

## CUANTIFICACIÓN RADIOGRÁFICA DEL GRADO DE INCONGRUENCIA HÚMERORADIOLNAR EN PERROS (*Canis familiaris*) DE RAZA PASTOR ALEMÁN CON O SIN OSTEOARTROSIS ENTRE LOS AÑOS 2015 – 2017. ESTUDIO RETROSPECTIVO

*Radiographic quantification of the degree of humeroradioulnar incongruity in german shepherd dogs (Canis familiaris) with or without osteoarthritis between 2015-2017. Retrospective study*

Geomar A. Seijas-Pedroza<sup>\*1</sup>, Tulio A. Marcial<sup>\*\*</sup> y Raquel Céspedes<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup>*Cátedra de Anatomía Veterinaria. Departamento de Ciencias Biomédicas. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela.* <sup>\*\*</sup>*Servicio de Radiología de la Sección de Pequeños Animales del Hospital de Pequeños Animales Dr. Daniel Cabello Mariani, Facultad de Ciencias Veterinarias Hospital de Pequeños Animales Dr. Daniel Cabello Mariani, Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. Apartado 4563, Maracay 2101 A, estado Aragua, Venezuela*

Correo-E: geomar.seijas@ucv.ve

Recibido: 00/00/24 - Aprobado: 09/04/24

### RESUMEN

Con el propósito de estimar objetivamente el grado de incongruencia húmeroradial, húmeroulnar y radioulnar y determinar la correlación entre las técnicas tradicional y modificada para evaluar la incongruencia radioulnar en perros de raza Pastor Alemán sanos y afectados por varios grados de osteoartritis, se evaluaron 104 radiografías mediolaterales flexionadas correspondientes a ambos codos de 55 animales que se presentaron a consulta en el Hospital Veterinario “Dr. Daniel Cabello Mariani” de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela entre los años 2015 a 2017. En el grupo control se evaluaron 86 codos de 49 animales (20 machos y 29 hembras), excluyéndose 6 codos con osteoartritis. El grupo de animales enfermos constó de 12 ejemplares (4 machos y 8 hembras), y los codos excluidos del grupo control para un total de 18 codos. Se midió el radio de la tróclea humeral, las distancias húmeroradiales absolutas y corregidas (cranial, central, caudal y promedio), las distancias húmeroulnares absolutas y corregidas

### ABSTRACT

With the aim to objectively estimate the degree of humeroradial, humeroulnar, and radioulnar incongruity and to determine the correlation between the traditional and modified techniques to assess radioulnar incongruence in healthy German Shepherd dogs affected by various degrees of osteoarthritis, a total of 104 flexed mediolateral radiographs corresponding to both elbows of 55 animals that were presented for consultation at the Veterinary Hospital “Dr. Daniel Cabello Mariani” from the Faculty of Veterinary Sciences of the Central University of Venezuela between 2015 and 2017 were evaluated. In the control group, 86 elbows of 49 animals (20 males and 29 females) were evaluated, excluding 6 elbows with osteoarthritis. The group of affected animals consisted of 12 specimens (4 males and 8 females), and the elbows that were excluded from the control group for a total of 18 elbows. The radius of the humeral trochlea, the absolute and corrected humeroradial distances (cranial, central, caudal and average), the absolute and corrected humeroulnar

<sup>1</sup> A quien debe dirigirse la correspondencia (To whom correspondence should be addressed)

(proximal, central, distal y promedio), la distancia radioulnar tradicional y modificada. Se evaluó la condición de normalidad para cada variable y se calculó un valor promedio, la desviación estándar, construyéndose un intervalo de confianza con un nivel de significación del 95%. Los valores entre animales sanos y enfermos se compararon mediante una prueba de t de dos colas para datos no pareados y se calculó un coeficiente de correlación de *Pearson* entre las técnicas tradicional y modificada para la evaluación de la distancia radioulnar, obteniéndose un coeficiente de correlación significativo entre ambas técnicas en animales sanos ( $r=0,92$ ), enfermos ( $r=0,96$ ) y en conjunto ( $r=0,93$ ); ( $P<0,05$ ). El principal hallazgo fue el incremento de la distancia húmeroradial craneal corregida en los animales enfermos con respecto a los sanos ( $P<0,05$ ). En el resto de las variables evaluadas no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos evaluados ( $P>0,05$ ).

**(Palabras clave:** radiografía; codo; Pastores Alemanes; displasia; incongruencia; húmeroradioulnar; osteoartrosis)

distances (proximal, central, distal and average), the traditional and modified radioulnar distances were measured. The normality condition for each variable was evaluated and an average value, and the standard deviation, was calculated, constructing a confidence interval with a significance level of 95%. The values between healthy and affected animals were compared using a two-tailed t-test for unpaired data and a Pearson correlation coefficient was calculated between the traditional and modified techniques for the evaluation of the radioulnar distance, obtaining a significant correlation between both techniques in healthy ( $r=0.92$ ), affected ( $r=0.96$ ) and altogether animals ( $r=0.93$ ); ( $P<0.05$ ). The main finding was the increase in the corrected humeroradial cranial distance in affected animals compared to healthy ones ( $P<0.05$ ). In the rest of the variables evaluated, no statistically significant differences were found between the groups evaluated ( $P>0.05$ ).

**(Key words:** Radiography; elbow; German Shepherds; dysplasia; incongruity; húmeroradioulnar; osteoarthrosis)

## INTRODUCCIÓN

La displasia de codo involucra una serie de patologías, tales como: la no unión del proceso anóneo (NUPA), el proceso coronoides medial fragmentado (PCMF), la osteocondritis disecante (OCD) y la incongruencia de la articulación del codo (IA) [1], pudiendo estar acompañadas cada una de ellas con varios grados de osteoartrosis [2].

Aunque la etiología exacta de este conjunto de patologías se desconoce, se sabe que es de origen multifactorial, estando asociada a traumas o a desórdenes metabólicos, genéticos y nutricionales [1, 3]. Se piensa que el ejercicio intenso también puede influenciar la ocurrencia de la enfermedad [1].

La osteoartrosis es una enfermedad articular, no infecciosa, degenerativa, crónica; involucrando el cartílago articular, la cápsula articular y el tejido óseo subcondral [4, 5]. Esta puede estar presente sin ninguna evidencia radiográfica de una causa primaria o puede deberse a lesiones erosivas, un

proceso coronoides medial fragmentado curado o a una incongruencia menor [4].

La incongruencia corresponde a una desalineación anatómica de las superficies articulares de las articulaciones húmeroradial, radioulnar y húmeroulnar [6]. Los casos crónicos de incongruencia han sido asociados a atrofia muscular y a una disminución del rango de movimiento de la articulación debido a la artrosis e inflamación [7]. Si la incongruencia se desarrolla antes de los seis meses de edad, puede conllevar a la no unión del proceso anóneo o a un proceso coronoides medial fragmentado; pero si ocurre después de los seis meses de edad, puede ocurrir por sí sola, conllevando a artrosis de la articulación [2]. A menudo se observa enfermedad articular degenerativa, como un signo secundario de incongruencia articular, caracterizada por osteofitos periarticulares y esclerosis subcondral [8].

La incongruencia húmeroulnar ha sido evaluada en perros de raza Labrador, comparando animales sanos y animales con enfermedad del proceso

coronoides medial [9], mientras que en otro estudio se ha cuantificado la incongruencia húmeroradial, húmeroulnar y radioulnar en las razas Labrador y Golden Retriever [6]. En ambos casos se encontró que la distancia húmeroradial y húmeroulnar fue mayor en los animales con enfermedad del proceso coronoides medial, con relación a los animales sanos.

Asimismo, se ha determinado que las razas grandes y gigantes presentan un factor de riesgo mayor en el desarrollo de la displasia de codo que el resto [10]; sin embargo, aún la relación existente entre la osteoartrosis y la incongruencia articular es poco clara, además de que para su evaluación no se cuenta todavía con una metodología estandarizada.

Aunque la raza Pastor Alemán se encuentra entre las más afectadas a nivel mundial por la displasia de codo, a nivel mundial se han realizado pocos estudios para evaluar la incongruencia de la articulación húmeroradioulnar en esta raza, mientras que en Venezuela aún no se han realizado evaluaciones. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es determinar la congruencia de la articulación del codo en caninos de la raza Pastor Alemán en el período comprendido entre los años 2015 – 2017, siguiendo la metodología descrita por Mostafa *et al.* [6].

## MATERIALES Y MÉTODOS

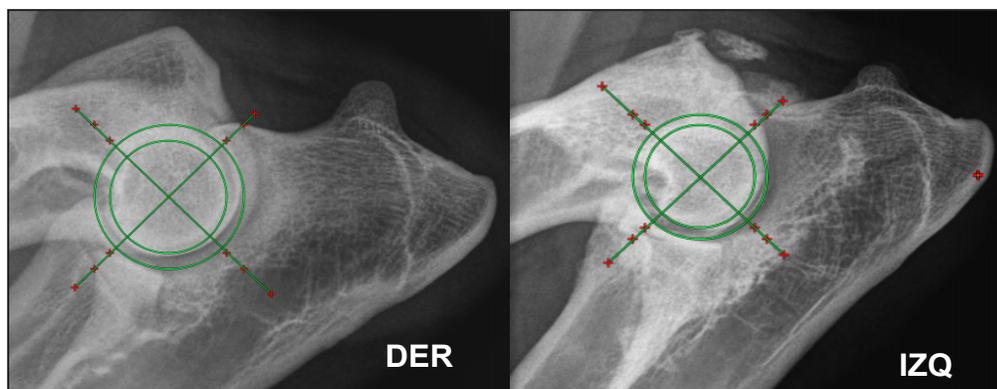
Con el fin de realizar un estudio retrospectivo no probabilístico, se realizó un chequeo de los registros radiográficos que acudieron al Servicio de radiología de la sección de pequeños animales del Hospital veterinario “Dr. Daniel Cabello Mariani” de la

Facultad de ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela (FCV-UCV) entre los años 2015 - 2017. Las imágenes radiográficas fueron captadas por un radiólogo experimentado. Dado que la raza Pastor Alemán fue la hallada con mayor frecuencia, en el presente estudio se excluyó aquellos animales de otras razas. Se consideró satisfactorio el posicionamiento de aquellas radiografías donde la tróclea humeral y el capítulum se encontraban formando dos círculos concéntricos (Figura 1). Aquellas radiografías que no permitían evaluar el margen articular de la cabeza radial o la escotadura troclear de la ulna debido a la superposición del cóndilo humeral fueron excluidas; utilizándose un total de 104 radiografías correspondientes a ambos codos de 55 caninos de dicha raza (22 machos y 33 hembras) con una edad comprendida entre los 6 y los 84 meses de edad.

### Animales evaluados

El grupo control estuvo conformado por 49 animales (20 machos y 29 hembras), de los cuales 12 presentaron hallazgos de osteoartrosis unilateral, para un total de 86 codos evaluados. En el grupo de animales enfermos, se evaluaron 12 animales (4 machos y 8 hembras), de los cuales 6 presentaron lesiones bilaterales y 6 presentaron lesiones unilaterales, para un total de 18 codos evaluados. Asimismo, de estos 12 animales afectados por osteoartrosis, 6 presentaron artrosis ligera, 5 artrosis moderada y 1 artrosis severa.

La edad promedio del grupo control fue de 34,46 meses con una desviación estándar de 22,41 meses y un rango comprendido entre los 9 y 84 meses. En el grupo de animales enfermos, la edad promedio fue de



**Figura 1.** Radiografías de un animal sano y de uno afectado con osteoartrosis. Izquierda: animal sano. Derecha: animal afectado con osteoartrosis. Se puede apreciar la presencia de dos círculos concéntricos trazados sobre la tróclea humeral y sobre la escotadura troclear de la ulna

36,38 meses con una desviación estándar de 22,13 meses y un rango entre 9 y 72 meses (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Valores de media ( $\bar{X}$ )  $\pm$  desviación estándar (DE), rango de las edades y distribución de los sexos en Pastores Alemanes con o sin osteoartrosis (Grupo control)

Parámetro	Grupo Control		Grupo de animales enfermos	
	$\bar{X} \pm DE$	Rango	$\bar{X} \pm DE$	Rango
Edad (Meses)	34,46 $\pm$ 22,41	9 - 84	36,38 $\pm$ 22,13	9 - 72
Sexo	Machos	Hembras	Machos	Hembras
	20	29	4	8

### Evaluación radiográfica

Cada estudio radiográfico constó de dos vistas: craneocaudal y mediolateral completamente flexionada, las cuales fueron obtenidas de acuerdo con los protocolos planteados por el International Elbow Working Group (IEWG). Para el presente estudio se empleó la vista mediolateral completamente flexionada.

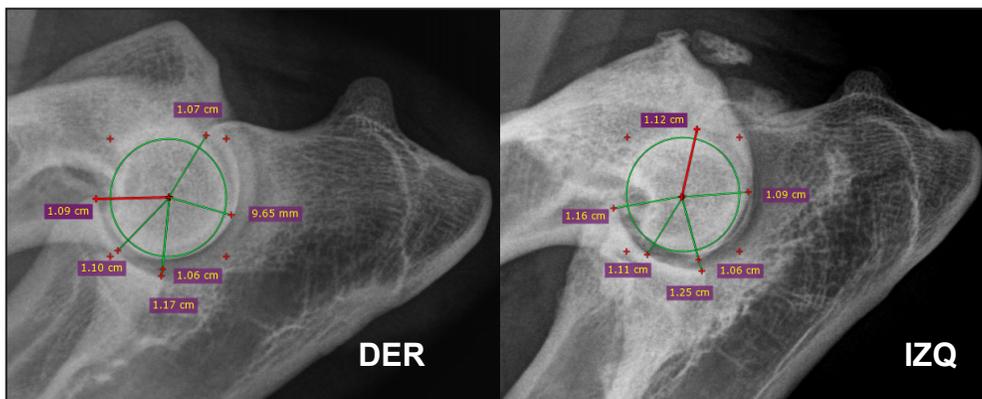
Una vez clasificadas las radiografías de animales sanos (Grupo control) y de animales con displasia de codo debido a osteoartrosis (Grupo de animales enfermos), las mismas fueron evaluadas para determinar el grado de incongruencia articular, mediante el empleo de una versión gratuita del software *RadiAnt dicom viewer*<sup>®</sup>.

Para evaluar el grado de la incongruencia articular se utilizó la técnica descrita por Mostafa et al. [6]. Se midieron las distancias absolutas, promedio y los valores normalizados de las distancias

húmeroradial y húmeroulnar. Para evaluar el grado de incongruencia húmeroradial y húmeroulnar se midieron las siguientes variables: radio de la tróclea humeral, distancias húmeroradiales (craneal, central, caudal y promedio), distancias húmeroradiales corregidas (craneal, central, caudal y promedio), distancias húmeroulnares (proximal, central, distal y promedio), distancias húmeroulnares corregidas (proximal, central, distal y promedio).

Las distancias húmeroradiales se determinaron desde el centro de rotación del cóndilo humeral hasta los bordes próximocraneal, central y próximocaudal en la fóvea de la cabeza radial respectivamente (Figura 2).

La distancia húmeroulnar proximal se midió desde el centro de rotación del cóndilo humeral hasta el borde distocraneal del proceso ancóneo, la distancia húmeroulnar distal se tomó desde el centro de rotación del cóndilo humeral hasta el punto de intersección entre el margen medial de la escotadura troclear de la ulna (al nivel de la base del proceso coronoides medial) y la línea para medir la distancia húmeroradial caudal; mientras que la distancia húmeroulnar central se determinó desde el centro del cóndilo humeral hasta un punto medio entre las distancias proximal y distal en la escotadura troclear de la ulna (Figura 2). Luego, se calculó un valor promedio de las distancias húmeroradiales y húmeroulnares, para determinar la distancia promedio entre el centro de rotación del cóndilo humeral con la fóvea de la cabeza radial y la escotadura troclear, respectivamente. Para evitar las variaciones entre individuos debido al tamaño, se estandarizaron los valores absolutos y promedio



**Figura 2.** Radiografías de un animal sano y de uno afectado con osteoartrosis, donde se pueden apreciar las mediciones efectuadas de las distancias húmeroradiales y húmeroulnares. Izquierda: animal sano. Derecha: animal con osteoartrosis

de cada distancia dividiéndolos entre el radio de la tróclea humeral correspondiente.

La congruencia radioulnar se determinó mediante la evaluación del espacio radioulnar. Para esto, se midieron las siguientes variables: distancia radioulnar tradicional y modificada.

La distancia radioulnar tradicional se realizó midiendo la distancia vertical entre una línea que conecta los bordes próximocraneales y próximocaudales de la fóvea de la cabeza radial y una línea paralela dibujada a lo largo del proceso coronoides lateral. Esta variable se determinó trazando dos líneas paralelas entre la extremidad proximal de la cabeza del radio y el proceso coronoides lateral; luego, se trazó una línea en un ángulo recto de 90 grados y se midió la distancia entre las dos líneas anteriores (Figura 3).

La distancia radioulnar modificada se determinó según la metodología propuesta por Mostafa *et al.* [6]. Su valor se obtuvo de la resta de la distancia húmero radial caudal y la distancia húmero ulnar distal; tomándose la diferencia entre las dos distancias como el espacio existente entre el borde próximocaudal de la cabeza radial y el borde distal del margen medial de la escotadura troclear de la ulna en la base del proceso coronoides medial.

### Análisis estadístico

Previamente se determinó que no existen diferencias estadísticamente significativas en el sexo ni en la edad sobre la presentación de la osteoartritis [11]. Luego, tomando en consideración los valores reportados en la literatura y la variabilidad encontrada en la presente investigación, se realizó la evaluación de la potencia estadística *post-hoc* y del tamaño de la muestra empleando los paquetes estadísticos *ClinCalc*<sup>®</sup> y *Ezstat*<sup>®</sup> respectivamente, los cuales están disponibles online [12, 13].

Una vez obtenidas las distancias con las variables en estudio, estas se sometieron a los correspondientes análisis estadísticos. Los análisis estadísticos posteriores fueron realizados con el uso de un programa estadístico computarizado (*GraphPad Prism* versión 9.0.0 para Windows, *GraphPad Software*, San Diego, California USA).

Las variables seleccionadas (distancia en mm), cumplieron con los criterios de normalidad por la prueba *D'Agostino-Pearson* (test omnibus K2) y para cada una se calculó un valor promedio, la desviación

estándar y se construyó un intervalo de confianza con un nivel de significación del 95%. Los valores obtenidos para animales sanos y enfermos fueron comparados con una prueba de t de dos colas para datos no pareados, para determinar si existía efecto de la osteoartritis sobre las variables en estudio. Por último, se calculó un coeficiente de correlación de *Pearson* [14] para determinar la relación entre la técnica tradicional y la técnica modificada para la evaluación de la distancia radioulnar, tanto para animales sanos como enfermos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente estudio retrospectivo fue conducido en el servicio de radiología de la sección de pequeños animales del Hospital veterinario “Dr. Daniel Cabello Mariani” y la Cátedra de Anatomía de la FCV-UCV entre los años 2015 a 2017. El objetivo fue cuantificar el grado de incongruencia húmeroradioulnar en radiografías mediolaterales flexionadas en caninos de la raza Pastor Alemán con y sin osteoartritis siguiendo la metodología descrita por Mostafa *et al.* [6].

### Potencia estadística y tamaño de la muestra

Al realizar el análisis *post-hoc* de la potencia estadística comparando la variabilidad obtenida en el presente estudio con la reportada previamente en la literatura, se obtuvieron valores de 94,2%; 94,8%; 100%; 61,9% y 53,6%, para las variables radio de la tróclea humeral, distancias húmeroradiales, distancias húmeroulnares y distancias radioulnares evaluadas por la técnica tradicional y modificada, respectivamente. Estos resultados permiten inferir que el tamaño de la muestra necesario fue adecuado para realizar la evaluación del radio de la tróclea humeral, las distancias húmeroradiales y húmeroulnares. Sin embargo, dada la baja variabilidad observada, se requiere de un tamaño de la muestra considerablemente mayor con relación a las distancias radioulnares. Ya que este es un estudio de tipo retrospectivo, no probabilístico, lo mencionado anteriormente es una limitación que debe ser tomada en cuenta al momento de realizar estudios posteriores.

### Variables evaluadas

Para cuantificar el grado de incongruencia húmeroradioulnar se midieron las siguientes variables: radio de la tróclea humeral, distancias húmeroradiales (craneal, central, caudal y promedio), distancias húmeroradiales corregidas (craneal, central, caudal y promedio), distancias húmeroulnares (proximal, central, distal y promedio), distancias húmeroulnares corregidas (proximal, central, distal y promedio), distancia radioulnar tradicional y la distancia radio ulnar modificada. Los resultados obtenidos en las variables evaluadas se pueden observar en el Cuadro 2. También se calculó un coeficiente de correlación de *Pearson* [14] para determinar la correlación entre la técnica tradicional y la técnica modificada para la evaluación de la distancia radioulnar, tanto para animales sanos como enfermos.

El principal hallazgo fue el siguiente: en cuanto a la distancia húmeroradial craneal corregida se observó una diferencia altamente significativa entre los animales sanos y enfermos ( $P < 0,01$ ), lo cual concuerda con lo reportado previamente [6]. De esta manera, se puede considerar que un valor para esta variable mayor a 1,33 mm es consistente con una articulación incongruente en animales de esta raza.

A pesar de que la raza Pastor Alemán es una de las que presenta mayor predisposición de sufrir displasia de codo [10], no se han realizado estudios previos sobre la evaluación de la incongruencia articular en la raza, siendo la mayoría de las investigaciones realizadas en otras razas, tales como: Rottweiler y Greyhounds [15], Labrador Retriever [9,16], Boyero de Berna [17], Labrador y Golden Retriever [6, 18] y Pointer Portugués [20]. Entre los estudios realizados en ejemplares de la raza Pastor Alemán, destaca el trabajo realizado por Keller *et al.* [20], donde correlacionaron los hallazgos radiográficos, histológicos y de necropsia en animales afectados; sin embargo, no evaluaron la incongruencia articular.

También se han realizado estudios involucrando a múltiples razas, entre estos podemos mencionar la investigación realizada por Wind y Packard [21], donde evaluaron 825 ejemplares de las razas Pastor Belga, Saluki, Pastor Australiano y Golden Retriever, mientras que Janach *et al.* [22] compararon la incongruencia articular en caninos de raza Gran Danés, Boyero de Berna, Pastor Alemán, Pointer Alemán, Dobermann Pinscher, Weimaraner, Dálmata y Dogo de Burdeos con caninos de raza

pequeña y condrodistróficos. Además, Eckstein *et al.* [23] han realizado estudios en humanos evaluando la morfomecánica articular, sin embargo, los resultados de estos estudios deben ser considerados con precaución ya que la morfología articular, así como la locomoción difieren con los caninos.

El hecho de que no se hayan conseguido más diferencias estadísticamente significativas, puede estar influenciado por el ángulo de flexión de la articulación de acuerdo a lo reportado previamente por Eckstein *et al.* [23] y Alves-Pimenta *et al.* [24], ya que en la presente investigación se evaluaron radiografías flexionadas, mientras que Mostafa *et al.* [6]; Proks *et al.* [9] y Mostafa *et al.* [18] utilizaron radiografías extendidas; por otra parte Alves-Pimenta *et al.* [19] en un estudio más reciente evaluó radiografías flexionadas, extendidas y en estación. Otra posible influencia en estos resultados es la alta proporción de animales con grado leve y moderado de osteoartritis, ya que varios autores como Murphy *et al.* (25) y Proks *et al.* [26] reportan que la radiografía es un método insuficientemente sensible para el diagnóstico de la incongruencia moderada.

### Radio de la tróclea humeral

En cuanto al radio de la tróclea humeral no se observó diferencias entre los animales sanos y los enfermos. En los animales sanos, los valores en la distancia promedio y en el intervalo del 95% de los animales sanos son mayores a los reportados por Mostafa *et al.* [6, 18] en perros de raza Labrador y Golden Retriever y también resultaron valores mayores a lo reportado en Pointer Portugués por Alves-Pimenta *et al.* [19], como se puede apreciar en el Cuadro 3.

En el grupo de los animales enfermos, la distancia promedio, así como el intervalo de confianza en el 95% de los animales fue mayor a la reportada por Mostafa *et al.* [6, 19] en Labradores y Golden Retriever diagnosticados con enfermedad del proceso coronoides medial, tal como se puede ver en el Cuadro 4.

En esta comparación podemos apreciar que los valores obtenidos previamente por Mostafa *et al.* [6, 18] en animales diagnosticados con la enfermedad del proceso coronoides fueron menores a los obtenidos en animales sanos, lo cual se puede explicar en que la edad promedio en meses de los animales enfermos fue menor (4,9 vs 5,4 y 5 vs 5,5, respectivamente).

**Cuadro 2.** Valores de media ( $\bar{X}$ )  $\pm$  desviación estándar (DE) e intervalos de confianza con un nivel de seguridad del 95% de las medidas radiográficas correspondientes al radio de la tróclea humeral, distancias húmeroradiales absolutas y corregidas, distancias húmeroulnares absolutas y corregidas; y distancias radioulnares por la técnica tradicional y modificada en Pastores Alemanes con o sin osteoartritis (Grupo control). ( $P > 0,05$ )

Variable	Grupo Control (n = 86)			Osteoartritis (n= 18)			Valor de P
	$\bar{X}$	DE	IC 95%	$\bar{X}$	DE	IC 95%	
<b>Radio de la Tróclea humeral</b>	8,20	0,55	8,08-8,32	8,21	0,76	7,83-8,58	0,9696
<b>Distancias Húmeroradiales</b>							
Craneal	10,79	0,84	10,61-10,97	11,28	1,21	10,68-11,88	0,1162
Central	11,07	0,79	10,90-11,24	11,01	1,01	10,51-11,51	0,7710
Caudal	12,32	1,11	12,08-12,55	12,09	1,38	11,40-12,77	0,4447
Promedio	11,39	0,79	11,22-11,56	11,46	1,09	10,92-12,00	0,7673
<b>Distancias Húmeroradiales corregidas</b>							
Craneal	1,32	0,08	1,30-1,33	1,38	0,11	1,32-1,43	0,0091
Central	1,35	0,08	1,34-1,37	1,34	0,09	1,23-1,39	0,7268
Caudal	1,50	0,11	1,48-1,53	1,47	0,12	1,42-1,53	0,3237
Promedio	1,39	0,07	1,38-1,41	1,40	0,08	1,36-1,44	0,6759
<b>Distancias Húmeroulnares</b>							
Proximal	10,39	0,81	10,22-10,56	10,73	1,14	10,16-11,30	0,2507
Central	10,54	0,93	10,34-10,74	10,52	0,99	10,03-11,02	0,9411
Distal	10,91	1,03	10,69-11,13	10,58	1,26	9,96-11,21	0,2408
Promedio	10,61	0,77	10,45-10,78	10,61	1,04	10,10-11,13	0,9890
<b>Distancias Húmeroulnares corregidas</b>							
Proximal	1,27	0,06	1,26-1,28	1,31	0,09	1,26-1,35	0,0944
Central	1,29	0,083	1,27-1,30	1,28	0,06	1,26-1,31	0,8732
Distal	1,33	0,11	1,31-1,35	1,29	0,09	1,24-1,33	0,1095
Promedio	1,30	0,058	1,28-1,31	1,29	0,06	1,26-1,32	0,8876
<b>Distancias Radioulnares</b>							
Tradicional	1,06	0,39	0,97 – 1,14	1,14	0,41	0,93 – 1,34	0,4572
Modificada	1,41	0,59	1,28 – 1,54	1,51	0,64	1,19 – 1,82	0,5360

Como se puede observar, es importante determinar este valor, ya que el mismo va a variar de acuerdo con la raza y la edad, permitiéndonos también obtener las distancias corregidas para realizar comparaciones más precisas y que no estén influenciadas por el tamaño del animal. También podemos apreciar que en el grupo de animales sanos el valor de la desviación estándar obtenido fue

similar a lo reportado por Mostafa *et al.* [6, 18], observándose una mayor variación en el grupo de animales enfermos.

### **Distancias húmeroradiales**

En las distancias húmeroradiales (craneal, central, caudal y promedio), aunque no se encontró diferencias estadísticamente significativas, al comparar

**Cuadro 3.** Comparación de los valores de media ( $\bar{X}$ )  $\pm$  desviación estándar (DE) e intervalos de confianza con un nivel de seguridad del 95% de las medidas radiográficas correspondientes al radio de la tróclea humeral en Pastores Alemanes sin osteoartritis (grupo control) con los valores reportados en las razas Labrador y Golden Retriever por Mostafa *et al.* [6, 18] (a); Mostafa *et al.* [6] (b) y Pointer Portugués por Alves-Pimenta *et al.* [19] (c)

Grupo Control (n = 86)		
X	DE	IC 95%
8,20	0,55	8,08-8,32
7,7 (a)	0,6	7,6-7,8
7,8 (b)	0,6	7,7-7,9
7,0 (c)	1	6-9

**Cuadro 4.** Comparación de los valores de media ( $\bar{X}$ )  $\pm$  desviación estándar (DE) e intervalos de confianza con un nivel de seguridad del 95% de las medidas radiográficas correspondientes al radio de la tróclea humeral en Pastores Alemanes con osteoartritis con los valores reportados en Labradores y Golden Retriever por Mostafa *et al.* [6, 18](a) (b)

Grupo con osteoartritis (n= 18)		
X	DE	IC 95%
8,21	0,76	7,83-8,58
7,5 (a)	0,6	7,4-7,7
7,6 (b)	0,6	7,4-7,7

los valores absolutos de las distancias húmeroradiales podemos apreciar que en el grupo de animales enfermos las distancias húmeroradiales craneal y promedio presentaron valores más altos que en el grupo control.

Como podemos apreciar en el Cuadro 5. Al realizar la comparación con los valores reportados previamente, se puede observar que estos valores fueron mayores a los reportados por Mostafa *et al.* [6]. De manera similar, se puede apreciar que, con excepción de la distancia húmeroradial craneal en el grupo de los animales enfermos, a medida que se avanza en sentido craneocaudal la distancia tiende a incrementarse.

En un estudio que involucró caninos de diferentes tamaños Janach *et al.* [22], reportan diferencias estadísticamente significativas en las distancias interóseas central y caudal entre animales de talla grande con respecto a los de talla pequeña y

condrodistróficos; mientras que en otro estudio Alves-Pimenta *et al.* [19] realizaron una comparación entre estas distancias interóseas en radiografías tomadas en flexión, estación y en extensión, en animales sanos, encontrando una mayor distancia en las radiografías flexionadas, con una diferencia significativa en las distancias húmeroradiales craneal y central; por otra parte, en estación la distancia interósea central fue significativamente mayor que en extensión. Asimismo, Alves-Pimenta *et al.* [19] reportan una disminución estadísticamente significativa en el espacio interóseo húmeroradial craneal en las radiografías flexionadas.

En estos estudios realizados por Alves-Pimenta *et al.* [19] y Janach *et al.* [22] emplean una metodología distinta para la evaluación de la congruencia articular, midiendo la distancia interósea en vez de realizar las medidas descritas en el presente trabajo; sin embargo, utilizan referencias anatómicas similares. No se puede realizar una comparación directa con los datos obtenidos por estos autores, aunque al comparar el comportamiento de las variables reportadas por estos autores podemos observar una tendencia inversa a lo descrito previamente para las distancias húmeroradiales, ya que Janach *et al.* [22] reportan que las distancias interóseas tienden a disminuir al dirigirse craneocaudalmente, tal como podemos observar en el Cuadro 6. Asimismo, Alves-Pimenta *et al.* [19] han reportado previamente una menor distancia interósea húmeroradial central, con una mayor amplitud articular caudalmente (Cuadro 7).

Estas diferencias en el comportamiento de las distancias húmeroradiales y los espacios articulares pueden deberse a las diferentes metodologías empleadas por los investigadores, ya que en el presente trabajo y en los estudios realizados por Mostafa *et al.*, [6] y Alves-Pimenta *et al.* [19], la técnica de elección para la evaluación de la incongruencia articular fue la radiología, a diferencia de Janach *et al.* [22], quienes emplearon la resonancia magnética, lo cual permite la evaluación del cartilago articular, permitiendo hacer una mejor determinación del espacio intraarticular.

### Distancias húmeroradiales corregidas

En cuanto a las distancias húmeroradiales corregidas, se observaron diferencias altamente significativas en la distancia húmeroradial craneal corregida entre los animales sanos y los enfermos ( $P < 0,01$ ). En el resto de las distancias húmeroradiales corregidas (central, caudal y promedio) no se

**Cuadro 5.** Comparación de los valores de media ( $\bar{X}$ )  $\pm$  desviación estándar (DE) e intervalos de confianza con un nivel de seguridad del 95% de las medidas radiográficas correspondientes a las distancias húmeroradiales craneal, central, caudal y promedio en Pastores Alemanes con o sin osteoartrosis con los valores reportados en Labradores y Golden Retriever por Mostafa *et al.* [6] (a)

Distancias húmeroradiales						
	Grupo Contro <sub>l</sub>			Grupo con osteoartrosis		
	X	DE	IC 95%	X	DE	IC 95%
Craneal	10,79	0,84	10,61-10,97	11,28	1,21	10,68-11,88
Craneal (a)	10,4	0,9	10,2-10,6	10,4	0,9	10,2-10,6
Central	11,07	0,79	10,90-11,24	11,01	1,01	10,51-11,51
Central (a)	10,8	0,9	10,6-11,0	10,9	0,9	10,7-11,1
Caudal	12,32	1,11	12,08-12,55	12,09	1,38	11,40-12,77
Caudal (a)	10,9	1,0	10,7-11,2	11,4	1,1	11,1-11,6
Promedio	11,39	0,79	11,22-11,56	11,46	1,09	10,92-12,00
Promedio (a)	10,7	0,9	10,5-10,9	10,9	0,9	10,7-11,1

**Cuadro 6.** Valores de media ( $\bar{X}$ ) y desviación estándar (DE) de las medidas por resonancia magnética (escaneos 1 y 2) correspondientes a las distancias interóseas húmeroradiales craneal, central y caudal reportadas en perros de raza grande por Janach *et al.*, [22]

Scan MRI	Posición	X	DE
S1	Craneal	1,97	0,6
	Central	1,69	0,52
	Caudal	1,65	0,5
S2	Craneal	2,09	0,85
	Central	1,81	0,75
	Caudal	1,64	0,41

encontraron diferencias significativas entre ambos grupos ( $P > 0,05$ ).

En contraste, Mostafa *et al.* [6] han reportado diferencias significativas en todas las distancias húmeroradiales corregidas entre animales sanos y animales afectados con enfermedad del proceso coronoides medial. Por otra parte, Janach *et al.* [22] han planteado una metodología diferente para la estandarización de acuerdo con el tamaño del animal, dividiendo las distancias interóseas entre 3. Los valores reportados se pueden observar en el Cuadro 8 para animales de talla grande. Asimismo, reportan diferencias significativas en las distancias

húmeroradiales craneal y central estandarizada entre los animales de talla grande y pequeña.

Como se mencionó anteriormente, ya que la metodología empleada por Alves-Pimenta *et al.* [19] para evaluar la congruencia articular es diferente a la señalada en el presente trabajo, no se pueden realizar comparaciones directas; sin embargo, podemos observar que estos autores reportan en animales sanos una disminución significativa en el espacio interóseo craneal corregido en las radiografías flexionadas, con respecto a las radiografías extendidas del miembro. Dado que en el presente estudio se emplearon radiografías flexionadas de la articulación del codo, podemos resaltar como principal hallazgo esta pérdida de la disminución del espacio articular en los animales afectados con osteoartrosis. Al comparar radiografías extendidas y en estación, Alves-Pimenta *et al.* [19] reportan un incremento significativo en la distancia húmeroradial central corregida durante la fase de estación.

### Distancias húmeroulnares

En las distancias húmeroulnares (proximal, central, distal y promedio) no se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre los animales sanos y los enfermos ( $P > 0,05$ ). Esto indica un comportamiento diferente de la osteoartrosis a nivel de esta articulación, en contraste por lo reportado por Mostafa *et al.* [6] en animales afectados con enfermedad del proceso coronoides medial.

**Cuadro 7.** Valores de media ( $\bar{X}$ ) y desviación estándar (DE) de las medidas radiográficas correspondientes a las distancias interóseas húmeroradiales craneal, central y caudal reportadas en perros de raza Pointer Portugués por Alves-Pimenta *et al.* [19]

Medidas	$\bar{X}$	DE	Rango
Craneal	1,45	0,57	0,75-4
Central	1,21	0,24	0,77-1,88
Caudal	2,38	0,24	0,85-1,96

Por otra parte, en animales sanos al determinar el espacio interóseo central y distal, Janach *et al.* [22] han reportado unas medidas significativamente mayores en animales de raza grande con respecto a los animales de raza pequeña y condrodistróficos. Otro hallazgo importante reportado por estos autores es una disminución significativa en el espacio interóseo proximal en animales de talla grande, con respecto a aquellos de talla pequeña y condrodistróficos. A su juicio esto sugiere una menor capacidad en animales de talla grande para compensar una eventual incongruencia radioulnar, lo cual teóricamente los predispondría a presentar fallas de unión del proceso anóneo.

Por otra parte, al comparar el espacio interóseo húmeroulnar en las mismas referencias anatómicas en animales sanos, Alves-Pimenta *et al.* [19] han obtenido un incremento en las distancias en las articulaciones flexionadas y en estación, con respecto a las extendidas. Estos resultados difieren de lo reportado por Proks *et al.* [9], quienes establecen que la mejor vista radiográfica para la evaluación de la incongruencia húmeroulnar es la vista radiográfica con un ángulo de flexión de 90 grados, simulando la posición natural de la articulación, pero de acuerdo a lo reportado por Alves-Pimenta *et al.* [19], podemos apreciar que hay una diferencia significativa entre esta vista y la imagen que se obtendría en un animal en estación.

Lo anteriormente señalado permite inferir que las distancias húmeroulnares tienden a incrementarse a medida que se incrementa la talla del animal y durante la flexión articular, observándose también un incremento significativo en caninos afectados con la enfermedad del proceso coronoides medial. Sin embargo, de acuerdo con los resultados del presente

**Cuadro 8.** Valores de media ( $\bar{X}$ ) y desviación estándar (DE) de las medidas por resonancia magnética (escaneos 1 y 2) correspondientes a las distancias interóseas húmeroradiales corregidas (craneal, central y caudal) reportadas en perros de raza grande por Janach *et al.* [22]

Scan MRI	Posición	$\bar{X}$	DE
S1	Craneal	5,46	1,98
	Central	4,74	1,77
	Caudal	4,54	1,48
S2	Craneal	5,61	2,22
	Central	4,87	1,94
	Caudal	4,45	0,93

trabajo este incremento no fue diferente entre animales sanos y animales afectados por diversos grados de osteoartrosis. Janach *et al.* [22] han mencionado que existe una correlación positiva entre la talla del animal con una conformación elíptica de la escotadura ulnar, siendo necesarios más estudios para determinar si este cambio en la conformación de la articulación está relacionado con el incremento en las distancias húmeroulnares.

### Distancias húmeroulnares corregidas

En el presente estudio tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las distancias húmeroulnares corregidas entre los animales sanos y los afectados por osteoartrosis ( $P > 0,05$ ). Este hallazgo difiere de lo reportado por Mostafa *et al.* [6], quienes propusieron la presente metodología para comparar la congruencia articular en animales sanos y afectados por enfermedad del proceso coronoides medial. En este sentido, Mostafa *et al.* [6] han reportado un incremento significativo en todas las distancias húmeroulnares corregidas en el grupo de animales enfermos. De manera similar, Prokset *et al.* [9] proponen un índice de subluxación para la evaluación de la congruencia húmeroulnar, reportando valores mayores en animales afectados por la enfermedad del proceso coronoides medial con respecto a animales sanos.

Janach *et al.* [22] han reportado una variación significativa en la distancia interósea húmeroulnar proximal entre animales de talla grande con respecto a animales de talla pequeña y condrodistróficos. Estos resultados parecen confirmar que la conformación de

la articulación va a variar de acuerdo con la talla y a la conformación del animal, lo que es de esperar ya que dependiendo de estas variables van a variar las fuerzas que ejercen acción sobre la articulación.

Por otra parte, al comparar articulaciones extendidas en animales sanos con articulaciones flexionadas y en estación, Alves-Pimenta *et al.* [19] reportan un incremento significativo en el espacio interóseo articular durante la extensión del miembro. Es importante resaltar que en el estudio realizado por estos autores las radiografías extendidas pretenden simular el ángulo y la misma situación de congruencia articular que ocurren durante la estación, por lo que estos resultados permiten inferir que la congruencia articular, determinada mediante la evaluación de las distancias articulares no solamente varían de acuerdo al grado de flexión o extensión articular, sino también de acuerdo al tono muscular, ya que las radiografías tomadas en flexión y extensión fueron con los animales anestesiados, a diferencia de las radiografías en estación, lo cual es un importante factor a tomar en cuenta en futuros estudios sobre la evaluación de la congruencia de esta articulación.

### **Distancias radiolunares**

Al comparar los animales sanos con aquellos afectados por osteoartritis no se observaron diferencias estadísticamente significativas en las distancias radiolunares por la técnica tradicional ni por la técnica modificada sugerida por Mostafa *et al.* [6].

Previamente, Mostafa *et al.* [6] y Proks *et al.* [9] han reportado un incremento en la distancia entre el margen subcondral de la cabeza radial y el proceso coronoides lateral en caninos afectados por la enfermedad del proceso coronoides medial. Estos resultados parecen indicar una mayor alteración de estas distancias en los animales afectados por la enfermedad del proceso coronoides medial que en los animales afectados por osteoartritis, sin embargo, se necesita más investigación empleando varias razas y con un mayor tamaño de muestra para poder obtener conclusiones más precisas.

Proks *et al.* [9] y Murphy *et al.* [25], postulan que la vista radiográfica flexionada de 90 grados es la mejor para realizar la evaluación de la incongruencia radiolunar, ya que a su juicio esta vista permite simular la posición natural de una articulación en estación. Sin embargo, Proks *et al.* [26] reportan que la flexión articular acentúa la incongruencia radiolunar;

mientras que más recientemente, Alves-Pimenta *et al.* [19] al comparar radiografías en flexión, extensión y estación han reportado un incremento en el espacio interóseo articular durante la flexión con respecto a la extensión, disminuyendo el mismo durante la estación, lo que parece refutar lo afirmado previamente por Proks *et al.* [9] y Murphy *et al.* [25] al tomar en cuenta nuevas variables relacionadas con el tono muscular, así como la actividad de los ligamentos y tendones sobre la congruencia articular.

Por otra parte, Proks *et al.* [9] reportan una correlación moderada entre los grados de incongruencia húmeroulnar y radiolunar ( $r=0,63$ ) en animales afectados por enfermedad del proceso coronoides medial. Es necesario realizar más investigaciones para saber si estos resultados son extrapolables en animales afectados por osteoartritis.

Al comparar los valores de la distancia radiolunar obtenidos por la técnica tradicional con lo reportado por la literatura (Cuadro 9), encontramos que en el caso de los animales sanos, los valores obtenidos son mucho mayores a los reportados previamente por Proks *et al.* [9] en radiografías mediolaterales flexionadas y por Alves-Pimenta *et al.* [19] en radiografías en estación; pero son bastante similares a los valores obtenidos por Mostafa *et al.* [6, 18] y Alves-Pimenta *et al.* [19] en radiografías mediolaterales extendidas. Siendo hasta ahora los valores más altos reportados en radiografías flexionadas los obtenidos por Alves-Pimenta *et al.* [19] en ejemplares de raza Pointer Portugués. Por otra parte, al comparar los animales afectados, en nuestro caso por varios grados de osteoartritis con los valores reportados en la literatura de animales afectados por enfermedad del proceso coronoides medial, los valores obtenidos en el presente trabajo fueron los menores, seguidos de manera ascendente los datos reportados por Proks *et al.* [9] en Labradores Retriever y por Mostafa *et al.* [6, 18] en Labradores y Golden Retriever, donde se ha reportado los valores máximos en la literatura.

En lo que se refiere a la distancia radiolunar por la técnica modificada, se puede observar (Cuadro 10) que los valores obtenidos fueron mayores a los reportados por Alves-Pimenta *et al.* [20] en Pointer Portugués, mientras que fueron mucho menores a los reportados en Labradores y Golden Retriever por Mostafa *et al.* [6]. Como se indicó anteriormente estas diferencias observadas podrían implicar diferencias en el comportamiento de la osteoartritis, con respecto a

**Cuadro 9.** Comparación de los valores de media ( $\bar{X}$ ), desviación estándar (DE) e intervalo de confianza con un nivel de seguridad del 95% de las medidas radiográficas correspondientes a la distancia radioulnar por la técnica tradicional obtenidos a lo reportado en Labradores por Proks et al. [9] (a), Labradores y Golden Retriever por Mostafa et al. [6, 18] (b) (c) y Pointer Portugués por Alves-Pimenta et al. [19] (d1, d2 y d3) d1= distancia radioulnar en radiografías flexionadas, d2= distancia radioulnar en radiografías extendidas y d3= distancia radioulnar en radiografías en estación

Grupo Control			Grupo Afectado		
$\bar{X}$	DE	IC 95%	$\bar{X}$	DE	IC 95%
1,059	0,3939	0,974 – 1,143	1,136	0,4095	0,932 – 1,339
0,4 (a)	0,2	0,3 – 0,5	1,5	0,9	1,4 – 1,6
1,3 (b)	0,3	1,2 – 1,4	2,0	0,5	1,9 – 2,1
1,3 (c)	0,3	1,2 – 1,4	2,1	0,5	2,0 – 2,2
1,77 (d <sup>1</sup> )	0,49	0,80 – 3,52	-	-	-
1,06 (d <sup>2</sup> )	0,39	0,25 – 2,03	-	-	-
0,41(d <sup>3</sup> )	0,48	-0,68 – 1,59	-	-	-

**Cuadro 10.** Comparación de los valores de media ( $\bar{X}$ ), desviación estándar (DE) e intervalo de confianza con un nivel de seguridad del 95% de las medidas radiográficas correspondientes a la distancia radioulnar por la técnica modificada obtenidos a lo reportado en Labradores y Golden Retriever por Mostafa et al. [6] (a) y Pointer Portugués por Alves-Pimenta et al. [19] (b1, b2 y b3) b1= distancia radioulnar en radiografías flexionadas, b2= distancia radioulnar en radiografías extendidas y b3= distancia radioulnar en radiografías en estación

Grupo Control			Grupo Afectado		
$\bar{X}$	DE	IC 95%	$\bar{X}$	DE	IC 95%
1,410	0,591	1,284 – 1,537	1,507	0,638	1,189 – 1,824
1,8 (a)	0,6	1,7 – 1,9	2,2	0,7	2,1 – 2,4
1,25 (b <sup>1</sup> )	0,54	-0,17 – 2,83	-	-	-
0,54 (b <sup>2</sup> )	0,27	0,01 – 1,15	-	-	-
0,05 (b <sup>3</sup> )	0,39	-0,80 – 0,97	-	-	-

la enfermedad del proceso coronoides medial, la cual parece ser una condición mucho más agresiva. Por otra parte, estas diferencias también pueden deberse a las diferentes razas estudiadas, por lo que es necesario realizar estudios en un mayor número de animales y evaluando un mayor número de razas afectadas por las diferentes patologías de la articulación.

#### **Coefficiente de correlación (Pearson) entre las técnicas tradicional y modificada**

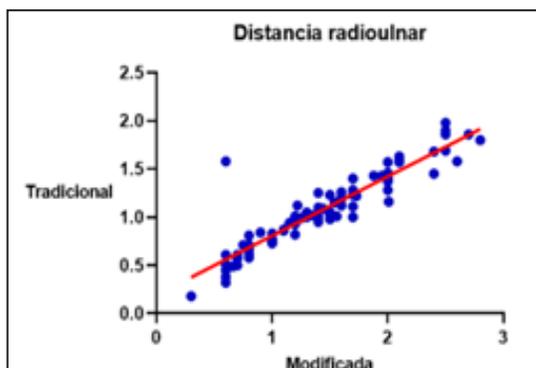
Se obtuvo un coeficiente de correlación significativo entre las técnicas tradicional y modificada. En el

grupo de los animales sanos (Figura 4) el coeficiente de correlación fue de 0,92, con un coeficiente de determinación de 0,8514.

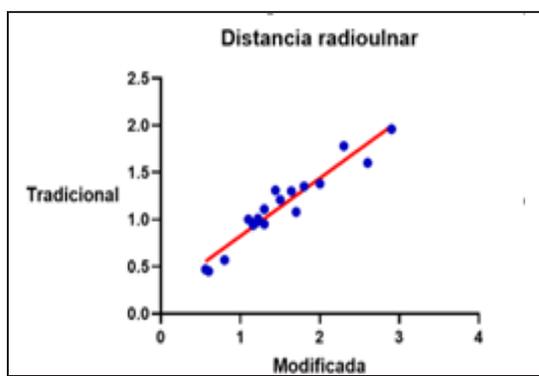
En los animales enfermos (Figura 5) se obtuvo un coeficiente de correlación de 0,96 y un coeficiente de determinación de 0,9179.

Mientras que al evaluar ambos grupos en conjunto (Figura 6) se obtuvo un coeficiente de correlación de 0,93 y un coeficiente de determinación de 0,8637.

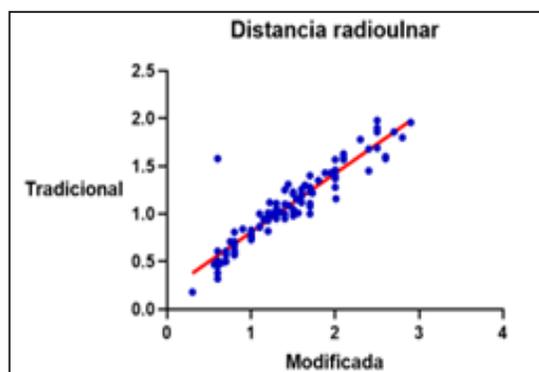
Estos coeficientes son mucho mayores a los reportados previamente por Mostafa et al. [6] en Labradores y Golden Retriever ( $r=0,74$ ) y por



**Figura 4.** Recta de regresión de la distancia radioulnar entre las técnicas modificada y tradicional en Pastores Alemanes sin osteoartritis ( $P > 0,05$ )



**Figura 5.** Recta de regresión de la distancia radioulnar entre las técnicas modificada y tradicional en Pastores Alemanes con osteoartritis ( $P > 0,05$ )



**Figura 6.** Recta de regresión de la distancia radioulnar entre las técnicas modificada y tradicional en Pastores Alemanes con y sin osteoartritis ( $P > 0,05$ )

Alves-Pimenta *et al.* [19] en Pointer Portugués ( $r=0,82$ ). Finalmente, al obtener la distancia radioulnar por la técnica modificada [14], la distancia radioulnar por la técnica tradicional (Y)

puede ser estimada en animales sanos, enfermos y en conjunto por medio de las siguientes ecuaciones respectivamente:

$$Y = 0,6151 * X + 0,1914 \text{ (sanos)}$$

$$Y = 0,6149 * X + 0,2091 \text{ (enfermos)}$$

$$Y = 0,6157 * X + 0,1935 \text{ (en conjunto)}$$

Donde Y = distancia radioulnar por el método tradicional

X = distancia radioulnar por el método modificado

### LIMITACIONES

Los resultados obtenidos parecen indicar una mayor alteración de las distancias evaluadas en los animales afectados por la enfermedad del proceso coronoides medial reportados por la literatura que en los animales afectados por osteoartritis reportados en el presente trabajo; sin embargo, se necesita más investigación empleando varias razas y con un mayor tamaño de muestra para poder obtener conclusiones más precisas.

El hecho de que no se haya encontrado diferencias significativas en la mayoría de las variables evaluadas entre los animales sanos y los enfermos, puede deberse al bajo tamaño de la muestra en los animales afectados por osteoartritis (12 animales), de los cuales 6 presentaban artrosis ligera, 5 artrosis moderada y 1 artrosis severa. Por lo tanto, se espera que en el caso de incrementarse la severidad de la osteoartritis también se pueda apreciar más diferencia entre los animales sanos y los afectados. De la misma manera, como se mencionó anteriormente, se requiere de un tamaño de la muestra considerablemente mayor con relación a las distancias radioulnares. Esto constituye una limitación del presente estudio que deberá ser tomada en cuenta en la ejecución de estudios prospectivos.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente estudio representa la primera evidencia de la cuantificación radiográfica del grado de incongruencia húmeroradial y húmeroulnar en Pastores Alemanes, mediante el cálculo de las distancias húmeroradiales y húmeroulnares absolutas y promedio; así como las distancias húmeroradiales y húmeroulnares corregidas a lo largo del borde óseo subcondral correspondiente, con respecto

al radio de la tróclea humeral en tres diferentes localizaciones anatómicas. También se evaluó el grado de incongruencia radioulnar mediante la determinación de la distancia radioulnar por la técnica tradicional y por la técnica modificada introducida por Mostafa *et al.* [6].

El principal hallazgo fue el incremento de la distancia húmeroradial craneal corregida en los animales afectados con diferentes grados de osteoartrosis con respecto a los animales sanos, considerándose que un valor para esta variable mayor a 1,33 mm es consistente con una articulación incongruente en animales de esta raza. En el resto de las variables evaluadas no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos evaluados. Estos hallazgos parecen confirmar lo reportado por la literatura reciente que indica que durante la flexión se hace más congruente la articulación húmeroulnar; sin embargo, también se ha indicado recientemente que durante la flexión hay un incremento en las distancias húmeroradiales, lo cual no concuerda del todo por lo reportado en esta investigación, por lo tanto, se requiere de más investigación para comprobar estas hipótesis.

Se obtuvo un coeficiente de correlación significativo en la evaluación de la distancia radioulnar por la técnica tradicional y por la técnica modificada tanto en animales sanos ( $r=0,92$ ), enfermos ( $r=0,96$ ) y en conjunto ( $r=0,93$ ). Esto nos indica que esta técnica modificada puede ser empleada como una alternativa a la técnica tradicional en radiografías flexionadas en ejemplares de esta raza, con o sin osteoartrosis. Sin embargo, dada la baja variabilidad observada, se recomienda incrementar el tamaño de la muestra al evaluar estas variables en los estudios siguientes.

## DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no poseer ningún conflicto de interés en la ejecución del presente estudio.

## APORTE DE LOS AUTORES AL TRABAJO

Todos los autores contribuyeron a la planificación y ejecución de los estudios, análisis de los datos y redacción del manuscrito.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento al personal de la Sección de Pequeños Animales Del Hospital “Dr. Daniel Cabello Mariani” y a todos los pacientes que hicieron posible la ejecución del presente trabajo. También deseamos expresar nuestro agradecimiento a la Universidad de Aarhus, por permitirnos acceder al programa estadístico para analizar nuestros datos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Samoy Y, Gielen I, Van Bree H, Van Ryssen B. Dysplastic elbow diseases in dogs. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift*. 2011;327-338.
2. Barnard C, editor *Canine Elbow Dysplasia*. 2008.
3. Michelsen J. Canine elbow dysplasia: aetiopathogenesis and current treatment recommendations. *Vet J* 2013;196(1):12-19.10.1016/j.tvjl.2012.11.009
4. Kirberger RM, Fourie SL. Elbow dysplasia in the dog: pathophysiology, diagnosis and control. *J. S. Afr. Vet. Assoc.* 1998; 69(2):43-54.10.4102/jsava.v69i2.814
5. Goldhammer MA, Smith SH, Fitzpatrick N, Clements DN. A comparison of radiographic, arthroscopic and histological measures of articular pathology in the canine elbow joint. *Vet J*. 2010;186(1):96-103.10.1016/j.tvjl.2009.07.025
6. Mostafa A, Nolte I, Wefstaedt P. Quantitative Radiographic Evaluation of Elbow Incongruity in Labrador and Golden Retrievers with Confirmed Medial Coronoid Disease. *Vet Comp Orthop Traumatol*. 2019;32:10-17.
7. Samoy Y, Van Ryssen B, Gielen I, Walschot N, van Bree H. Review of the literature: elbow incongruity in the dog. *Vet Comp Orthop Traumatol*. 2006;19(1):1-8. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1632965>
8. Owens J, D B. *Radiographic Interpretation for the Small Animal Clinician*. 2 ed ed. 351 West Camden Street Baltimore, Maryland 21201-2436 USA. 1999.
9. Proks P, Necas A, Stehlik L, Srnec R, Griffon D. Quantification of Humeroulnar Incongruity in Labrador Retrievers with and without Medial Coronoid Disease. *Veterinary Surgery*. 2011; 40 981-986. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2011.00907.x>
10. Nemanic S, Nixon BK, Baltzer W. Analysis of risk factors for elbow dysplasia in giant breed dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol*. 2016;29(5):369-377.10.3415/VCOT-15-05-0175
11. Seijas-Pedroza GA, Marcial TA, Céspedes R. Estudio retrospectivo de los hallazgos radiográficos en la articulación húmeroradioulnar En pastoes alemanes

- evaluados en el hospital “Dr Daniel Cabello Mariani” durante 2015-2017. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias, UCV.* 2023;64(1).
12. Kane S. ClinCalc 2025 [updated June 23, 2024]. Available from: <https://clincalc.com/stats/Power.aspx>.
  13. Ezstat. Sample Size & Power Analysis Calculator 2025 [updated November 16, 2024]. Available from: <https://www.ezstat.app/calculators/hypothesis-testing/sample-size-and-power-analysis-calculator>.
  14. Samoy Y, Gielen I, Saunders J, van Bree H, Van Ryssen B. Sensitivity and specificity of radiography for detection of elbow incongruity in clinical patients. *Vet Radiol Ultrasound.* 2012;53(3):236-244.10.1111/j.1740-8261.2011.01900.x
  15. Collins KE, Cross AR, Lewis DD, Zapata JL, Goett SD, Newell SM, et al. Comparison of the radius of curvature of the ulnar trochlear notch of Rottweilers and Greyhounds. *Am J Vet Res.* 2001;62(6):968-973.
  16. Olson NC, Brinker W, Carrig C, Tvedten HW. Asynchronous Growth of the Canine Radius and Ulna: Surgical Correction following Experimental Premature Closure of the Distal Radial Physis. *Veterinary Surgery.* 1981;10(July-September):125-131.
  17. Stein S, Schmoekel HG, Waibl H, Brunnberg L. Computerized measurements of radiographic anatomical parameters of the elbow joint in Bernese Mountain Dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol.* 2012(3):250-261.
  18. Mostafa A, Nolte I, Wefstaedt P. 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.* 2019;126(126):83-88.
  19. Alves-Pimenta S, Soares S, Colaço B, Ginja MM. Effect of elbow angle and weight-bearing on the evaluation of joint congruence in dogs. *The anatomical record.* 2022:1-12.DOI: 10.1002/ar.24937.
  20. Keller GG, Kreeger JM, Mann FA, Lattimer JC. Correlation of radiographic, necropsy and histologic findings in 8 dogs with elbow dysplasia. *Vet Radiol Ultrasound.* 1997;38(4):272-276.
  21. Wind AP, Packard ME. Elbow Incongruity and Developmental Elbow Diseases in the Dog: Part II. *Journal of the American Animal Hospital Association.* 1986:725-770.
  22. Janach K, Breit S, Künzel W. Assessment of the geometry of the cubital (elbow) joint of dogs by use of magnetic resonance imaging. *American journal of veterinary research.* 2006;67(2):211-218.
  23. Eckstein F, Lohe F, Hillebrand S, Bergmann M, Schulte E, Milz S, et al. Morphomechanics of the Humeroulnar Joint: 1. Joint Space Width and Contact Areas as a Function of Load and Flexion Angle. *The anatomical record.* 1995;243:318-26.
  24. Alves-Pimenta S, Colaço B, Ginja M. Radiographic determination of the canine elbow joint angle in collimated views. *Acta Veterinaria-Beograd.* 2021;71:1-12.
  25. Murphy ST, Lewis DD, Shiroma JT, Neuwirth LA, Parker RB, Kubilis PS. Effect of radiographic positioning on interpretation of cubital joint congruity in dogs. *Am J Vet Res.* 1998;59(11):1351-137.
  26. Proks P, Stehlík L, Irová K, Dvořák M, Srnec R, Nečas A. Relationship between radioulnar Incongruity of elbow joints and the type of fragmented processus coronoideus medialis. *Acta Vet Brno.* 2010(79):307-312.