeza lateral, cabeza medial y cabeza accesoria. Las cuatro cabezas se insertan todas en el olécranon. La cabeza larga se origina al borde distolateral de la escápula. El origen de la cabeza lateral está en la línea tricpital entre la tuberosidad deltoidea y la tuberosidad del teres menor del húmero. La cabeza medial se origina en la cresta del tubérculo menor cerca de la tuberosidad del teres mayor del húmero y la cabeza accesoria tiene su origen en el cuello humeral. El músculo ancóneo es un músculo pequeño que tiene 3 puntos de origen; la cresta del epicóndilo lateral, el epicóndilo lateral y parte del epicóndilo medial, su inserción se encuentra en la superficie lateral del extremo proximal de la ulna. El musculo tensor fascia antebraquial también se inserta en el olécranon y se en la fascia antebraquial y del borde caudal de la escápula (Evans & de Lahunta, 2016; Singh, 2017).



**Figura 3.** Diagrama de los músculos del brazo y antebrazo. **A:** aspecto lateral. **B:** cara lateral sin la cabeza lateral del tríceps **C:** cara medial sin el músculo bíceps braquial. **D:** aspecto caudolateral. **E:** músculos antebraquiales, cara craneolateral (Evans & de Lahunta, 2016).

Los músculos flexores son el músculo braquial, el músculo extensor carporadial y el músculo bíceps braquial. El músculo bíceps braquial se origina en el tubérculo supraglenoideo. Cuando este músculo cruza la articulación del codo, el músculo se divide en dos tendones. Estos tendones se insertan en la tuberosidad de la ulna y el otro en la tuberosidad radial. El músculo braquial se origina en la porción proximal de la superficie lateral del humero o surco del músculo braquial y se inserta en la tuberosidad radial y de la ulna. El músculo extensor carporadial se origina en la cresta epicóndilea lateral del húmero. En el tercio distal del radio se divide en dos tendones, estos tendones se insertan en pequeñas tuberosidades del metacarpiano II el metacarpiano III (Evans & de Lahunta, 2016; Singh, 2017).

Además de la extensión y flexión del codo, también es posible supinar y pronar el codo. Los músculos más importantes para estas funciones son el músculo supinador y el músculo braquiorradial para la supinación y el músculo teres pronador para la pronación (Figura 3). El músculo supinador se origina en el ligamento colateral lateral del codo y la base del epicóndilo lateral del húmero. Se inserta en la superficie del cuarto proximal de la parte craneomedial del radio. El músculo braquiorradial también se denomina músculo supinador largo que se origina en el extremo proximal de la cresta epicóndilea lateral del húmero y se inserta en el radio entre el tercio y cuarto distal del radio. El músculo teres pronador se origina en el epicóndilo medial del húmero y termina en la superficie del borde medial del radio (Evans & de Lahunta, 2016; Singh, 2017; Todd Trostel et al., 2003).

En los perros jóvenes, el radio y la ulna tienen epífisis proximales y distales mediante las cuales se logra el crecimiento longitudinal a través de la osificación endocondral. Tanto las placas de crecimiento del radio como la placa de crecimiento distal de la ulna contribuyen al crecimiento longitudinal distal al codo. En el antebrazo la asincronía del crecimiento de los huesos largos puede alterar las fuerzas y los patrones de contacto dentro de las articulaciones del carpo y el codo, así como la estabilidad del miembro. Tales anomalías del desarrollo pueden predisponer a patologías articulares y deformidad angular del miembro (N. Burton & Owen, 2008).

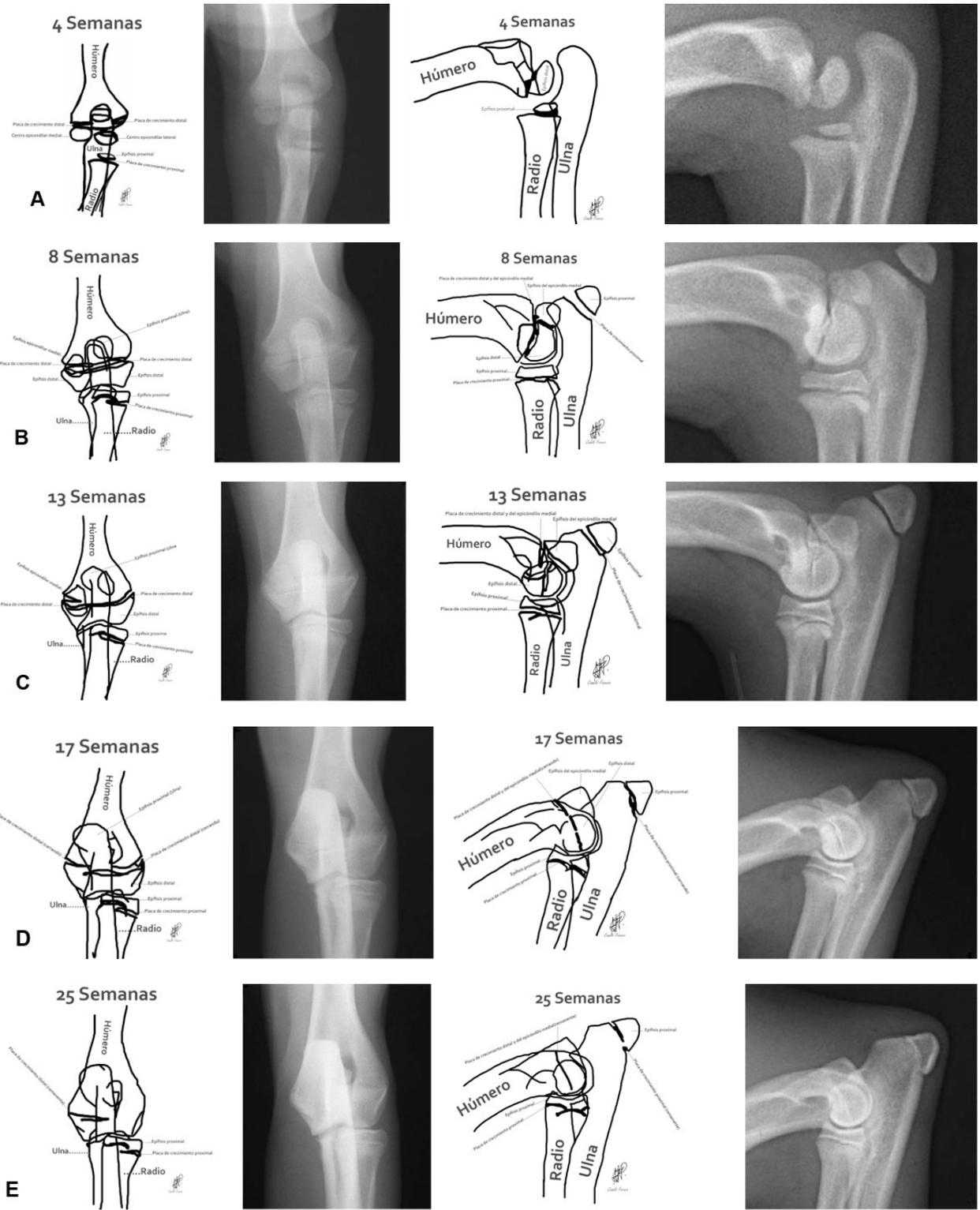
El codo de los caninos presenta una cápsula que rodea las tres articulaciones. Los ligamentos colaterales y el proceso ancóneo restringen el movimiento de la articulación del codo. El ligamento colateral lateral se inserta en el epicóndilo lateral del húmero y se divide en dos ligamentos que terminan en el cuello del radio y el ligamento anular. El ligamento colateral medial se une al epicóndilo medial del húmero, se divide en dos ligamentos y termina en el radio proximal y la ulna. El ligamento anular del radio rodea el radio y se inserta en el proceso coronoides medial y lateral de la ulna. Este ligamento mantiene el radio cerca del cúbito (Evans & de Lahunta, 2016; Trostel et al., 2005).

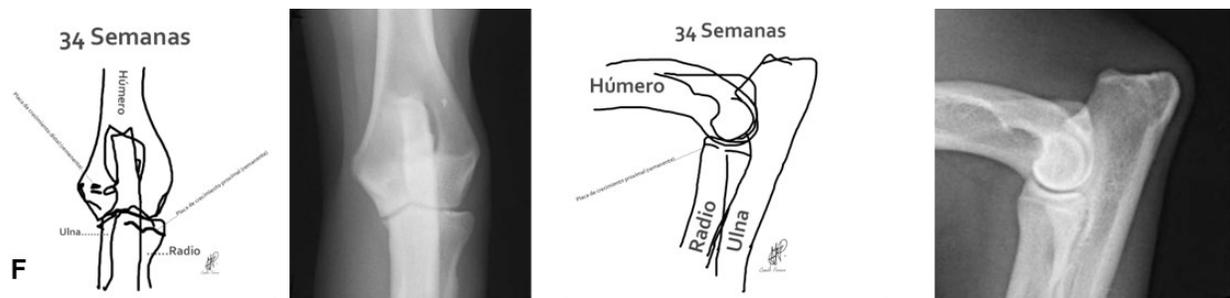
### 10.1.1 Desarrollo óseo de la articulación del codo

El cierre de las fisis depende de muchos factores, incluidas la raza, sitio anatómico, influencia hormonal y dieta. El húmero desde el punto de vista del desarrollo se divide en un eje y dos extremidades; al final del crecimiento se divide en cabeza, cuello, cuerpo y cóndilo al igual que el radio que en lugar de cóndilo tiene tróclea, mientras la ulna en su extremidad proximal presenta dos centros de osificación independientes para el olecranon y para el proceso ancóneo (Singh, 2017). En la **tabla 1** y **Figura 4** se presentan las edades aproximadas en las que aparecen y se cierran los centros de osificación para la articulación del codo.

**Tabla 1.** Edades aproximadas de aparición y cierre de centros de osificación en la articulación del codo (Hecht, 2020; Thrall & Robertson, 2015).

Húmero		
<b>Aspectos lateral y medial del cóndilo</b>	2-3 semanas	5 meses
<b>Epicóndilo medial</b>	6-8 semanas	5-6 meses
<b>Epífisis distal</b>	6-8 semanas	5-8 meses
Radio		
<b>Epífisis Proximal</b>	3-5 semanas	5-11 meses
<b>Epífisis Distal</b>	2-4 semanas	6-12 meses
Ulna		
<b>Tubérculo de Olecranon</b>	6-8 semanas	5-10 meses
<b>Proceso Ancóneo</b>	6-8 semanas	3-5 meses
<b>Epífisis distal</b>	5-6 semanas	6-12 meses





**Figura 4.** Diagramas e imágenes radiológicas del desarrollo del codo vista en proyecciones craneocaudal y mediolateral. **A.** 4 semanas. **B.** 8 semanas. **C.** 13 semanas. **D.** 17 semanas. **E.** 25 semanas. **F.** 34 semanas. Adaptado y tomado de: (Coulson & Lewis, 2008).

## 10.2 Displasia de codo

La displasia de codo (DC) en caninos es un término que enmarca múltiples anomalías del desarrollo de la articulación e incluye la incongruencia articular (IA), enfermedad del proceso coronoides medial (EPCM), osteocondritis discante (OCD) y proceso uncóneo no unido (PANU). Estas lesiones son una causa común de claudicación en perros jóvenes de razas medianas y grandes. Sin embargo, aún se desconocen los mecanismos precisos por los cuales surgen estas anomalías. En algunos casos, el diagnóstico puede ser desafiante, al igual que determinar el curso de tratamiento más apropiado (N. Burton & Owen, 2008; Michelsen, 2013).

Se ha descrito recientemente gracias a hallazgos por artroscopia en el compartimento medial del codo (Articulación humero-ulnar, erosión del cartílago articular secundaria a la IA asociada a EPCM y OCD, también observándose secundaria a traumas; dicha lesión cartilaginosa se ha denominado enfermedad del compartimento medial (ECM), el resultado de esta lesión es la OA y enfermedad degenerativa articular principalmente la articulación humero-ulnar, mientras la articulación humero-radial permanece sin lesiones articulares aparentes (Bruecker et al., 2021).

### 10.2.1 Etiopatogénesis

Varios estudios epidemiológicos han examinado la base genética de la DC, que parece heredarse de manera diferente en varias razas. Además, existe evidencia que las diferentes manifestaciones de la DC podrían heredarse de forma independiente (Herman A.W. Hazewinkel, 2018; Mäki et al., 2004; Temwichitr et al., 2010; Woolliams et al., 2011). Las diferencias genéticas sugieren que el síndrome que actualmente se denomina DC es un punto final común para una variedad de trastornos genéticos que perturban el desarrollo del codo a través de varios mecanismos (James et al., 2020; Michelsen, 2013). Se ha reportado que la predisposición genética de la DC en ciertas razas, en particular rottweilers, pastores alemanes, bernés de la montaña, golden y labrador retrievers, con estimaciones de heredabilidad que oscilan entre 0,10 y 0,38 (Beuing et al., 2000; Janutta et al., 2006; Malm et al., 2008; O'Neill et al., 2020; Soo et al., 2018; Woolliams et al., 2011). Cuando se consideran enfermedades específicas como la ECM, existe una mayor heredabilidad los pastores alemanes de 0,57 (Soo et al., 2018), lo que indica una importante contribución genética al desarrollo de la DC. Se ha planteado la hipótesis de que todas las lesiones primarias de la DC ocurren como resultado de una predisposición genética con factores secundarios medioambientales, como dietas altas en energía, que conducen a tasas de crecimiento rápido, o el ejercicio excesivo (James et al., 2020; Michelsen, 2013).

#### ***Incongruencia articular (IA)***

La IA es un término que describe la mala alineación anatómica de las superficies de una articulación (**Figura 5**). Se ha sugerido que la IA es un mecanismo que puede conducir a la DC. Además, el acortamiento o alargamiento transitorio del radio en relación a la ulna y el subdesarrollo de la escotadura troclear durante el crecimiento pueden alterar la carga humero-radio-ulnar lo que puede predisponer a la presentación de otras patologías primarias de la DC como son la EPCM y el PANU (Alves-Pimenta et al., 2019; N. Burton & Owen, 2008; Michelsen, 2013).

### *Incongruencia en la longitud radio-ulnar*

La etiología propuesta por varios estudios para esta alteración incluye un crecimiento desigual entre el radio y la ulna (Böttcher et al., 2009; Eljack & Böttcher, 2015; Gemmill et al., 2005; Temwichitr et al., 2010), que conduce a una formación escalonada en la transición de las superficies articulares proximales ulnar a radial (Böttcher et al., 2013; Nemanic et al., 2016; Samoy, Gielen, Van Caelenberg, et al., 2012). La incongruencia radio-ulnar positiva (radio corto) se reconoce ampliamente como una de las principales causas del desarrollo de la EPCM, por la carga excesiva crónica en el compartimento medial articular (Alves-Pimenta et al., 2013; Böttcher et al., 2013; Meyer-Lindenberg et al., 2006). Además, se ha planteado la formación dinámica del escalonamiento entre el radio y la ulna, debido a una mayor traslación axial radioulnar durante la carga de peso, lo que conduce a que la articulación sufra cargas excesivas en posiciones específicas (House et al., 2009; Kramer et al., 2006).



**Figura 5.** Representación de la IA con el daño subcondral asociado tomado de:(Peris, 2014).

La presencia de EPCM sin incongruencias significativas se ha explicado por que la incongruencia no es estática, sino que se modifica en las diferentes etapas del crecimiento esquelético, lo que a menudo conduce a una articulación congruente en perros adultos (Todd Trostel et al., 2003; Trostel et al., 2005), estudios fluoroscópicos del movimiento radioulnar mostraron que la incongruencia radioulnar dinámica estaba igualmente presente en las articulaciones del codo normales y displásicas (Rohwedder et al., 2018). En contraste con un radio corto, una ulna corta desplaza la cabeza humeral en sentido proximal y coloca cargas excesivas sobre el proceso acróneo. Esto interfiere con la unión ósea del proceso acróneo a las 20-22 semanas de edad en perros grandes donde hay un centro de osificación independiente, lo que lleva a un PANU (Meyer-Lindenberg et al., 2006; Michelsen, 2013; Trostel et al., 2005).

### *Incongruencia humeroulnar*

La incongruencia humeroulnar se describe cuando hay una diferencia de congruencia bicéntrica entre la escotadura troclear de la ulna y el epicóndilo humeral o cuando la escotadura troclear tiene alteración en la forma, esto provoca una carga excesiva sobre la ulna generando erosión del cartílago articular (Alves-Pimenta et al., 2019; Mason et al., 2002; Proks et al., 2011; Samoy, Gielen, Van Caelenberg, et al., 2012). La causa más frecuente de incongruencia humeroulnar es el desplazamiento radial del húmero, ya que varios estudios han encontrado una relación entre la IA y la DC clínica, pero no se ha informado ninguna relación con la forma de la escotadura troclear de la ulna, a pesar de las diferencias entre razas (Collins et al., 2001; Proks et al., 2011).

El acoplamiento de la escotadura troclear y el epicóndilo humeral se han investigado recientemente (Alves-Pimenta et al., 2015, 2016; Bötcher et al., 2009). Al igual que en los humanos, el concepto actual de la conformación del codo en caninos no significa un acople perfecto (Alves-Pimenta et al., 2019). Los investigadores aceptan hoy en día una pequeña incongruencia fisiológica más cóncava como normal, lo que mejora

la distribución del estrés dentro de la articulación durante la marcha, con efectos beneficiosos sobre el metabolismo y la lubricación del cartílago durante la fase de carga en la marcha (Cuddy et al., 2012; Dickomeit et al., 2011; Preston et al., 2000).

#### *Alteraciones del espacio radioulnar y entre músculos bíceps braquial y braquial*

Se ha sugerido que la irregularidad de los tejidos blandos, similar a la displasia de cadera, se ha propuesto como base para el desarrollo de la EPCM, en lugar de un problema primario de formación del hueso (Hulse et al., 2010). Se ha propuesto dos posibles mecanismos: la incongruencia en el espacio radioulnar que conduce al aplastamiento del proceso coronoides contra el radio, y/o que las fuerzas de rotación y compresión ejercidas por los músculos bíceps braquial y braquial en sus tendones de inserción en la ulna podrían conducir a una fragmentación del proceso coronoides medial por una transmisión inadecuada de la carga articular, particularmente en flexión (Fitzpatrick, Smith, et al., 2009; Fitzpatrick, Yeadon, et al., 2009; Fitzpatrick & Yeadon, 2009; Hulse et al., 2010). Las fuerzas que surgen del ligamento anular podrían causar una fractura por avulsión del proceso coronoides medial, ya que las trabéculas a lo largo del eje craneocaudal del proceso coronoides tienen la misma orientación que el ligamento anular (Temwichitr et al., 2010; Wolschrijn & Weijs, 2004).

#### ***Osteocondrosis disecante (OCD)***

La osteocondrosis es el resultado de una falla en la osificación endocondral siendo una patología del desarrollo (**Figura 6**) (Demko & McLaughlin, 2005; Samoy, Gielen, Saunders, et al., 2012). Durante la osificación endocondral normal el cartílago es reemplazado gradualmente por hueso, no obstante a veces este proceso se interrumpe en un área focal del hueso. En la articulación del codo, esto suele ocurrir en el aspecto medial del cóndilo humeral dando como resultado un punto degenerativo en el cartílago haciéndolo más propenso a sufrir lesiones durante la carga del peso. Si el área cartilaginosa está dañada, se forma un colgajo y los productos de

degradación del cartílago entrarán en la articulación causando inflamación. La formación del colgajo se denomina osteocondritis disecante (OCD). El colgajo puede permanecer adherido al hueso o puede desprenderse y formando ratones articulares. Por lo general, este colgajo no se mineraliza y permanece cartilaginoso (Demko & McLaughlin, 2005).



**Figura 6.** Representación de lesiones cartilaginosa en la Osteocondritis disecante. tomado de: (Peris, 2014).

Las lesiones osteocondrales del epicóndilo medial del húmero representan aproximadamente el 25 % las claudicaciones de perros con DC (N. Burton & Owen, 2008). Se desconoce la etiología exacta de esta lesión, lo más probable es que se trate de un complejo multifactorial que incluye genética, crecimiento rápido, sobrenutrición, trauma, isquemia, influencias hormonales. Estas lesiones se observan con mayor frecuencia en labradores machos (Demko & McLaughlin, 2005; Samoy, Gielen, Van Caelenberg, et al., 2012). La OCD a menudo se presenta con EPCM, en al menos el 12% de los casos (N. Burton & Owen, 2008).

La pérdida de cartílago dentro de la articulación se debe a una desigualdad en la superficies de contacto articulares, generando lesiones localizadas, formando las llamadas lesiones tipo “beso” secundarias al desarrollo de la OCD (Michelsen, 2013; Trostel et al., 2005).

### ***Enfermedad del proceso medial (EPCM)***

La enfermedad del proceso coronoides medial es una designación más reciente, que abarca un grupo de problemas relacionados que afectan el compartimento medial del codo, incluida la esclerosis del proceso coronoides medial, microfractura coronoides, fragmentación o fisura coronoides y daño del cartílago troclear, con o sin IA (**Figura 7**) (Fitzpatrick & Yeadon, 2009; Válega et al., 2021). Se sugiere que la enfermedad tiene un origen multifactorial y poligénico. La alteración de uno o más genes del colágeno de manera indirecta (alteración en la expresión o alteración en la modificación postraduccional) puede causar EPCM (Guthrie & Pidduck, 1990; Lavrijsen et al., 2012). Los genes causantes aún no se han identificado y se postula un control genético específico de la raza (Oberbauer et al., 2017).

La EPCM es una enfermedad común en perros jóvenes de razas grandes (N. Burton & Owen, 2008; Villamonte-Chevalier et al., 2015). La lesión del cartílago varía desde condromalacia leve hasta pérdida completa, con desprendimiento del hueso subcondral, con o sin fragmentación (N. J. Burton et al., 2011; Coppieters et al., 2016). La aparición de lesiones osteocondróticas se han asociado a la condronecrosis, causada por una falla en el suministro de sangre al cartílago. En labradores muy probablemente es el resultado del retraso de la osificación endocondral. La persistencia del cartílago retenido proporciona un punto débil en la interfaz cartílago-hueso, donde las fuerzas biomecánicas pueden iniciar la formación de fisuras (Lau et al., 2013).



**Figura 7.** Representación de la fragmentación del proceso coronoides medial y el daño subcondral asociado. tomado de:(Peris, 2014).

#### *Anormalidades del hueso subcondral subyacente en la EPCM*

Algunos estudios histológicos respaldan que la EPCM es causada por anomalías del hueso subcondral subyacente. El tamaño de las microfracturas se elevó por un incremento de la gravedad de la enfermedad y el daño fue más severo en el sitio fragmentado que en el resto del hueso (Danielson et al., 2006; Michelsen, 2013). También se reportó la pérdida de osteocitos más severa en los procesos coronoides mediales fragmentados con absorciometría de rayos X de energía dual (DEXA) la densidad mineral ósea fue 50% menor en el borde axial del proceso coronoides medial que en el borde abaxial. Esto sugiere que el borde abaxial podría ser más resistente a la carga de compresión que el borde axial. También se sugirió un aumento en la densidad ósea en el proceso coronoides y la escotadura troclear ulnar para contribuir al desarrollo de la EPCM (Smith et al., 2009). Se ha sugerido como una causa de EPCM que una mayor rigidez del hueso subcondral haría que la capa de cartílago articular suprayacente se vuelva más vulnerable a las lesiones(Lau et al., 2013).

### *Carga mecánica anormal en la EPCM*

Otra causa importante de EPCM es la carga mecánica anormal, que podría deberse a cambios en la alineación articular y los espacios que resultan en incongruencia radioulnar, generando un subdesarrollo de la escotadura troclear, o incongruencia fisiológica durante la carga (Rohwedder et al., 2017, 2018). Otros posibles factores que contribuyen al desarrollo de EPCM incluyen cambios en la magnitud y distribución topográfica de la carga, la presión, las fuerzas dentro de la articulación o las fuerzas de tracción que se originan en el ligamento anular y el esfuerzo entre el área de contacto de la cabeza radial proximal y el borde axial del proceso coronoideas medial durante la pronación y supinación. Además se ha propuesto que el músculo bíceps braquial y braquial podría provocar inestabilidad rotacional y dar lugar a planos de corte entre la cabeza radial y la incisión radial del proceso coronoideas medial (Lau et al., 2013; Preston et al., 2000).

### ***Proceso uncóneo no unido (PANU)***

El proceso uncóneo tiene un centro de osificación independiente en la mayoría de los perros de razas grandes. Dependiendo de la raza, el centro de osificación del proceso uncóneo se mineraliza entre las 10 y las 16 semanas, con una fusión completa con la ulna entre las 16 y las 20 semanas de edad (**Figura 8**) (Frazho et al., 2010). El PANU se encuentra principalmente en perros de razas grandes, especialmente en el Pastor Alemán, Basset hound y San Bernardo. En algunas razas con San Bernardo y Basset Hound, la fusión del proceso uncóneo con la ulna puede llevar más tiempo. El proceso uncóneo no unido es una condición en la que no hay fusión radiográfica entre el proceso uncóneo y la ulna proximal después de las 20-24 semanas de edad (Samoy, Gielen, Van Caelenberg, et al., 2012).



**Figura 8.** Representación de la no unión en el proceso ancóneo y zonas de subcondrales afectadas. tomado de:(Peris, 2014).

Si la unión no es completa a esa edad, no ocurrirá espontáneamente. Esto no significa que el proceso ancóneo esté completamente suelto. Se puede unir a la ulna mediante un puente de fibrocartílago o tejido fibroso que no es visible en las radiografías (N. Burton & Owen, 2008). Los factores de riesgo para el desarrollo de PANU son sobrepeso del paciente, factores genéticos y hormonales, OCD y la alteración del crecimiento de la ulna proximal generando que la escotadura troclear tenga forma semilunar causando mala articulación con el humero, lo que transmite mayor presión sobre el proceso ancóneo, visto con mayor frecuencia en razas condrodistróficas (Pulkkinen et al., 2020; Todd Trostel et al., 2003).

### 10.2.2 Diagnóstico de la DC

Varios autores han propuesto protocolos para graduar las articulaciones del codo (Proks et al., 2011; Samoy, Gielen, Saunders, et al., 2012; Stein et al., 2012). Las herramientas de diagnóstico por imagen que se utilizan actualmente en el diagnóstico de la DC son la radiografía y la tomografía computarizada (TC). La resonancia magnética y la ecografía también pueden ser útiles en algunas ocasiones, sin embargo, estas son herramientas secundarias que no brindan un diagnóstico claro de la DC (Cook & Cook, 2009). Hay dos aspectos importantes del diagnóstico por imágenes: 1) diagnosticar el trastorno identificando la causa y 2) examinar e identificar a los perros sanos y enfermos (Reagan, 2017).

#### *Radiografía*

La radiografía ha sido tradicionalmente la modalidad de diagnóstico, clasificación y registro de la DC. Como regla general, se necesitan un mínimo de 2 proyecciones ortogonales (mediolateral y craneocaudal). El IEWG (International Elbow Working Group) recomienda al menos una proyección lateral flexionada a 90° con foco en epicóndilo medial en perros con una edad mínima de un año. El objetivo de realizar una sola proyección mediolateral en flexión para evaluar la artrosis secundaria. (Heng, 2015). Sin embargo para una evaluación radiográfica precisa y completa de los trastornos del codo, se deben realizar 4 proyecciones así: mediolateral en ángulo de bipedestación (también denominado neutral o extendido con ángulo de 120°); mediolateral flexionada a <45°; craneocaudal; y craneolateral-caudomedial oblicuo a 15°, permitiendo evaluar cambios degenerativos articulares y/o lesiones primarias que podrían generar cambios sutiles en las imágenes (Herman A.W. Hazewinkel, 2018). En la proyección mediolateral es importante que el haz de rayos X quede centrado en el epicóndilo medial. Para la proyección craneocaudal, el haz de rayos X debe inclinarse entre 10 y 15 ° hacia el húmero para mostrar mejor las superficies articulares

(Cook & Cook, 2009). A continuación se presenta en detalle cada proyección y las estructuras evaluadas en estas (Herman A.W. Hazewinkel, 2018):

Se ha reportado que la radiografía para el diagnóstico de la IA una sensibilidad entre el 70% y 90% y especificidad entre el 80% y 100% (Blond et al., 2005; Samoy, Gielen, Saunders, et al., 2012). La evaluación radiográfica de la EPCM en comparación con los hallazgos de la TC tiene reportada una sensibilidad del 98% y una especificidad del 69% (Villamonte-Chevalier et al., 2015).

Clínicamente no se puede identificar la causa primaria de los signos clínicos en la DC, independiente a la causa eventualmente conducirá a una enfermedad degenerativa articular secundaria. La evaluación radiográfica de los codos es ideal como paso inicial para fines diagnósticos de la DC ya que es una técnica con alta disponibilidad, sencilla y relativamente económica (Hammond et al., 2008).

#### *Proyección mediolateral neutral o extendido con ángulo de 120°*

Para la proyección mediolateral extendida (ML con ángulo de 120°), el paciente se coloca en decúbito lateral sobre el miembro afectado. El miembro contralateral se retrae caudalmente y la cabeza y el cuello se extienden ligeramente. El ángulo entre el húmero y el radio y la ulna es de 120° centrada en el cóndilo humeral.

Esta proyección permite evaluar lo siguiente:

- IA.
- Osteofitos en la cara craneal de la articulación y la cresta epicondilea lateral.
- Proceso coronoides medial que se superpone a la cabeza radial.

#### *Proyección craneocaudal*

Para la proyección craneocaudal (CrCd), el paciente se posiciona en decúbito esternal, asegurándose de que el húmero, el radio y la ulna estén alineados, se debe evitar la rotación del miembro. La cabeza se eleva y se retrae del miembro afectado.

El haz se centra en el espacio articular justo distal a la prominencia del epicóndilo medial del húmero.

Esta proyección permite evaluar lo siguiente:

- Defectos osteocondrales del epicóndilo medial del húmero (lesión tipo “beso”)
- Osteofitos en el epicóndilo humeral medial
- Diferenciar el sesamoideo del tendón del músculo supinador de una EPCM.

#### *Proyección mediolateral flexionada*

Para la proyección mediolateral flexionada (ML flexionada), el paciente se posiciona en decúbito lateral sobre la extremidad afectada. La extremidad contralateral se retrae. El antebrazo distal se tira hacia el cuello de modo que el ángulo entre el húmero y el radio y la ulna sea  $<45^\circ$ , el carpo no debe elevarse para mantenerse apoyado sobre la mesa. El haz se centra en el epicóndilo medial del húmero.

Esta proyección permite evaluar lo siguiente:

- Osteofitos en el proceso ancóneo
- PANU
- Entesopatía flexora primaria donde se observará discreto crecimiento osteofítico en aspecto distal del epicóndilo medial del húmero (van Ryssen et al., 2012).

#### *Proyección oblicua craneolateral-caudomedial (pronación)*

Para la proyección oblicua craneolateral-caudomedial a  $15^\circ$  (CrL-CdMO 15), el paciente se posiciona en decúbito esternal, asegurándose de que el húmero, el radio y la ulna estén alineados y el miembro esté en pronación de  $15^\circ$ . El rayo se centra en la articulación.

Esta proyección permite evaluar lo siguiente:

- Defectos osteocondrales del epicóndilo medial del húmero
- IA, pero la vista ML extendida es más confiable

- EPCM debido a que el proceso coronoides medial es aislado de otras estructuras, mejorando la visibilidad de la fragmentación.

Existen otras proyecciones adicionales que pueden complementar las anteriormente mencionadas (Gaschen, 2018):

#### *Proyección mediolateral supinada*

Para la proyección mediolateral supinada (CdM-CrLO 75°), el paciente se posiciona en decúbito lateral sobre miembro afectado. El miembro contralateral se retrae. La articulación se extiende al máximo y se genera supinación de unos 15° al miembro. El haz se centra en el epicóndilo medial. Esta proyección optimiza el borde craneal del proceso coronoides medial y aumenta las posibilidades de detectar EPCM, ya que es más probable que el haz primario esté alineado con el borde del fragmento.

#### *Proyección oblicua craneolateral-caudomedial (Supinación)*

Para la proyección oblicua craneomedial-caudolateral (CrM-CdLO 45°), el paciente se posiciona en decúbito esternal, asegurándose de que el húmero, el radio y la ulna estén alineados y la extremidad en supinación de 45° a 50°. El rayo se centra en la articulación.

Esta proyección permite evaluar lo siguiente:

- Mejora la visibilidad del epicóndilo lateral del húmero.
- Mejora la visibilidad del sesamoideo del tendón del músculo supinador que podría confundirse con un fragmento del proceso coronoides medial en las proyecciones ML.
- Osificación incompleta del cóndilo humeral; se ve mejor en supinación de 15°.

### *Proyección oblicua distomedial-proximolateral*

La proyección oblicua distomedial-proximolateral (DiM-PrLO 35°) también se conoce como vista “medlap”. El paciente se posiciona en decúbito lateral acostado sobre el miembro afectado. El miembro contralateral se retrae. La articulación se flexiona 90°, el antebrazo se eleva 35° y el miembro se supina 40°. El haz se centra en el epicóndilo medial del húmero. Esta vista mejora la visualización del proceso coronoides medial, que ahora se ve proximal o superpuesto a la articulación humero-radial.

### *Hallazgos radiográficos*

#### *Incongruencia articular (IA)*

La principal desventaja de la evaluación radiográfica de la incongruencias es la necesidad de requerirse de varias proyecciones específicas, debido a la proximidad y superposición de las superficies articulares. Sin embargo, también se reporta que la clasificación correcta es difícil y que la sensibilidad aumenta cuando otros signos de incongruencia son visibles como un escalonamiento radioulnar  $\leq 2$  mm (**Figura 9.**) (Samoy, Gielen, Saunders, et al., 2012).

En las radiografías se puede observar cuando el radio es más largo que la ulna; un estrechamiento del espacio articular entre el borde del proceso ancóneo y el cóndilo humeral y de la porción proximal de la cabeza radial y el proceso conoides medial de la ulna. En caso en el que la ulna es más larga que el radio se observa un espacio humeroradial más amplio, escalonamiento radioulnar (entre el proceso coronoides lateral y la cabeza radial) (Herman A.W. Hazewinkel, 2018).

En razas condrodistróficas se han propuesto sistemas de clasificación para la incongruencia articular teniendo en cuenta el tamaño del espacio humeroulnar **tabla 2** (Lappalainen et al., 2016; Pulkkinen et al., 2020).



**Figura 9.** Imagen radiológica con incongruencia articular radio-ulnar leve (IA1) y escalonamiento radio-ulna < 2 mm con evidente alteración del espacio articular en un paciente de raza Shih-Tzu de 2 años perteneciente al presente estudio.

**Tabla 2.** Sistema de clasificación de incongruencia articular (IA) utilizado para puntuar la incongruencia del codo (Lappalainen et al., 2016).

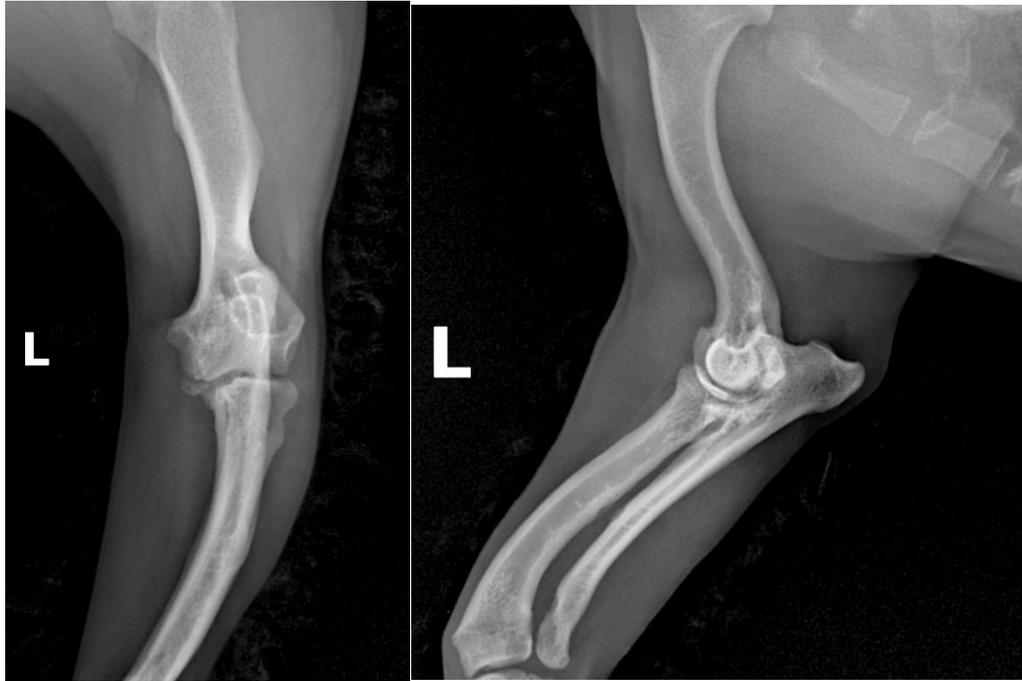
<b>Grado de incongruencia</b>	<b>Definición</b>
<b>IA0 (Normal)</b>	Espacio articular uniforme y estrecho; el ancho del espacio articular humeroulnar <1 mm.
<b>IA1(Leve)</b>	El ancho del espacio articular humeroulnar 1-2 mm.
<b>IA2(Moderada)</b>	El ancho del espacio articular humeroulnar 2-3 mm.
<b>IA3(Severa)</b>	El ancho del espacio articular humeroulnar >3 mm.

Se ha propuesto que la evaluación de la incongruencia de la articulación humero-ulnar utilizando un índice de subluxación del codo, similar a la displasia de cadera, y la

definieron como la distancia entre los centros de los dos círculos dibujados en las vistas radiográficas mediolaterales, uno por la escotadura troclear de la ulna y el otro por la curvatura de la tróclea humeral. Sin embargo, la definición del círculo más pequeño solo puede ser aproximada, ya que tanto la escotadura troclear como la tróclea humeral son elípticas en razas grandes (Proks et al., 2011). En un estudio posterior se evidenció que un índice de subluxación alta estaba relacionado con perros que presentaban EPCM. Articulaciones del codo con índices de subluxación humeroradial  $>0.15$ , índice humeroulnar  $>0.10$  o índice radioulnar  $>0.14$  y un escalonamiento radioulnar  $>1.4$  mm sea radiográficamente una articulación incongruente y pueda presentar EPCM asociada. Sin embargo, todavía se requiere la validación de estas técnicas radiográficas y la correlación entre estas y la TC (A. A. Mostafa et al., 2019).

#### *Osteocondritis disecante (OCD)*

Las lesiones por OCD del codo ocurren casi exclusivamente en la superficie de carga medial distal del cóndilo humeral. Se observa como un área de radiolucidez, irregularidad, aplanamiento o defecto en el hueso subcondral de los márgenes articulares del cóndilo humeral, acompañadas muy a menudo con esclerosis del hueso subcondral que rodea el área de radiolucidez. Se recomienda la evaluación radiográfica de ambos codos debido a la alta incidencia de enfermedad bilateral (Fitzpatrick, Smith, et al., 2009). Las lesiones tipo “beso” es una abrasión del cartílago articular de húmero, que a veces se extiende a la superficie articular adyacente más lateral que las lesiones generadas por OCD y se cree que es el resultado de OCD, trauma o incongruencia de la superficie articular contralateral (**Figura 10**) (Cook & Cook, 2009).



**Figura 10.** Imagen radiológica de codo con signos radiográficos de OCD con enfermedad degenerativa articular y lesión tipo “beso”. Paciente raza Pug de 6 años perteneciente al presente estudio.

#### *Enfermedad del proceso coronoides medial (EPCM)*

Los hallazgos radiográficos asociados a EPCM deben ser interpretados cuidadosamente en múltiples proyecciones. Para poder observar estas lesiones asociadas con DC y osteoartritis secundaria a EPCM que incluyen osteofitosis anconeana proximal, osteofitosis radial proximal y esclerosis subcondral de la escotadura troclear y en proceso coronoides medial de la ulna son necesarias proyecciones mediolaterales y craneocaudales flexionadas (Cook & Cook, 2009).

El aspecto radiográfico de la silueta del proceso coronoides medial puede ser útil para determinar la probabilidad de EPCM. Se observa radiográficamente como un área de hueso subcondral de forma triangular superpuesta sobre la cabeza radial y la superficie articular en la proyección mediolateral en extensión en perros adultos. En la proyección craneocaudal, el proceso coronoides medial es una apófisis triangular distinta, que se extiende desde la cara próximo-medial de la ulna (Trostel et al., 2005). En la EPCM, los cambios radiográficos que involucran el proceso coronoides medial

pueden incluir aplanamiento, redondeamiento, proliferación, fragmentación distinta o un margen mal definido en una o más proyecciones (**Figura 11**) (Cook & Cook, 2009). En individuos en crecimiento se puede observar esclerosis subtrocLEAR de la ulna en el área del proceso coronoides medial, pérdida del patrón trabecular en esta zona, pérdida de definición del proceso coronoides medial en las proyecciones craneocaudales y en casos severos se puede observar escalonamientos radio-ulnares (Vezzoni & Benjamino, 2021).

En la proyección mediolateral se puede encontrar (Herman A.W. Hazewinkel, 2018):

- Incremento de la densidad de hueso subcondral (esclerosis) en la parte distal de la incisura troclear, en la zona de la base del proceso coronoides, con pérdida del patrón trabecular.
- Borde craneal borroso del proceso coronoides medial.
- El fragmento de la fractura del proceso coronoides medial.
- Reducción de la radioopacidad del proceso coronoides medial.
- Neoformación ósea alrededor del proceso coronoides medial
- Espacio articular irregular entre el húmero y el radio.

En la radiografía craneocaudal se puede encontrar (Herman A.W. Hazewinkel, 2018):

- Hueso irregular y/o neoformación ósea, sobre el borde medial del húmero y la ulna.
- Escalonamiento entre la lámina de hueso subcondral de la ulna y el radio.
- Espacio medial de la articulación humeroradial es más ancho que la lateral.
- Ocasionalmente se ve un defecto de hueso subcondral en el cóndilo medial del húmero con o sin esclerosis subcondral (OCD o "lesión de beso").



**Figura 11.** Imagen radiológica de codo con enfermedad del proceso coronoides medial y lesiones secundarias asociadas; esclerosis subcondral, osteoartrosis y lesión tipo “beso” en aspecto medial del cóndilo humeral en paciente labrador de 4 años perteneciente al presente estudio.

#### *Proceso ancóneo no unido (PANU)*

El PANU se diagnostica mejor en una proyección mediolateral flexionada a  $< 45^\circ$  y aparece radiográficamente como un espacio radiolúcido discreto o con márgenes irregulares entre el proceso ancóneo y el cúbito proximal (Cook & Cook, 2009).

Una proyección mediolateral flexionada evita la sobreposición del epicóndilo medial del húmero y el proceso ancóneo permitiendo una observación clara del proceso. La fisis asociada con el epicóndilo medial del húmero se superpone sobre el proceso ancóneo en proyecciones mediolaterales extendidas, y debido a que normalmente no se cierra radiográficamente hasta después del cierre de la fisis ancónea, una fisis epicondilar humeral medial normal superpuesta puede confundirse con PANU si no se realiza la proyección mediolateral flexionada (Fitzpatrick, Smith, et al., 2009).

En resumen los hallazgos radiológicos en el PANU son (**Figura 12**):

- Línea vertical y radiolúcida entre el proceso ancóneo y la ulna después de las 20-22 semanas de edad.
- Forma, opacidad y contorno irregular del proceso ancóneo, provocando esclerosis subcondral irregular.
- Osteoartrosis progresiva del codo dependiendo de la duración del proceso.



**Figura 12.** Imagen radiológica de articulación del codo con PANU y esclerosis subcondral asociada. Paciente Pastor Alemán de 5 años perteneciente al presente estudio.

### *Clasificación de la DC según la IEWG (International Elbow Working Group)*

Las siguiente tabla (**Tabla 3.**) presenta clasificación de la displasia de codo según la IEWG (International Elbow Working Group) (Herman A.W. Hazewinkel, 2018).

**Tabla 3.** Clasificación de la DC según la IEWG (International Elbow Working Group).

<b>grado de DC</b>		<b>Hallazgos radiográficos</b>
<b>0</b>	Articulación del codo normal	Articulación normal del codo, sin evidencia de incongruencia, esclerosis o artrosis.
<b>1</b>	Artrosis leve	Presencia de osteofitos <2 mm, esclerosis de la base de los procesos coronoides - patrón trabecular aún visible
<b>2</b>	Artrosis moderada o sospecha de lesión primaria	Presencia de osteofitos 2 - 5 mm Esclerosis obvia (sin patrón trabecular) de la base de los procesos coronoides. Escalonamiento de 3-5 mm entre radio y ulna (incongruencia) Signos indirectos para otra lesión primaria (PANU, EPCM, OCD)
<b>3</b>	Artrosis severa o lesión primaria evidente	Presencia de osteofitos > 5 mm Escalonamiento de > 5 mm entre el radio y ulna (incongruencia obvia) Presencia obvia de una lesión primaria (PANU, EPCM, OCD)

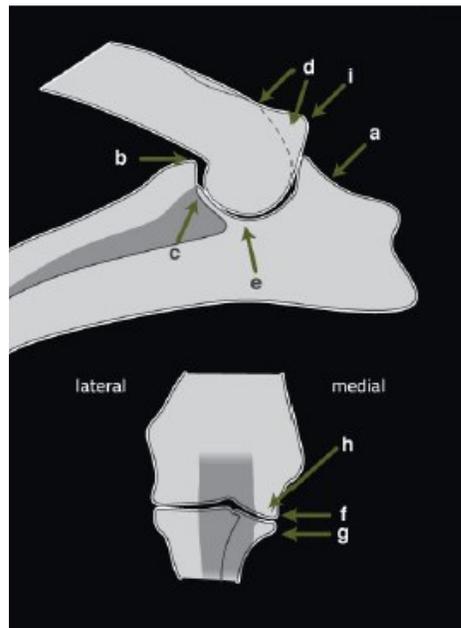
### *Osteoartritis (OA)*

La OA está caracterizada radiográficamente por la neoformación de ósea en el margen de las articulaciones. Además, se pueden formar entesofitos (es decir, neoformación ósea en los márgenes de inserción de tendones, ligamentos y capsula articular, resultan de una tensión anormal colocada sobre la inserción de los tejidos

blandos cercanos a los márgenes articulares). Las diferentes localizaciones donde los osteofitos y entesofitos son visibles son presentadas en la **Figura 13** (Herman A.W. Hazewinkel, 2015).

Sitios de localización de las lesiones para la graduación de la OA en codo:

- a. Superficie proximal del proceso ancóneo.
- b. Zona craneal de la cabeza del radio.
- c. Borde craneal del proceso coronoides medial.
- d. Superficie caudal de la cresta condilar lateral.
- e. Esclerosis de la escotadura troclear, en la base del proceso coronoides.
- f. Sobre la superficie medial del epicóndilo.
- g. En el borde medial del proceso coronoides medial.
- h. Hendidura del hueso subcondral: lesión OCD
- i. Borde distal de cóndilo humeral (Entesiopatía flexora primaria)



**Figura 13.** Localización de lesiones de OA de codo. Tomado de (Peris, 2014).

La “OA límite” se puede definir como un aumento de la densidad radiográfica (esclerosis) en la ulna caudal a la escotadura troclear. Además, cambios mínimos en

el borde dorsal del proceso uncóneo que se considera un borde normal y se agrupa bajo la línea del borde. Esto se puede calificar por separado como "Límite" o como "Grado 1". En varios países, la presencia de una lesión primaria como PANU, EPCM, OCD e IA de > 2 mm, da como resultado automáticamente una puntuación de ED 3; la sospecha de lesiones primarias da lugar a una puntuación de ED 2 (Herman A.W. Hazewinkel, 2015).

### **10.2.2 Tomografía computarizada**

Durante las últimas décadas, la tomografía computarizada (TC) ha ganado cada vez más importancia en el diagnóstico de enfermedades del esqueleto apendicular. Tras la comparación de radiografía, TC y artroscopia en casos clínicos, se ha reportado sensibilidad (88,2%) y especificidad (84,6%) para evaluar la fragmentación del proceso coroides media. Por tanto, la TC debería utilizarse como método complementario a la radiografía en casos clínicos con hallazgos radiográficos ambiguos y para detectar cambios subcondrales precoces (Villamonte-Chevalier et al., 2015; Zweifel et al., 2020).

La calidad de la imagen de la TC depende de la resolución espacial, los artefactos y el ruido de la imagen. Aquí, el grosor del corte es inversamente proporcional a la resolución espacial y al ruido de la imagen, pero proporcional al grado de desenfoque. Con un mayor grosor de corte, las estructuras óseas pequeñas, como los bordes y los contornos de los huesos, se ven borrosas y sin nitidez. Con un grosor de corte más pequeño, las estructuras óseas son nítidas pero el ruido de la imagen puede aumentar. La mayor cantidad de ruido de imagen se puede mantener al mínimo utilizando una configuración de ventana amplia y valores de miliamperios más altos. Los informes anteriores han asumido que el grosor del corte afecta la calidad de la imagen de TC y la visibilidad de pequeños fragmentos (Kunst et al., 2014; Moores et al., 2008; Villamonte-Chevalier et al., 2015).

Se ha propuesto el siguiente protocolo de TC estandarizado: (modo helicoidal, 140 kV, 104 mAs, matriz de 512x512, pitch 0.3, ventana ósea de alta resolución y algoritmo

óseo), con un grosor de corte de 1 mm. Desde el olécranon hasta 2 cm distal a la cabeza radial con anchos de ventana entre 1500 y 3500 UH y un centro de ventana de 500 UH. (Cook & Cook, 2009; Zweifel et al., 2020). Otro aspecto importante durante la adquisición de las imágenes es la posición del paciente debido a que podría ser un factor particularmente importante para evitar los artefactos de endurecimiento del haz por parte de la cabeza del paciente. Esto significa que la cabeza del paciente se flexiona lateral o caudalmente para evitar la superposición con los codos, independientemente de la posición del paciente (Gil García & Pérez-Montt, 2020). Además algunos autores han propuesto el artefacto de volumen parcial como la principal causa de la reducción de la calidad de la imagen (Goldman, 2007; Moores et al., 2008). La TC es el método diagnóstico ideal para evaluar la incongruencia de la articulación humeroradioulnar y según algunos autores se ve afectada por la posición. La incongruencia radioulnar se debe evaluar con el codo en extensión en un ángulo de 135 ° (Wagner et al., 2007).

### *Hallazgos tomográficos*

La TC permite una excelente delimitación y diferenciación de los proceso coronoides medial y lateral, las caras medial y lateral del cóndilo humeral, la incisura y cabeza radial. En las reconstrucciones multiplanares transversal, sagital y dorsal son buenas para identificar la incisura radial, defectos trocleares, hueso subcondral (normal o esclerótico), fragmentos óseos e incongruencia articular humeroulnar, humeroradial y radioulnar (Alves-Pimenta et al., 2019). Las imágenes transversales a 3500 UH se consideran óptimas para identificar lesiones hipoatenuantes del proceso coronoides medial (Tromblee et al., 2007). Las anomalías del proceso coronoides medial identificadas por TC incluyen forma anormal, esclerosis, osteofitosis, fragmentos separados, fisuras o fragmentos in situ, zonas hipoatenuantes e irregularidades asociada a la incisura radial. El proceso coronoides medial se osifica a las 22-24 semanas de edad en los perros, por lo que si el perro tiene 46 meses y hay tejido hipoatenuante dentro en el proceso coronoides medial en la TC, se consideraría anormal (Cook & Cook, 2009; Tromblee et al., 2007).

La TC ha sido la modalidad de diagnóstico por imágenes más utilizada para evaluar de manera detallada la incongruencia de la articulación humeroradioulnar y, reportándose afección del método por la posición durante el estudio (Gemmill et al., 2005; Wagner et al., 2007). La incongruencia radioulnar se evaluó con el codo en extensión con un ángulo de 135°; en supinación o pronación. La pronación generó elevación del vértice del proceso coronoideas medial y en supinación efecto opuesto. En la extensión del codo a 160 ° hubo una traslación craneal de la ulna, aumentando el espacio entre el radio y ulna sobre incisura ulnar (Wagner et al., 2007). Debido a esto las imágenes reconstruidas de los planos dorsal y sagital son de vital importancia determinar con precisión la incongruencia radioulnar (Gemmill et al., 2005), además la reconstrucción en plano oblicuo del coronoideas medial permite una medición más precisa de la congruencia articular (Baud et al., 2020; Kramer et al., 2006).

El PANU y la OCD se han identificado mediante TC, pero debido a que normalmente se identifican fácilmente en las radiografías, aparentemente no se han realizado esfuerzos centrados en la obtención de imágenes por TC específicas para el diagnóstico de estos trastornos en el codo. Con la TC, el PANU se ve mejor en una reconstrucción del plano sagital como una línea hipoatenuante (parcial o completa) entre el proceso acróneo y la cara proximal de la ulna. Las lesiones de OCD se identifican mejor en una reconstrucción del plano sagital o dorsal como una zona hiperatenuante con aplanamiento de la cara medial del cóndilo humeral con esclerosis ósea subcondral circundante (Cook & Cook, 2009; Lappalainen et al., 2013).

### **10.3 Epidemiología de la DC**

Hasta la fecha, la mayoría de los estudios epidemiológicos de displasia del codo, o enfermedad del codo en general, se han basado en subconjuntos de animales de poblaciones tratadas en hospitales universitarios y casos de los programas de diagnóstico de los clubes caninos; según lo reportado en estudios de prevalencias de displasia de codo en Europa y Estados Unidos (Fitzpatrick, Smith, et al., 2009; Janutta et al., 2006; Malm et al., 2008; Michelsen, 2013) el número en estos datos se ha ido

incrementando debido al cambio de la forma en que se realiza la evaluación para el diagnóstico: la edad del diagnóstico en determinadas razas, el número y la calidad de las proyecciones radiológicas, la evaluación de los cambios sutiles y la introducción de nuevas técnicas en el diagnóstico de la DC (H. A.W. Hazewinkel, 2018; A. Mostafa et al., 2018).

Las diferencias en la prevalencia entre distintos sexos se pueden explicar por un efecto directo de los genes sobre los cromosomas sexuales o por el efecto de las características sexuales secundarias, tales como la diferente tasa de crecimiento, hormonas sexuales o los patrones de conducta; generando un efecto poligénico en el desarrollo de la DC. Varios estudios epidemiológicos robustos han informado de una predisposición genética a la displasia del codo en ciertas razas de perros, en particular Rottweilers, Pastores alemanes, Bernés de la montaña y Retrievers con estimaciones de heredabilidad que van desde 0,10 a 0,38 (Janutta et al., 2006; Malm et al., 2008). También reportó un mayor riesgo en algunas razas condrodistróficas como el Bulldog Francés y Dachshund (James et al., 2020; Meyer-Lindenberg et al., 2006; Woolliams et al., 2011).

Se ha reportado una prevalencia del 17% en Labrador y Golden Retriever en Estados Unidos y del 70% en Bernés de la montaña en Países Bajos (Michelsen, 2013). O'Neill y colaboradores en un periodo de un año reportan una incidencia del 0,56% en caninos atendidos en diferentes clínicas del reino unido, de los casos evaluados las lesiones más comunes en el codo fueron: osteoartrosis (75,97%), displasia de codo (30,84%) y lesiones traumáticas (6,66%). Cinco razas mostraron mayor probabilidad de enfermedad del codo en comparación con otras razas: Rottweiler (OR: 6,16), Labrador Retriever (OR: 5,94), Pastor alemán (OR: 4,13), Golden Retriever (OR: 3,11) y Springer Spaniel inglés (OR: 2,00). Los factores de riesgo para desarrollar enfermedad en el codo en este estudio fueron tener un peso corporal igual o superior a la media de su raza/sexo, edad avanzada y ser macho (O'Neill et al., 2020).

## 11. Materiales y métodos

El presente es un estudio tipo descriptivo retrospectivo que pretende obtener la proporción de la DC a partir de estudios radiográficos realizados por una empresa itinerante de radiología a caninos en distintos centros veterinarios de la ciudad de Medellín y su área metropolitana en un periodo de tiempo comprendido de agosto de 2018 a agosto de 2020.

Los equipos utilizados para las realización de los estudios fueron un generador de Rx marca Poskom© VET-20BT y un flat panel DRTECH© EVS 36443G. Las imágenes de los estudios fueron almacenadas en formato JPEG (Joint Photographic Experts Group) y los datos del paciente estaban en documentos en formato PDF (Portable Document Format) que permitía búsqueda dentro del documento. Las imágenes fueron tomadas de la base de datos de la empresa mediante la búsqueda de los estudios de miembros anteriores incluidos aquellos estudios que se hicieron a un solo miembro, dichos estudios fueron realizados en el periodo de tiempo ya descrito y posteriormente se filtraron los estudios que incluyeran al menos dos proyecciones ortogonales del codo que cumplieran con los criterios de inclusión.

Estos estudios fueron evaluados por el autor que cuenta con 5 años de experiencia en la interpretación de imágenes diagnósticas, siguiendo las recomendaciones de la IEWG para el diagnóstico de la DC y teniendo en cuenta los sitios de la localización de las lesiones para la graduación de la OA en el codo (**Figura 13**).

### 11.1 Población de estudio

Se analizaron estudios radiográficos de la articulación del codo que cumplieran los criterios de inclusión, tomándose como casos cada articulación del codo que tuviese como mínimo las proyecciones ortogonales y la técnica radiográfica y posicionamiento adecuado tal como se describe en los criterios de inclusión y exclusión.

### **11.1.1 Criterios de inclusión**

Todos los estudios radiográficos de miembros anteriores que incluyeran la articulación del codo de caninos de cualquiera raza, edad o sexo; y que tuviesen como mínimo las vistas ortogonales del miembro a evaluar con una técnica radiográfica y posicionamiento adecuado para la evaluación de las estructuras articulares en el codo y que cumplieran con los estándares mínimos de la IEWG (International Elbow Working Group).

### **11.1.2 Criterios de exclusión**

Todos los estudios radiográficos de miembros anteriores que no incluyeran la articulación del codo, que no tuviesen posicionamiento adecuado para la evaluación de las estructuras de interés, y además aquellos que no tuviesen proyecciones ortogonales o que no cumplieran con los estándares mínimos de la IEWG (International Elbow Working Group).

### **11.2 Tamaño de la muestra**

Asumiendo una proporción reportada para DC en Labradores y Golden retrievers del 17% (Woolliams et al., 2011), un intervalo de confianza del 95% y asumiendo un error del 5%; utilizando la fórmula para calcular población finita, el tamaño de la muestra se estimó en 248 codos.

### **11.3 Análisis estadístico**

El análisis estadístico se realizó mediante tablas de frecuencia y una regresión logística simple con asociación entre variable con el cálculo de las proporciones de DC en la población estudiada según sexo, edad y raza.

### **11.4 Aspectos éticos**

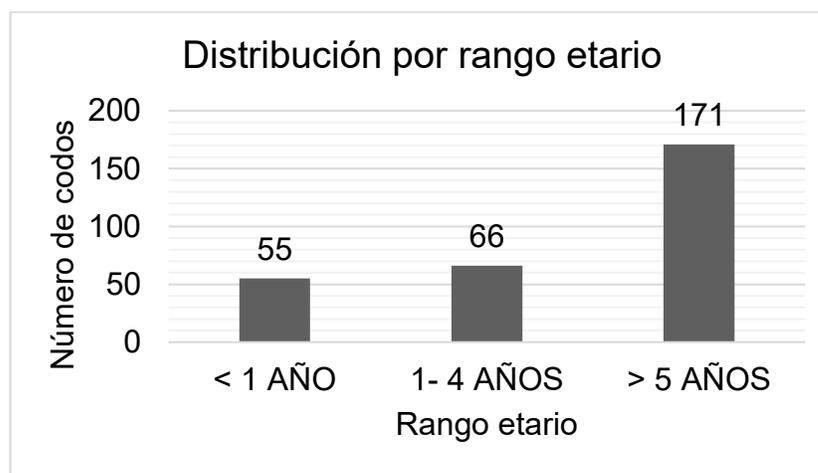
De acuerdo con el artículo 11 ° de la resolución n ° 8430 de 1993 de la República de Colombia, este proyecto de investigación se considera sin riesgo, en el caso de la utilización de imágenes diagnósticas de una base de datos, previa autorización de la empresa que realiza los estudios. No se tuvo contacto con los animales, ni se

requirieron nuevas intervenciones para el animal, ni hubo datos sobre los perros que permitieran el contacto con sus dueños. Los datos fueron protegidos mediante un código para su identificación.

## 12. Resultados

Para el presente análisis se revisaron de manera retrospectiva estudios radiográficos realizados por una empresa de radiografía itinerante de la ciudad de Medellín y su área metropolitana desde el 18 de agosto de 2018 hasta 31 de agosto del 2020. En total se revisaron 325 estudios radiográficos de miembros anteriores de los cuales 292 (89,85% (8,54% del total)) cumplieron con los criterios de inclusión del estudio y tan solo 33 (10,15% (0,975 % del total)) fueron excluidos.

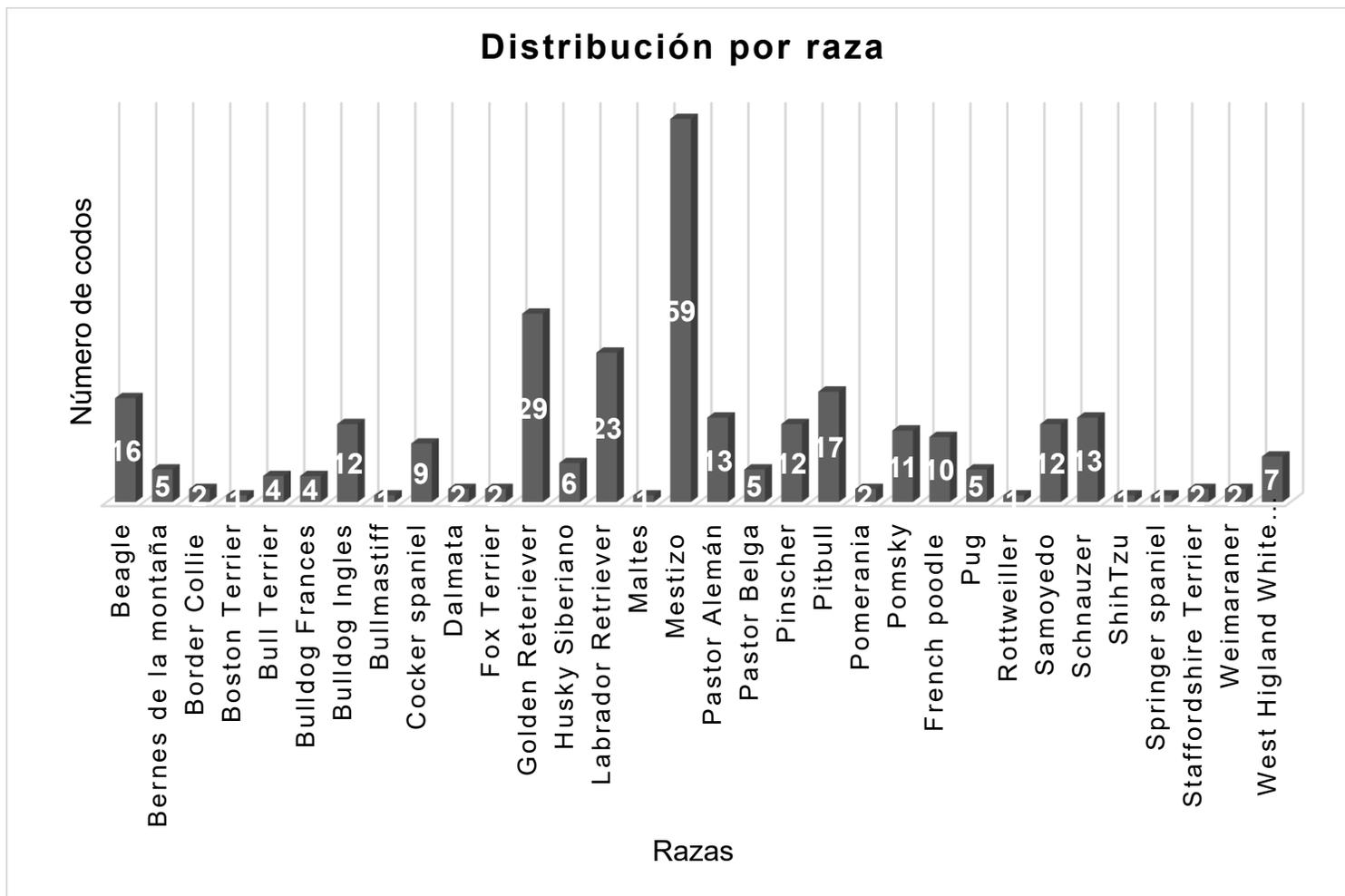
Dentro de los estudio realizados se tuvo una distribución de 173 machos (59%) y 119 hembras (41%), la distribución por rango etario y por raza se muestra en las figuras **14** y **15** respectivamente, los grupos por edad o rango etario fueron menores de un año, 1-4 años y > 5 años (Sendyk-Grunkraut et al., 2017).



**Figura 14.** *Distribución de los estudios radiográficos por rango etario*; donde se evidencia una frecuencia alta de individuos mayores a 5 años con un 58.56% del total de la población, sin diferencias significativas en pacientes menores de 1 año y pacientes que se encontraban en el rango etario de 1 a 4 años.

En la **tabla 4** se presenta la distribución del grado de DC según la clasificación de la IEWG en las diferentes razas encontradas en el estudio, donde se observa como las razas Bulldog inglés, Mestizo, Pitbull, Labrador y Golden retriever son las razas con

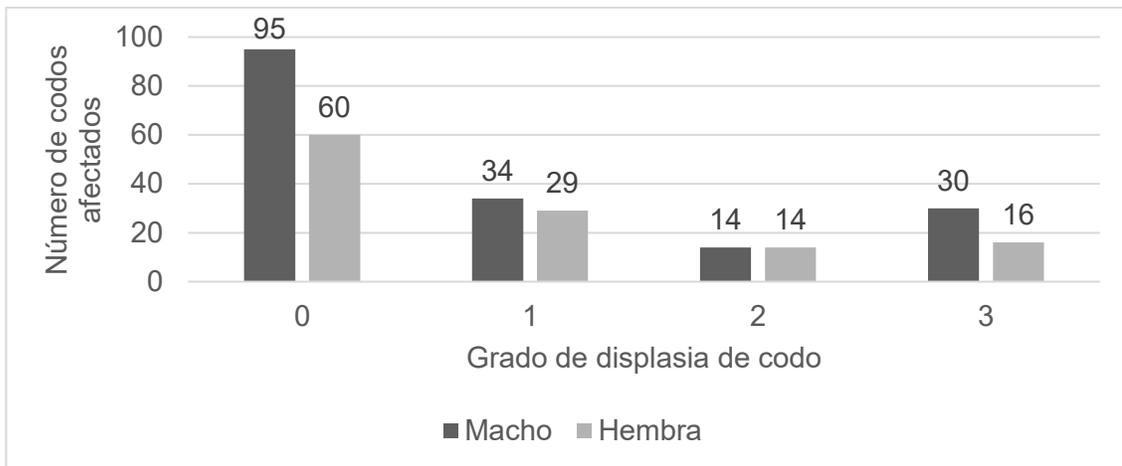
mayor presentación de displasia de codo en diferentes grado. En las figuras **16** y **17** se presenta la distribución por sexo y rango etario del grado de DC; en estas se evidencia como los machos aportan una mayor proporción en los grados de DC 1 y 3. Así como los perros mayores de 5 años presentan un mayor frecuencia en todos los grados de DC siendo más evidente en la grado 3.



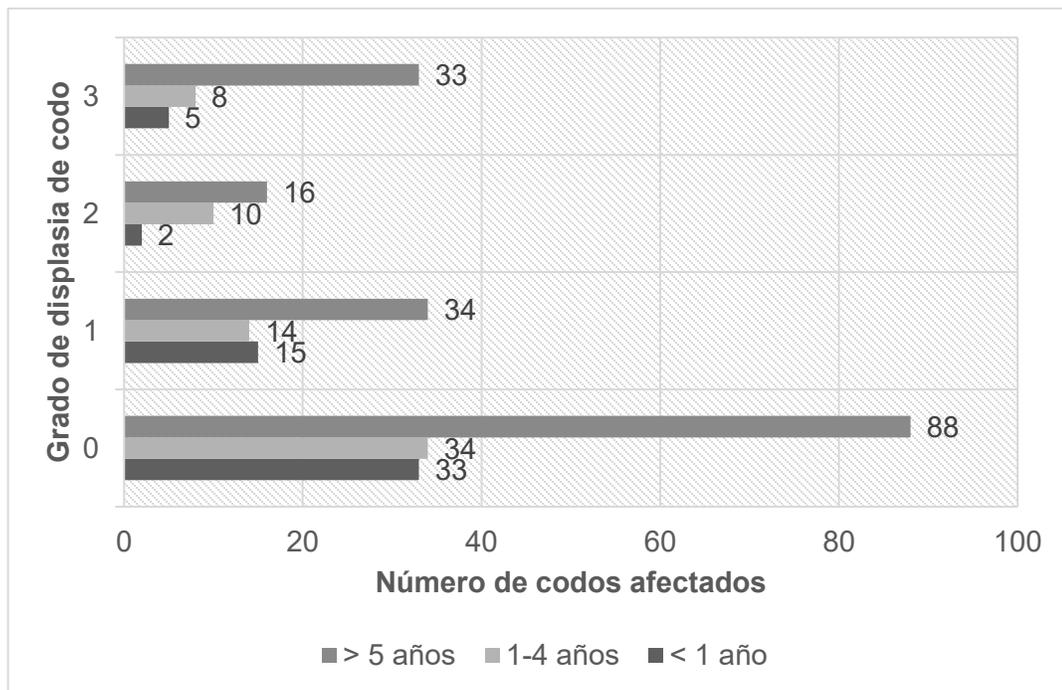
**Figura 15.** Distribución de los estudios radiográficos por raza, demostrando una mayor presencia en estudio de razas como los Mestizos (20,2%), Golden (9,9%) y Labrador retriever (7,9%), Pitbulls (5,6%), Beagles (5,5%), Pastores Alemanes (4,5%), Bulldogs ingleses (4,1%) y Pastores Belgas (4,1%).

**Tabla 4.** Distribución del grado displasia de codo según raza; las razas con mayor afección con distintos grados displasia de codo, estás son: Mestizos, Golden retriever, Labrador retriever, Bulldogs ingleses, Pugs y Pitbulls

Raza	Grado de displasia				Codos enfermos	Total
	0	1	2	3		
Beagle	15	1	0	0	1	16
Bernés de montaña	1	4	0	0	4	5
Border Collie	2	0	0	0	0	2
Boston terrier	1	0	0	0	0	1
Bull terrier	2	0	2	0	2	4
Bulldog francés	0	2	2	0	4	4
<b>Bulldog inglés</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
Bullmastiff	1	0	0	0	0	1
Cocker Spaniel	9	0	0	0	0	9
Dálmata	1	0	0	1	1	2
Fox terrier	0	0	2	0	2	2
<b>Golden retriever</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>17</b>	<b>29</b>
Husky siberiano	5	0	1	0	1	6
<b>Labrador Retriever</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>19</b>	<b>23</b>
Maltes	1	0	0	0	0	1
<b>Mestizo</b>	<b>29</b>	<b>20</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>30</b>	<b>59</b>
Pastor Alemán	10	2	0	1	3	13
Pastor belga	5	0	0	0	0	5
Pinscher	11	1	0	0	1	12
<b>Pitbull</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>17</b>
Pomerania	2	0	0	0	0	2
Pomsky	2	0	0	0	0	2
French Poodle	8	1	2	0	3	11
<b>Pug</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
Rottweiler	1	0	2	2	4	5
Samoyedo	1	0	0	0	0	1
Schnauzer	9	3	0	0	3	12
Shih Tzu	6	5	0	2	7	13
Springer Spaniel	0	1	0	0	1	1
Staffordshire terrier	0	1	0	0	1	1
Weimaraner	0	0	0	2	2	2
West Highland White terrier	2	0	0	0	0	2
Yorkshire terrier	7	0	0	0	0	7
<b>Total</b>	<b>155</b>	<b>63</b>	<b>28</b>	<b>46</b>	<b>137</b>	<b>292</b>



**Figura 16.** Distribución del grado de displasia por sexo encontrándose una mayor afección de machos con respecto a las hembras. Esta diferencia es marcada en pacientes sin displasia de codo y los que tenían displasia de codo grado 3, mientras que no hubo diferencia en la distribución por sexo en pacientes con displasia de codo grado 2.



**Figura 17.** Distribución del grado de displasia por rango etario, donde los pacientes que se entraban en el rango etario > 5 años tienen la mayor frecuencia de presentación en distintos grados displasia de codo además haber sido los que tiene mayor representación en el presente estudio.

En las **tablas 5 y 6** se presenta la frecuencia de presentación de lesiones primarias y secundarias correspondiente a cada raza, donde la EPCM nunca se presentó sola siempre se presentó acompañada de otras lesiones primarias y siendo la IA, la lesión primaria más frecuente en el presente estudio. La combinación de las lesiones secundarias tuvo un mayor impacto y número de casos en comparación con las lesiones secundarias en solitario.

Al realizar regresión logística simple para encontrar asociación entre variables se evidenció para el presente estudio que no hay asociación entre la ocurrencia de la DC y sexo (-P=0,45) y rango etario (-P=0,271), sin embargo si existe un asociación entre algunas razas y la ocurrencia de DC como se muestra en la **Tabla 7**.

Con respecto al escalonamiento radio-ulnar no se evidenció asociación con el sexo (-P=0,268) y el rango etario (-P=0,767), pero si existe asociación entre algunas razas y el escalonamiento radio-ulnar presentado en la **Tabla 8**. En cuanto la presentación de osteoartritis existe asociación con la edad teniendo mayor incidencia los perros mayores a 5 años (**Tabla 9**) y con algunas razas (**Tabla 10**), mientras que no existe asociación con el sexo (-P=0,792).

**Tabla 5.** Frecuencia de presentación de lesiones primarias por raza (**IA:** Incongruencia Articular, **EPCM:** Enfermedad del *proceso coronoides* medial, **PANU:** Proceso Ancóneo No Unido, **OCD:** Osteocondritis disecante). Las razas con mayor lesiones primarias de displasia de codo, éstas son: Mestizos, Golden retriever, Labrador retriever, Bulldogs ingleses, Pugs y Pitbulls. La IA sola o en combinación de otras lesiones, fue la lesión primaria con mayor frecuencia dentro del estudio.

Raza	Lesiones primarias									Total
	Normal	IA	PANU	OCD	IA+EPCM	IA+ OCD	IA+ EPCM+ PANU	IA+ EPCM+ OCD	IA+ PANU+ OCD	
Beagle	16	0	0	0	0	0	0	0	0	16
Bernés de montaña	1	0	0	1	0	3	0	0	0	5
Border Collie	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Boston terrier	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Bull terrier	2	0	0	0	0	2	0	0	0	4
Bulldog francés	0	2	0	0	0	2	0	0	0	4
<b>Bulldog inglés</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>12</b>
Bullmastiff	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Cocker Spaniel	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9
Dálmata	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2
Fox terrier	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
<b>Golden retriever</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>29</b>
Husky siberiano	5	0	0	0	1	0	0	0	0	6
<b>Labrador Retriever</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>23</b>
Maltes	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>Mestizo</b>	<b>31</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>59</b>
Pastor Alemán	10	2	0	0	0	0	0	1	0	13
Pastor belga	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Pinscher	11	1	0	0	0	0	0	0	0	12
<b>Pitbull</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>17</b>
Pomerania	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Pomsky	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
French poodle	8	1	0	0	0	2	0	0	0	11
<b>Pug</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>10</b>
Rottweiler	1	0	0	0	0	2	0	2	0	5
Samoyedo	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Schnauzer	9	1	0	0	0	2	0	0	0	12
Shih Tzu	6	4	0	0	0	1	0	2	0	13
Springer Spaniel	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Staffordshire terrier	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Weimaraner	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
West Highland White terrier	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Yorkshire terrier	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7
<b>Total</b>	<b>161</b>	<b>48</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>34</b>	<b>1</b>	<b>29</b>	<b>2</b>	<b>292</b>

**Tabla 6.** Frecuencia de presentación de lesiones secundarias por raza (**OA:** Osteoartrosis, **ESCA:** Escalonamiento radio-ulnar, **ESCL:** Esclerosis subcondral). Las razas con mayor lesiones secundarias de displasia de codo, éstas son: Mestizos, Golden retriever, Labrador retriever, Bulldogs ingleses, Pugs y Pitbulls. La OA sola o en combinación de otras lesiones, fue la lesión secundaria con mayor frecuencia dentro del estudio.

Raza	Lesiones secundarias								Total
	Normal	OA	ESCA	ESCL	OA+ ESCA	OA+ ESCL	OA+ ESCA+ ESCL	ESCA+ ESCL	
Beagle	15	1	0	0	0	0	0	0	16
Bernés de montaña	1	0	1	0	0	1	0	2	5
Border Collie	2	0	0	0	0	0	0	0	2
Boston terrier	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Bull terrier	2	0	0	0	0	2	0	0	4
Bulldog francés	0	0	0	0	0	0	2	2	4
<b>Bulldog inglés</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>12</b>
Bullmastiff	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Cocker Spaniel	9	0	0	0	0	0	0	0	9
Dálmata	1	0	0	0	0	0	1	0	2
Fox terrier	0	0	0	0	0	0	2	0	2
<b>Golden retriever</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>29</b>
Husky siberiano	5	0	0	0	0	0	0	1	6
<b>Labrador Retriever</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>2</b>	<b>23</b>
Maltes	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>Mestizo</b>	<b>29</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>59</b>
Pastor Alemán	10	0	2	0	0	0	1	0	13
Pastor belga	5	0	0	0	0	0	0	0	5
Pinscher	11	0	0	0	0	1	0	0	12
<b>Pitbull</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>17</b>
Pomerania	2	0	0	0	0	0	0	0	2
Pomsky	2	0	0	0	0	0	0	0	2
French poodle	8	0	1	0	0	0	2	0	11
<b>Pug</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>10</b>
Rottweiler	1	0	0	0	0	0	4	0	5
Samoyedo	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Schnauzer	9	0	0	0	1	2	0	0	12
Shih Tzu	6	0	1	1	0	0	2	3	13
Springer Spaniel	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Staffordshire terrier	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Weimaraner	0	0	0	0	0	0	2	0	2
West Highland White terrier	2	0	0	0	0	0	0	0	2
Yorkshire terrier	7	0	0	0	0	0	0	0	7
<b>Total</b>	<b>155</b>	<b>2</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>20</b>	<b>56</b>	<b>33</b>	<b>292</b>

**Tabla 7.** Asociación entre ocurrencia de DC y raza donde se evidencia gran asociación en algunas razas como el Bulldog inglés, Labrador Retriever, Bernés de la montaña, Rottweiler, Pitbull, Golden Retriever, Shih tzu y Mestizos con la presentación de displasia de codo.

<b>Displasia de codo</b>	<b>OR</b>	<b>Err. Est.</b>	<b>Z</b>	<b>P&gt;z</b>	<b>IC 95%</b>
<i>Intercepto</i>	0.06	0.068	-2.62	0.009	0.008 – 0.504
<i>Raza</i>					
<b>Bernés de la montaña</b>	<b>59.9</b>	<b>91.3</b>	<b>2.69</b>	<b>0.007</b>	<b>3.0 – 18.5</b>
Bul Terrier	15.0	21.5	1.88	0.060	0.8 – 251.0
<b>Bulldog Ingles</b>	<b>165.0</b>	<b>242.3</b>	<b>3.48</b>	<b>0.001</b>	<b>9.2 – 293.6</b>
Dálmata	15.0	26.2	1.55	0.122	0.4 – 464.2
<b>Golden Retriever</b>	<b>21.2</b>	<b>23.3</b>	<b>2.78</b>	<b>0.005</b>	<b>2.4 – 183.3</b>
Husky Siberiano	2.9	4.5	0.73	0.466	0.1 – 57.3
<b>Labrador Retriever</b>	<b>71.2</b>	<b>83.3</b>	<b>3.65</b>	<b>0.000</b>	<b>7.1 – 706.0</b>
<b>Mestizo</b>	<b>15.5</b>	<b>16.5</b>	<b>2.57</b>	<b>0.010</b>	<b>1.9 – 125.1</b>
Pastor Alemán	4.4	5.5	1.23	0.219	0.4 – 49.6
Pinscher	1.3	2.0	0.21	0.833	0.07 – 24.2
<b>Pitbull</b>	<b>21.4</b>	<b>24.5</b>	<b>2.68</b>	<b>0.007</b>	<b>2.2 – 201.8</b>
French poodle	5.6	6.9	1.40	0.162	0.4 – 63.2
<b>Rottweiler</b>	<b>59.9</b>	<b>91.3</b>	<b>2.69</b>	<b>0.007</b>	<b>3.0 – 118.0</b>
Schnauzer	4.9	6.1	1.31	0.190	0.4 – 55.6
<b>Shih tzu</b>	<b>17.5</b>	<b>20.5</b>	<b>2.44</b>	<b>0.015</b>	<b>1.7 – 174.4</b>

**Tabla 8.** Asociación entre ocurrencia de escalonamiento y raza. Donde se evidencia un probable factor protector en individuos de raza Schnauzer y un OR de 3 en los labradores retriever en la presentación de escalamiento radioulnar.

<b>Escalonamiento</b>	<b>OR</b>	<b>Err. Est.</b>	<b>z</b>	<b>P&gt;z</b>	<b>IC 95%</b>
<i>Intercepto</i>	1.16	0.64	0.24	0.814	0.1 – 10.4
<i>Raza</i>					
Bernés de la montaña	1.2	1.3	0.24	0.814	0.15 – 10.4
Bulldog Ingles	1.7	1.4	0.65	0.515	0.3 – 8.6
Dálmata	0.8	1.3	-0.10	0.919	0.04 – 16.8
Golden Retriever	1.0	0.7	0.08	0.936	0.2 – 3.9
Husky Siberiano	0.1	0.2	-1.44	0.151	0.01– 1.9
Labrador Retriever	3.0	2.3	1.50	0.134	0.7 – 13.4
Mestizo	0.4	0.2	-1.21	0.228	0.1 – 1.5
Pastor Alemán	0.2	0.2	-1.58	0.115	0.04 – 1.3
Pitbull	0.9	0.7	-0.05	0.961	0.2 – 4.1
French poodle	0.3	0.2	-1.30	0.195	0.05 – 1.7
Pug	7.7	9.1	1.71	0.087	0.7 – 79.7
Rottweiler	3.4	4.2	0.99	0.324	0.2 – 39.6
<b>Schnauzer</b>	<b>0.07</b>	<b>0.09</b>	<b>-2.16</b>	<b>0.031</b>	<b>0.007 – 0.7</b>

**Tabla 9.** Asociación entre el rango etario y la presencia de osteoartritis, evidenciándose un aumento de la probabilidad de la ocurrencia de osteoartritis a mayores edades.

Osteoartritis	OR	Err. Est.	z	P>z	IC 95%
<i>Intercepto</i>	0.05	0.03	-4.80	0.000	0.01 – 0.18
<i>Rango etario</i>					
<b>&lt; 1 año</b>	Ref.	-	-	-	-
<b>1 – 4 años</b>	<b>6.0</b>	<b>3.9</b>	<b>2.73</b>	<b>0.006</b>	<b>1.6 – 21.8</b>
<b>≥ 5 años</b>	<b>9.6</b>	<b>5.9</b>	<b>3.68</b>	<b>0.000</b>	<b>2.8 – 32.0</b>

**Tabla 10.** Asociación entre el raza y la presencia de osteoartritis; se presenta una alta asociación de los Pugs, Rottweiller, Labrador Retriever y Bulldogs ingles con la presentación de Osteoartritis.

Osteoartritis	OR	Err. Est.	z	P>z	IC 95%
<i>Intercepto</i>	0.06	0.068	-2.62	0.009	0.008 – 0.50
<i>Raza</i>					
<i>Beagle</i>	Ref.	-	-	-	-
Bernés de la montaña	3.7	5.7	0.87	0.385	0.1 – 74.0
Bull Terrier	15.0	21.5	1.88	0.060	0.8 – 251.0
Bulldog Francés	15.0	21.5	1.88	0.060	0.8 – 251.0
<b>Bulldog Ingles</b>	<b>21.0</b>	<b>24.9</b>	<b>2.56</b>	<b>0.010</b>	<b>2.0 – 215.1</b>
Dálmata	15.0	26.2	1.55	0.122	0.4 – 464.2
Golden Retriever	6.7	7.4	1.72	0.085	0.7 – 59.2
<b>Labrador Retriever</b>	<b>34.2</b>	<b>38.6</b>	<b>3.13</b>	<b>0.002</b>	<b>3.7 – 312.7</b>
Mestizo	5.1	5.4	1.52	0.129	0.6 – 42.0
Pastor Alemán	1.2	1.8	0.15	0.879	0.07 – 22.1
Pinscher	1.3	2.0	0.21	0.833	0.07 – 24.2
Pitbull	2.0	2.5	0.54	0.588	0.1 – 24.4
French poodle	3.3	4.3	0.93	0.353	0.2 – 42.2
<b>Pug</b>	<b>60.0</b>	<b>78.0</b>	<b>3.15</b>	<b>0.002</b>	<b>4.6 – 767.8</b>
<b>Rottweiler</b>	<b>60.0</b>	<b>91.3</b>	<b>2.69</b>	<b>0.007</b>	<b>3.0 – 1185.0</b>
Schnauzer	5.0	6.1	1.31	0.190	0.4 – 55.6
Shih tzu	2.7	3.5	0.78	0.436	0.2 – 34.0

### 13. Discusión

En el presente estudio se demostró que la DC es una patología presente y con una frecuencia significativa de los signos radiológicos asociados a las lesiones primarias y secundarias de la enfermedad en caninos de Medellín y su área metropolitana. La DC en caninos genera claudicación recurrente en miembros anteriores con alta incidencia dentro de las patologías ortopédicas que causan claudicaciones (Herman A.W. Hazewinkel, 2018; James et al., 2020; O'Neill et al., 2020; Woolliams et al., 2011), sin embargo, hasta la fecha no se tenía conocimiento de la prevalencia de esta enfermedad en Medellín y su área metropolitana, ni tampoco en el país. Por lo tanto el objetivo del presente estudio fue establecer la frecuencia de displasia de codo en caninos a partir de estudios radiológicos realizados en diferentes clínicas veterinarias de la ciudad de Medellín y su área metropolitana entre el 18 de agosto de 2018 y el 31 de agosto de 2020. Los resultados del presente estudio permiten establecer una frecuencia de presentación de signos radiográficos asociados a DC del 46,9% de la población evaluada (292 estudios radiográficos).

En el presente estudio se evidenció que algunas razas muestran mayor presentación de signos radiológicos asociados a DC; de estas se destacan Golden y Labrador Retriever que en estudios previos presentaron resultados similares según Michelsen en 2013 que reportó prevalencia de DC del 17% en estas dos razas (Michelsen, 2013). En estas razas se ha comprobado la relación genética directa con el desarrollo de la DC y una alta heredabilidad (Mäki et al., 2004; Soo et al., 2018; Woolliams et al., 2011). En este estudio otras razas como Mestizos, Pastor Alemán, Bernés de la montaña, Pitbull, Bulldog inglés y Rottweilers mostraron una alta presentación de signos radiológicos asociados a DC, reportes previos mostraron resultados similares a los obtenidos (Nemanic et al., 2016; O'Neill et al., 2020; Soo et al., 2018).

Además de los factores genéticos y de heredabilidad; la predisposición de estas razas se dan por el tamaño y rápido crecimiento de los individuos, adicionalmente hay factores de manejo como la alimentación y ejercicio durante la etapa de crecimiento que podría afectar el desarrollo de lesiones primarias de la DC y posterior

osteoartrosis(Alves-Pimenta et al., 2013). Los mestizos en el presente estudio son una raza que esta sobrerrepresentada debido al gran número de codos evaluados de individuos de esta raza representando un 20,2 % de la población, en consecuencia se encontró un gran número de individuos con lesiones radiográficas de DC. La limitación principal para la interpretación adecuada de estos resultados es que se desconoce la talla, conformación corporal y el peso de los individuos; es probable que las radiografías de los individuos mestizos evaluados sean de talla grande y las lesiones asociadas a DC estén dadas al rápido crecimiento de los individuos en la fase de desarrollo y/o dependan de factores genéticos derivados de sus padres. La IA y la OA fueron las lesiones secundarias con mayor frecuencia evidenciada en el presente estudio siendo el Bulldog inglés, Mestizo, Rottweiler, Labrador y Golden Retriever las razas con mayor representación en estas lesiones. Se ha demostrado previamente que los Labrador retriever, Rottweiler, Golden Retriever y Pastores Alemanes presenta un mayor riesgo de desarrollar OA comparados con los Mestizos (Anderson et al., 2018).

En el presente estudio el 59% de los estudios radiográficos evaluados correspondían a machos, siendo 56,9% de estos los que presentaban lesiones radiológicas asociadas a DC. Esta posible predisposición de los machos a padecer esta patología fue reportada en Pastores alemanes por Meyer-Lindenberg et al., en 2006 y en Rottweilers; que en estudios previos los machos representaron la mayor frecuencia de osteoartrosis de codo (Beuing et al., 2000), en otras razas como Labrador y Golden retriever se reportó también esta predisposición por parte de los machos (Malm et al., 2008). Se ha propuesto que las diferencias en el desarrollo óseo, los niveles hormonales, la velocidad de crecimiento y ganancia de peso mayor en machos podrían explicar en parte las diferencias sexuales en la incidencia de DC y OA (Lavrijsen et al., 2012). Posteriores estudios demostraron que los machos tenían un Odds ratio de 1,2 en relación a las hembras en la presentación de osteoartrosis y los machos castrados 1,8 veces mayor probabilidad de desarrollar OA que los machos enteros (Anderson et al., 2018). En el presente estudio no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre machos y hembras que se asociaran a mayor predisposición de los machos con respecto a las hembras.

Los machos presentaron mayor frecuencia de DC en grados 1 y 3, con alrededor del 54% en el grado 1 y el 65% en el grado 3. Se ha informado previamente un predominio de machos en la presentación de EPCM (Demko & McLaughlin, 2005; Meyer-Lindenberg et al., 2006; O'Neill et al., 2020; Samoy, Gielen, Van Caelenberg, et al., 2012). En el estudio de O'Neil y colaboradores encontraron un odds de 1,47 de los machos sobre las hembras para desarrollar EPCM y posterior enfermedad degenerativa articular(O'Neill et al., 2020). Sin embargo en el presente estudio no se encontró una diferencia estadísticamente significativa en la presentación de la EPCM entre machos y hembras, este mismo hallazgo fue reportado por Samoy y colaboradores (Samoy, Gielen, Van Caelenberg, et al., 2012). La predisposición de los machos podría deberse a una herencia de genes dominantes que presenta heredabilidad reducida en hembras, o factores asociados como castración, rutinas de ejercicio, tasa de crecimiento y el peso durante el crecimiento (Alves-Pimenta et al., 2019).

Se ha descrito previamente que la probabilidad de presentación de osteoartritis (Anderson et al., 2018) y la presentación de signos radiográficos de OA aumenta con la edad (Lavrijsen et al., 2014; Mäki et al., 2004; Malm et al., 2008). Para el presente estudio la frecuencia de enfermedad aumentó con la edad siendo los individuos  $\geq 5$  años los más representativos en la presentación de signos radiológicos de DC (61%), teniendo una probabilidad 9,6 mayor para la presentación de osteoartritis que los perros menores a 1 año. Sin embargo en otro estudio se demostró el aumento de los signos radiográficos de OA sin signos de DC (Huck et al., 2009), esto puede sugerir en procesos fisiopatológicos diferentes que conllevan a lesiones articulares y el curso natural de la DC. En el presente estudio se evidenció una asociación entre la edad y el desarrollo de OA, esto se da por la cronicidad del estrés articular y el soporte de peso continuo perpetuando el proceso inflamatorio sobre el cartílago articular desarrollando OA. La radiografía es el método de diagnóstico por imagen más empleado para el diagnóstico de la DC en caninos. La recomendación para tener diagnósticos más precisos es seguir las recomendaciones de la IEWG quienes desarrollaron un protocolo radiográfico para la búsqueda de esta patología mediante la realización de 4 proyecciones y partir de esto clasificar la patología en 4 grados

(0,1, 2 y 3) (Herman A.W. Hazewinkel, 2018). En el presente estudio y como tradicionalmente se realiza por parte de los veterinarios se evaluaron dos proyecciones ortogonales que sería el mínimo de proyecciones necesarias para el diagnóstico de DC (Heng, 2015), representando una limitación para el diagnóstico de algunas lesiones primarias como el PANU y la EPCM; una posible causa de no realizar las 4 proyecciones es el desconocimiento por parte de los veterinario del protocolo radiográfico de la IEWG para el diagnóstico de la DC o el desconocimiento de la patología, esto hace necesario la difusión de la información sobre la DC y el diagnóstico radiológico; esto principalmente porque las radiografías no tenían fines de investigación, esta situación podría haber configurado un sesgo al momento del análisis de los datos.

Otras limitaciones del presente estudio se deben a su naturaleza retrospectiva y la ausencia de algunos datos sobre la talla y el peso de los pacientes, además la revisión de los estudios radiográficos por parte de un solo evaluador es una limitación adicional que podría representar un sesgo de selección en la clasificación del grado de DC y lesiones radiográficas asociadas.

## 14. Conclusiones

En conclusión el presente estudio muestra una frecuencia elevada de la DC en algunas razas como los Bulldog Ingles, Mestizos Labrador y Golden Retrievers; siendo la IA la lesión primaria predominante y las subsecuente OA como la lesión secundaria asociada con mayor frecuencia. A partir de esto es necesario realizar posteriores estudios para conocer la incidencia y prevalencia de la DC en Medellín y su área metropolitana, además en Colombia; teniendo como base el presente estudio y sus limitaciones y utilizando otros métodos de diagnóstico por imagen como la tomografía correlacionando los hallazgos radiográficos, tomográficos con la presentación de signos clínicos.

Adicionalmente es importante resaltar la necesidad de seguir las recomendaciones de IEWG para el diagnóstico correcto de la DC, el posible desconocimiento de este protocolo diagnóstico puede estar generando errores en el diagnóstico de las patologías asociadas a esta entidad. Es necesario un adecuada difusión de dichos protocolos y posterior entrenamiento de los técnicos y veterinarios para un correcto posicionamiento y realización de la radiografía para el diagnóstico de la DC.

## 15. Bibliografía

- Alves-Pimenta, S., Colaco, B., Silvestre, A. M., & Ginja, M. M. (2013). Prevalence and breeding values of elbow dysplasia in the Estrela mountain dog. *Veterinarni Medicina, 58*(9), 484–490. <https://doi.org/10.17221/7033-VETMED>
- Alves-Pimenta, S., Ginja, M., Fernandes, A. M., Melo-Pinto, P., & Colaço, B. (2016). Curvature Radius Measurements From the Humeral Trochlea in Large Dogs. *The Anatomical Record, 299*(8), 1012–1014. <https://doi.org/10.1002/ar.23366>
- Alves-Pimenta, S., Ginja, M. M., & Colaço, B. (2019). Role of Elbow Incongruity in Canine Elbow Dysplasia: Advances in Diagnostics and Biomechanics. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology, 32*(2), 87–96. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1677513>
- Alves-Pimenta, S., Ginja, M. M., Colaço, J., Fernandes, A. M., Melo-Pinto, P., & Colaço, B. (2015). Curvature Radius Measurements From the Ulnar Trochlear Notch in Large Dogs. *The Anatomical Record, 298*(10), 1748–1753. <https://doi.org/10.1002/ar.23194>
- Anderson, K. L., O'Neill, D. G., Brodbelt, D. C., Church, D. B., Meeson, R. L., Sargan, D., Summers, J. F., Zulch, H., & Collins, L. M. (2018). Prevalence, duration and risk factors for appendicular osteoarthritis in a UK dog population under primary veterinary care. *Scientific Reports, 8*(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-23940-z>
- Baud, K., Griffin, S., Martinez-Taboada, F., & Burton, N. J. (2020). CT evaluation of elbow congruity in dogs: radial incisure versus apical medial coronoid process fragmentation. *Journal of Small Animal Practice, 61*(4), 224–229. <https://doi.org/10.1111/jsap.13110>
- Beuing, R., Mues, C. H., Tellhelm, B., & Erhardt, G. (2000). Prevalence and inheritance of canine elbow dysplasia in German Rottweiler. *Journal of Animal Breeding and Genetics, 117*(6), 375–383. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0388.2000.00267.x>

- Blond, L., Dupuis, J., Beauregard, G., Breton, L., & Moreau, M. (2005). Sensitivity and specificity of radiographic detection of canine elbow incongruence in an in vitro model. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, *46*(3), 210–216.  
<https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.2005.00047.x>
- Bötcher, P., Werner, H., Ludewig, E., Grevel, V., & Oechtering, G. (2009). Visual Estimation of Radioulnar Incongruence in Dogs Using Three-Dimensional Image Rendering: An In Vitro Study Based on Computed Tomographic Imaging. *Veterinary Surgery*, *38*(2), 161–168. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2008.00483.x>
- Böttcher, P., Bräuer, S., & Werner, H. (2013). Estimation of Joint Incongruence in Dysplastic Canine Elbows Before and After Dynamic Proximal Ulnar Osteotomy. *Veterinary Surgery*, *42*(4), 371–376. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2013.01085.x>
- Bruecker, K. A., Benjamino, K., Vezzoni, A., Walls, C., Wendelburg, K. L., Follette, C. M., Déjardin, L. M., & Guillou, R. (2021). Canine Elbow Dysplasia: Medial Compartment Disease and Osteoarthritis. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, *51*(2), 475–515.  
<https://doi.org/10.1016/J.CVSM.2020.12.008>
- Burton, N. J., Owen, M. R., Kirk, L. S., Toscano, M. J., & Colborne, G. R. (2011). Conservative Versus Arthroscopic Management for Medial Coronoid Process Disease in Dogs: A Prospective Gait Evaluation. *Veterinary Surgery*, *40*(8), n/a-n/a.  
<https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2011.00900.x>
- Burton, N., & Owen, M. (2008). Canine elbow dysplasia 1. Aetiopathogenesis and diagnosis. *In Practice*, *30*(9), 508–512. <https://doi.org/10.1136/inpract.30.9.508>
- Collins, K. E., Cross, A. R., Lewis, D. D., Zapata, J. L., Goett, S. D., Newell, S. M., & Rapoff, A. J. (2001). Comparison of the radius of curvature of the ulnar trochlear notch of Rottweilers and Greyhounds. *American Journal of Veterinary Research*, *62*(6), 968–973. <https://doi.org/10.2460/ajvr.2001.62.968>
- Cook, C. R., & Cook, J. L. (2009). Diagnostic imaging of canine elbow dysplasia: A

Review. *Veterinary Surgery*, 38(2), 144–153. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2008.00481.x>

Coppieters, E., Seghers, H., Verhoeven, G., Gielen, I., Samoy, Y., de Bakker, E., & Van Ryssen, B. (2016). Arthroscopic, Computed Tomography, and Radiographic Findings in 25 Dogs With Lameness After Arthroscopic Treatment of Medial Coronoid Disease. *Veterinary Surgery*, 45(2), 246–253. <https://doi.org/10.1111/vsu.12443>

Coulson, A., & Lewis, N. (2008). Dog: Forelimb. En *An Atlas of Interpretative Radiographic Anatomy of the Dog & Cat* (pp. 1–64). Blackwell Science Ltd. <https://doi.org/10.1002/9780470690260.ch1>

Cuddy, L. C., Lewis, D. D., Kim, S. E., Conrad, B. P., Banks, S. A., Horodyski, M., Fitzpatrick, N., & Pozzi, A. (2012). Contact Mechanics and Three-Dimensional Alignment of Normal Dog Elbows. *Veterinary Surgery*, 41(7), 818–828. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2012.01036.x>

Danielson, K. C., Fitzpatrick, N., Muir, P., & Manley, P. A. (2006). Histomorphometry of Fragmented Medial Coronoid Process in Dogs: A Comparison of Affected and Normal Coronoid Processes. *Veterinary Surgery*, 35(6), 501–509. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2006.00183.x>

Demko, J., & McLaughlin, R. (2005). Developmental orthopedic disease. En *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice* (Vol. 35, Número 5 SPEC. ISS., pp. 1111–1135). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2005.05.002>

Dickomeit, M. J., Böttcher, P., Hecht, S., Liebich, H. G., & Maierl, J. (2011). Topographic and age-dependent distribution of subchondral bone density in the elbow joints of clinically normal dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 72(4), 491–499. <https://doi.org/10.2460/ajvr.72.4.491>

Eljack, H., & Böttcher, P. (2015). Relationship Between Axial Radioulnar Incongruence With Cartilage Damage in Dogs With Medial Coronoid Disease. *Veterinary Surgery*, 44(2), 174–179. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2014.12234.x>

- Evans, H. E., & de Lahunta, A. (2016). *Guide to the Dissection of the Dog - E-Book*. Elsevier Health Sciences. <https://books.google.com.co/books?id=IXSKCwAAQBAJ>
- 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. <https://doi.org/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. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2008.00495.x>
- Fitzpatrick, N., Yeadon, R., Smith, T., & Schulz, K. S. (2009). Techniques of Application and Initial Clinical Experience with Sliding Humeral Osteotomy for Treatment of Medial Compartment Disease of the Canine Elbow. *Veterinary Surgery*, 38(2), 261–278. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2008.00493.x>
- Frazho, J. K., Graham, J., Peck, J. N., & De Haan, J. J. (2010). Radiographic Evaluation of the Anconeal Process in Skeletally Immature Dogs. *Veterinary Surgery*, 39(7), 829–832. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2010.00727.x>
- Gaschen, L. (2018). Radiological Investigation of Dogs Suspect of Elbow Dysplasia. *PROCEEDINGS 33rd annual meeting of the INTERNATIONAL ELBOW WORKING GROUP*, 22–24.
- 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. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2005.tb00328.x>
- Gil García, J., & Pérez-Montt, R. O. (2020). La displasia de codo en el perro. *Revista de Medicina Veterinaria*, 1(39), 55–62. <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss39.6>
- Goldman, L. W. (2007). Principles of CT: Radiation dose and image quality. *Journal of Nuclear Medicine Technology*, 35(4), 213–225.

<https://doi.org/10.2967/jnmt.106.037846>

Guthrie, S., & Pidduck, H. G. (1990). Heritability of elbow osteochondrosis within a closed population of dogs. *Journal of Small Animal Practice*, 31(2), 93–96.

<https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.1990.tb00730.x>

Hammond, G., Gemmill, T., Mellor, D., & Sullivan, M. (2008). Assessment of low-cost telerradiology for grading elbow dysplasia. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, 49(1), 20–25. <https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.2007.00311.x>

Hazewinkel, H. A.W. (2018). Prevalence of elbow dysplasia, and pathogenesis of FCP in young Labradors. *PROCEEDINGS, 32nd annual meeting of the INTERNATIONAL ELBOW WORKING GROUP*, 23.

Hazewinkel, Herman A.W. (2015). Elbow dysplasia; introduction, clinical investigation and force plate evaluation. *IEWG Proceedings*, 29, 6–10.

Hazewinkel, Herman A.W. (2018). Screening for Elbow Dysplasia, grading according to the IEWG. *PROCEEDINGS 33rd annual meeting of the INTERNATIONAL ELBOW WORKING GROUP*, pages 25-32. <http://www.vet-iewg.org/wp-content/uploads/2018/10/IEWGproceedings2018Singapore.pdf>

Hecht, S. (2020). *Diagnostic Radiology in Small Animal Practice 2nd Edition*. 5m Publishing. <https://books.google.com.co/books?id=EELSywEACAAJ>

Heng, H. G. (2015). Radiograph for FCP, OCD, UAP and Elbow Incongruity, Additional Value of Extra Views or Other Imaging Modalities. *PROCEEDINGS 29th annual meeting of the INTERNATIONAL ELBOW WORKING GROUP*, 25–26.

House, M. R., Marino, D. J., & Lesser, M. L. (2009). Effect of Limb Position on Elbow Congruity with CT Evaluation. *Veterinary Surgery*, 38(2), 154–160. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2008.00482.x>

Huck, J., Biery, D., Lawler, D., Gregor, T., Runge, J., Evans, R., Kealy, R., & Smith, G. (2009). A longitudinal study of the influence of lifetime food restriction on development of osteoarthritis in the canine elbow. *Veterinary surgery : VS*, 38(2),

192–198. <https://doi.org/10.1111/J.1532-950X.2008.00487.X>

- 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. <https://doi.org/10.3415/VCOT-09-06-0063>
- James, H. K., McDonnell, F., & Lewis, T. W. (2020). Effectiveness of Canine Hip Dysplasia and Elbow Dysplasia Improvement Programs in Six UK Pedigree Breeds. *Frontiers in Veterinary Science*, 6, 490. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00490>
- Janutta, V., Hamann, H., Klein, S., Tellhelm, B., & Distl, O. (2006). Genetic analysis of three different classification protocols for the evaluation of elbow dysplasia in German shepherd dogs. *Journal of Small Animal Practice*, 47(2), 75–82. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2006.00035.x>
- Kramer, A., Holsworth, I. G., Wisner, E. R., Kass, P. H., & Schulz, K. S. (2006). Computed Tomographic Evaluation of Canine Radioulnar Incongruence In Vivo. *Veterinary Surgery*, 35(1), 24–29. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2005.00107.x>
- Kunst, C. M., Pease, A. P., Nelson, N. C., Habing, G., & Ballegeer, E. A. (2014). Computed tomographic identification of dysplasia and progression of osteoarthritis in dog elbows previously assigned ofa grades 0 and 1. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, 55(5), 511–520. <https://doi.org/10.1111/vru.12171>
- Lappalainen, A. K., Hyvärinen, T., Junnila, J., & Laitinen-Vapaavuori, O. (2016). Radiographic evaluation of elbow incongruity in Skye terriers. *Journal of Small Animal Practice*, 57(2), 96–99. <https://doi.org/10.1111/jsap.12438>
- Lappalainen, A. K., Mölsä, S., Liman, A., Snellman, M., & Laitinen-Vapaavuori, O. (2013). Evaluation of accuracy of the Finnish elbow dysplasia screening protocol in Labrador retrievers. *Journal of Small Animal Practice*, 54(4), 195–200. <https://doi.org/10.1111/jsap.12051>
- Lau, S. F., Hazewinkel, H. A. W., Grinwis, G. C. M., Wolschrijn, C. F., Siebelt, M., Vernooij, J. C. M., Voorhout, G., & Tryfonidou, M. A. (2013). Delayed endochondral

ossification in early medial coronoid disease (MCD): A morphological and immunohistochemical evaluation in growing Labrador retrievers. *Veterinary Journal*, 197(3), 731–738. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.04.021>

Lavrijsen, I. C. M., Heuven, H. C. M., Meij, B. P., Theyse, L. F. H., Nap, R. C., Leegwater, P. A. J., & Hazewinkel, H. A. W. (2014). Prevalence and co-occurrence of hip dysplasia and elbow dysplasia in Dutch pure-bred dogs. *Preventive Veterinary Medicine*, 114(2), 114–122. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.02.001>

Lavrijsen, I. C. M., Heuven, H. C. M., Voorhout, G., Meij, B. P., Theyse, L. F. H., Leegwater, P. A. J., & Hazewinkel, H. A. W. (2012). Phenotypic and genetic evaluation of elbow dysplasia in Dutch Labrador Retrievers, Golden Retrievers, and Bernese Mountain dogs. *Veterinary Journal*, 193(2), 486–492. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2012.01.001>

Mäki, K., Janss, L. L. G., Groen, A. F., Liinamo, A. E., & Ojala, M. (2004). An indication of major genes affecting hip and elbow dysplasia in four Finnish dog populations. *Heredity*, 92(5), 402–408. <https://doi.org/10.1038/sj.hdy.6800434>

Malm, S., Fikse, W. F., Danell, B., & Strandberg, E. (2008). Genetic variation and genetic trends in hip and elbow dysplasia in Swedish Rottweiler and Bernese Mountain Dog. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 125(6), 403–412. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0388.2008.00725.x>

Mason, D. R., Schulz, K. S., Samii, V. F., Fujita, Y., Hornof, W. J., Herrgesell, E. J., Long, C. D., Morgan, J. P., & Kass, P. H. (2002). Sensitivity of radiographic evaluation of radio-ulnar incongruence in the dog in vitro. *Veterinary Surgery*, 31(2), ajvet0310125. <https://doi.org/10.1053/jvet.2002.31046>

Meyer-Lindenberg, A., Fehr, M., & Nolte, I. (2006). Co-existence of ununited anconeal process and fragmented medial coronoid process of the ulna in the dog. *Journal of Small Animal Practice*, 47(2), 61–65. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2006.00051.x>

- Michelsen, J. (2013). Canine elbow dysplasia: Aetiopathogenesis and current treatment recommendations. *Veterinary Journal*, *196*(1), 12–19.  
<https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2012.11.009>
- Mölsä, S. H., Hyytiäinen, H. K., Morelius, K. M., Palmu, M. K., Pesonen, T. S., & Lappalainen, A. K. (2020). Radiographic findings have an association with weight bearing and locomotion in English bulldogs. *Acta Veterinaria Scandinavica*, *62*(1), 19. <https://doi.org/10.1186/s13028-020-00517-3>
- Moores, A. P., Benigni, L., & Lamb, C. R. (2008). Computed Tomography Versus Arthroscopy for Detection of Canine Elbow Dysplasia Lesions. *Veterinary Surgery*, *37*(4), 390–398. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2008.00393.x>
- Mostafa, A. A., Nolte, I., & Wefstaedt, P. (2019). Radiographic determination of humeroradial, humeroulnar, and radioulnar subluxation indices to quantify elbow incongruence in dogs confirmed to have medial coronoid disease. *Research in Veterinary Science*, *126*(August), 83–88. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2019.08.020>
- Mostafa, A., Nolte, I., & Wefstaedt, P. (2018). The prevalence of medial coronoid process disease is high in lame large breed dogs and quantitative radiographic assessments contribute to the diagnosis. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, *59*(5), 516–528. <https://doi.org/10.1111/vru.12632>
- Narojek, T., Fiszdon, K., & Hanysz, E. (2008). Canine elbow dysplasia in different breeds. *Bulletin of The Veterinary Institute in Pulawy*, *52*.
- Nemanic, S., Nixon, B. K., & Baltzer, W. (2016). Analysis of risk factors for elbow dysplasia in giant breed dogs. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, *29*(5), 369–377. <https://doi.org/10.3415/VCOT-15-05-0175>
- O'Neill, D. G., Brodbelt, D. C., Hodge, R., Church, D. B., & Meeson, R. L. (2020). Epidemiology and clinical management of elbow joint disease in dogs under primary veterinary care in the UK. *Canine Medicine and Genetics*, *7*(1), 1–15.  
<https://doi.org/10.1186/s40575-020-0080-5>
- Oberbauer, A. M., Keller, G. G., & Famula, T. R. (2017). Long-term genetic selection

- reduced prevalence of hip and elbow dysplasia in 60 dog breeds. *PLOS ONE*, 12(2), e0172918. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172918>
- Peris, S. C. (2014). *3D Joint Anatomy in Dogs: Main Joint Pathologies and Surgical Approaches*. Grupo Asís Biomedica.  
<https://books.google.com.co/books?id=ICLgrQEACAAJ>
- Preston, C. A., Schulz, K. S., & Kass, P. H. (2000). In vitro determination of contact areas in the normal elbow joint of dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 61(10), 1315–1321. <https://doi.org/10.2460/ajvr.2000.61.1315>
- Proks, P., Necas, A., Stehlik, L., Srnec, R., & Griffon, D. J. (2011). Quantification of Humeroulnar Incongruity in Labrador Retrievers with and without Medial Coronoid Disease. *Veterinary Surgery*, 40(8), n/a-n/a. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2011.00907.x>
- Pulkkinen, H. S. M., Reunanen, V. L. J., Hyytiäinen, H. K., Junnila, J. J. T., Laitinen-Vapaavuori, O. M., & Lappalainen, A. K. (2020). The intra- and intertester repeatability of radiographic elbow incongruity grading is high in chondrodystrophic dog breeds. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 61(3), 329–335.  
<https://doi.org/10.1111/vru.12853>
- Reagan, J. K. (2017). Canine Hip Dysplasia Screening Within the United States: Pennsylvania Hip Improvement Program and Orthopedic Foundation for Animals Hip/Elbow Database. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*, 47(4), 795–805. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2017.02.003>
- Rohwedder, T., Fischer, M., & Böttcher, P. (2017). In vivo fluoroscopic kinematography of dynamic radio-ulnar incongruence in dogs. *Open Veterinary Journal*, 7(3), 221–228. <https://doi.org/10.4314/ovj.v7i3.4>
- Rohwedder, T., Fischer, M., & Böttcher, P. (2018). In vivo axial humero-ulnar rotation in normal and dysplastic canine elbow joints. *Tierärztliche Praxis Ausgabe K: Kleintiere - Heimtiere*, 46(2), 83–89. <https://doi.org/10.15654/TPK-170390>
- Samoy, Y., Gielen, I., Saunders, J., van Bree, H., & Van Ryssen, B. (2012). Sensitivity

and specificity of radiography for detection of elbow incongruity in clinical patients. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, 53(3), 236–244.

<https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.2011.01900.x>

Samoy, Y., Gielen, I., Van Caelenberg, A., van Bree, H., Duchateau, L., & Van Ryssen, B. (2012). Computed Tomography Findings in 32 Joints Affected with Severe Elbow Incongruity and Fragmented Medial Coronoid Process. *Veterinary Surgery*, 41(4), 486–494. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2011.00950.x>

Sendyk-Grunkraut, A., Martín, C. M., Souza, A. N. A., Patrício, G. C. F., Lorigados, C. A. B., Matera, J. M., & Fonseca-Pinto, A. C. B. C. (2017). Avaliação morfológica e morfométrica da articulação umerorradioulnar em cães através de exames radiográficos e por tomografia computadorizada. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 37(2), 160–170. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2017000200011>

Singh, B. (2017). *Dyce, Sack, and Wensing's Textbook of Veterinary Anatomy - 5th Edition* (5th ed.). Sanunder. <https://www.elsevier.com/books/dyce-sack-and-wensings-textbook-of-veterinary-anatomy/singh/978-0-323-44264-0>

Smith, T. J., Fitzpatrick, N., Evans, R. B., & Peard, M. J. (2009). Measurement of Ulnar Subtrochlear Sclerosis Using a Percentage Scale in Labrador Retrievers with Minimal Radiographic Signs of Periarticular Osteophytosis. *Veterinary Surgery*, 38(2), 199–208. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2008.00488.x>

Soo, M., Lopez-Villalobos, N., & Worth, A. J. (2018). Heritabilities and genetic trends for elbow score as recorded by the New Zealand Veterinary Association Elbow Dysplasia Scheme (1992–2013) in four breeds of dog. *New Zealand Veterinary Journal*, 66(3), 154–161. <https://doi.org/10.1080/00480169.2018.1440652>

Stein, S., Schmoekel, H. G., Waibl, H., & Brunnberg, L. (2012). Computerized measurements of radiographic anatomical parameters of the elbow joint in bernese mountain dogs. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 25(3), 250–261. <https://doi.org/10.3415/VCOT-11-06-0082>

Temwichitr, J., Leegwater, P. A. J., & Hazewinkel, H. A. W. (2010). Fragmented

- coronoid process in the dog: A heritable disease. *Veterinary Journal*, 185(2), 123–129. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2009.06.022>
- Thrall, D. E., & Robertson, I. D. (2015). *Atlas of Normal Radiographic Anatomy and Anatomic Variants in the Dog and Cat - E-Book*. Elsevier Health Sciences. <https://books.google.com.co/books?id=vPSQCgAAQBAJ>
- Todd Trostel, C., McLaughlin, R. M., & Pool, R. R. (2003). Canine lameness caused by developmental orthopedic diseases: Fragmented medial coronoid process and ununited anconeal process. En *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian* (Vol. 25, Número 2, pp. 112–121).
- 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(8), 858–871. <https://doi.org/10.2460/ajvr.68.8.858>
- Trostel, C., Mclaughlin, R., & Pool, R. (2005). *Humerus Ulna Radius Humeroulnar joint Humeroradial joint Olecranon fossa Anconeal process Inconsistent sesamoid in tendon of origin of supinator muscle Ulna Radius Radioulnar joint Medial coronoid process Lateral coronoid process*.
- Válega, A., Alves-Pimenta, S., McEvoy, F. J., Nielsen, D. H., & Ginja, M. (2021). Digital Analysis of Subtrochlear Sclerosis in Elbows Submitted for Dysplasia Screening. *Frontiers in Veterinary Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.664532>
- van Ryssen, B., de Bakker, E., Beaumlin, Y., Samoy, Y. C. A., van Vynckt, D., Gielen, I., Ducatelle, R., & van Bree, H. (2012). Primary flexor enthesopathy of the canine elbow: Imaging and arthroscopic findings in eight dogs with discrete radiographic changes. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 25(3), 239–245. <https://doi.org/10.3415/VCOT-11-03-0038>
- Vezzoni, A., & Benjamino, K. (2021). Canine Elbow Dysplasia: Ununited Anconeal Process, Osteochondritis Dissecans, and Medial Coronoid Process Disease. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*, 51(2), 439–474.

- Villamonte-Chevalier, A., van Bree, H., Broeckx, B. J. G., Dingemanse, W., Soler, M., Van Ryssen, B., & Gielen, I. (2015). Assessment of medial coronoid disease in 180 canine lame elbow joints: A sensitivity and specificity comparison of radiographic, computed tomographic and arthroscopic findings. *BMC Veterinary Research*, *11*(1), 243. <https://doi.org/10.1186/s12917-015-0556-9>
- Wagner, K., Griffon, D. J., Thomas, M. W., Schaffer, D. J., Schulz, K., Samii, V. F., & Necas, A. (2007). Radiographic, Computed Tomographic, and Arthroscopic Evaluation of Experimental Radio-Ulnar Incongruence in the Dog. *Veterinary Surgery*, *36*(7), 691–698. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2007.00322.x>
- Wolschrijn, C. F., & Weijs, W. A. (2004). Development of the trabecular structure within the ulnar medial coronoid process of young dogs. *The Anatomical Record*, *278A*(2), 514–519. <https://doi.org/10.1002/ar.a.20039>
- Woolliams, J. A., Lewis, T. W., & Blott, S. C. (2011). Canine hip and elbow dysplasia in UK Labrador retrievers. *Veterinary Journal*, *189*(2), 169–176. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2011.06.015>
- Zweifel, R. T., Didonato, P., Hartmann, A., Kramer, M., & Von Pückler, K. H. (2020). Improved Computed Tomography Accuracy with a 1-mm versus 2- or 3-mm Slice Thickness for the Detection of Medial Coronoid Disease in Dogs. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, *33*(1), 45–50. <https://doi.org/10.1055/s-0039-3399524>