



Universidad  
Católica de  
Valencia  
San Vicente Mártir

TFG

**TRABAJO FIN DE GRADO**

---

**GRADO EN  
VETERINARIA**

# Patologías congénitas de la columna vertebral en perros braquiocefálicos.

Alumna: María Belén Sánchez García

Tutor: Carlos Ros Alemany

Curso académico: 2020-2021



Facultad de Veterinaria  
y Ciencias Experimentales  
Universidad Católica de Valencia  
San Vicente Mártir

## **Agradecimientos**

En primer lugar, me gustaría agradecer su constante apoyo a mis padres, Salva y Belén, y a mis hermanos, Paloma y Martín, por estar ahí en todo momento, durante toda la carrera y por no dudar ni un segundo que lo iba a lograr.

A Daniel, por ser mi pilar, por apoyarme día tras día y siempre tener confianza en mí. Por compartir esta pasión conmigo y no dejarme rendirme en ningún momento.

A las amigas que me ha dado esta carrera, en especial Patricia y Elena, que a pesar de haber terminado antes, han sido siempre un apoyo fundamental. Además de compartir nuestro amor por la veterinaria, compartimos también aficiones y ahora también recuerdos, que sé que nos van a acompañar siempre y vamos a seguir creando nuevos. Sin olvidar a Amparo, Paula y Sandra. A Laura, por las horas compartidas de estudio, de rotatorio y de rugby, por las risas y los llantos, y por el apoyo constante.

A mis amigas de toda la vida, Isabel, Majo, Andrea, Elena, Nuria y Eva, por confiar en mí y ser siempre un hombro en el que apoyarse. También a las amigas que me ha dado el rugby universitario y federado, por no dejarme caer y compartir esta afición tan grande.

A mi tutor Carlos, por ayudarme y guiarme durante toda la carrera, en especial durante el desarrollo de este trabajo. Por sus enseñanzas y comprensión.

A todos los profesores de la carrera, por su paciencia, sus enseñanzas y sus consejos.

Y, por último, a Javi, Ramón y Soraya, por darme la oportunidad de aprender tanto del día a día de la veterinaria, por compartir consejos y enseñanzas conmigo, y por permitirme crecer como profesional y como persona.

## Índice

Resumen.....	1
Abstract .....	1
1. Introducción .....	2
DESARROLLO EMBRIONARIO.....	2
2. Justificación y objetivos.....	7
3. Material y métodos .....	8
CRITERIOS DE INCLUSIÓN .....	9
CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	9
4. Resultados .....	9
5. Discusión .....	13
HEMIVERTEBRA .....	13
VERTEBRAS EN BLOQUE .....	17
ESPINA BÍFIDA.....	18
VERTEBRAS TRANSICIONALES.....	20
INESTABILIDAD ATLANTOAXIAL.....	22
DISPLASIA/HIPOPLASIA/APLASIA DE LOS PROCESOS ARTICULARES .....	24
6. Conclusiones.....	26
7. Bibliografía .....	26

## Índice de figuras y tablas

<b>Fig. 1</b> Desarrollo del tubo neural, secciones transversas (de Lahunta., 2016) .....	3
<b>Fig. 2. A.</b> La parte densa caudal de un esclerotomo se une a la parte craneal del siguiente formando el centro. <b>B.</b> Cartílago primordial de la vértebra, con el núcleo pulposos a lo largo del eje axial. <b>C.</b> Centro de osificación del cuerpo vertebral (Hyttel, 2010) .....	4
<b>Fig. 3.</b> Vista caudal de la séptima vértebra cervical. <b>A.</b> Arco, <b>B.</b> Cuerpo, <b>C.</b> Lámina, <b>D.</b> Proceso articular, <b>E.</b> Pedículo (Bouma, 2016) .....	5
<b>Fig. 4.</b> Hemivertebra no segmentada (Arriba) y hemivertebra contralateral parcialmente segmentada (Abajo) con arco neural incompleto (Westworth et al., 2010).....	14
<b>Fig. 5.</b> Vértebra mariposa en T6. (Bailey et al., 1992). .....	14
<b>Fig. 6.</b> Diagrama de los subtipos de hemivertebras usados para clasificarlas según su imagen en la TAC (Gutiérrez-Quintana et al., 2014). .....	16
<b>Fig. 7.</b> Vertebra en bloque localizadas de C2 a C5 en la región cervical de un perro (Lin et al., 2009)....	18
<b>Fig. 8.</b> Espina bífida. (A)Radiografía ventrodorsal en carlino de 6 meses de edad, donde la lámina y el proceso espinoso de T1 no se han fusionado (Flecha). (B) TAC en ventana tejido óseo de una sección transversal de una vértebra torácica con espina bífida (flecha) (Bailey et al., 1992).....	19
<b>Fig. 9.</b> Meningocele (flecha larga) y duramadre normal (flecha corta) en imagen intraquirúrgica (Song et al., 2016).....	19
<b>Fig. 10.</b> Vertebra transicional Toracolumbar, se observa la formación de una costilla a nivel de L1. (Ryan et al., 2017).....	21
<b>Fig. 11.</b> Subluxación atlantoaxial con desplazamiento dorsal del axis hacia el canal vertebral (Slanina, 2016).....	22
<b>Fig. 12.</b> Inestabilidad atlantoaxial y reparación quirúrgica ventral. <b>A.</b> reconstrucción tridimensional de una TAC. <b>B.</b> Proyección lateral de una Rx de la columna vertebral cervical. Destacar el desplazamiento dorsal de C2 sobre C1, y la separación de los aspectos dorsales de la lámina de C1 y C2. <b>C.</b> Rx lateral postquirúrgica. <b>D.</b> Rx ventrodorsal postquirúrgica (Westworth et al., 2010). .....	23
<b>Fig. 13. A.</b> Procesos articulares normales, <b>B.</b> aplasia de los procesos articulares en un carlino en una TAC. <b>C.</b> Reconstrucción mediante TAC de una estabilización con tornillos en un carlino con aplasia de los procesos articulares (Gutiérrez-Quintana et al., 2021) .....	25
<b>Tabla 1.</b> Artículos utilizados para la revisión bibliográfica. (Fuente propia) .....	9
<b>Tabla 2.</b> Libro utilizado para la revisión bibliográfica. (Fuente propia) .....	12

## Abreviaturas

1. **C** → Cervical. En referencia al número de vértebra.
2. **Cx** → Coccígea. En referencia al número de vertebra.
3. **EEPP** → Extremidades posteriores.
4. **L** → Lumbar. En referencia al número de vértebra.
5. **LCR** → Líquido cefalorraquídeo.
6. **LS** → Lumbosacro/a.
7. **RM** → Resonancia Magnética.
8. **Rx** → Radiografía/s.
9. **S** → Sacra. En referencia al número de vértebra.
10. **SN** → Sistema Nervioso.
11. **SNC** → Sistema Nervioso Central.
12. **T** → Torácica. En referencia al número de vértebra.
13. **TAC** → Tomografía axial computarizada.
14. **TL** → Toracolumbar.

## Resumen

Durante los últimos años ha habido un auge en la popularidad de las razas braquiocefálicas. Por sus características morfológicas estas razas presentan problemas congénitos en sus columnas vertebrales que suponen una reducción de su bienestar y pueden llegar a causar la muerte del animal. Entre las razas más afectadas destacan los bulldogs tanto franceses como ingleses y los carlinos.

En cuanto a las patologías más prevalentes que encontramos aparecen las hemivertebbras, los bloques vertebrales, la espina bífida, la inestabilidad atlantoaxial, la presencia de vertebrales transicionales y la hipoplasia o aplasia de los procesos vertebrales.

Con este estudio se pretende crear un resumen que agrupe estas principales patologías y su método de diagnóstico, así como su tratamiento y pronóstico. Normalmente se trata de hallazgos incidentales, pero en ocasiones pueden asociarse con déficits neurológicos por lo que reconocer el problema y saber cómo actuar es esencial para la resolución de estas patologías, o al menos para mejorar la calidad de vida del paciente.

**Palabras clave:** Braquiocefálico, columna vertebral, congénito, hemivertebra, inestabilidad.

## Abstract

During the last years, there has been an increase popularity of the brachycephalic dog breeds. Due to their morphologic characteristics, these breeds have congenital problems in their vertebral column that trigger a reduction of their well-being and can even result in death. French bulldogs, English bulldogs and pugs are one of the most popular affected breeds.

Regarding the most prevalent pathologies that affect the vertebral column of these type of dogs, we include hemivertebrae, block vertebrae, spina bifida, atlantoaxial instability and hypoplasia or aplasia of the vertebral articular processes.

The aim of this study is to create a summary of the main pathologies that can be found in the vertebral column of these dogs, their diagnostic imaging findings, their treatment and prognosis. In general, they are incidental findings, but they can also be associated with neurological deficits. For that reason, is important to recognize these congenital problems and therefore knowing how to act.

**Keywords:** Brachycephalic, vertebral column, congenital, hemivertebrae, instability.

## 1. Introducción

En los últimos años las razas consideradas braquiocefálicas han adquirido cierta popularidad y se han convertido en algunas de las razas que más se tratan en las consultas veterinarias (de Decker et al., 2019a). Pese a este crecimiento, las razas braquiocefálicas llevan asociada a esta característica una serie de patologías y síndromes congénitos que pueden afectar al animal de distintas maneras (Rohdin et al., 2018; Ryan et al., 2017; Ryan et al., 2019). El término braquiocefálico proviene del griego antiguo (*Brakhys*, “Corto” y *kephalê*, “Cabeza”) e incluye perros cuyos cráneos tienden a ser anchos y corto (Onar et al., 2020). Encontraremos en esta clasificación algunas razas como los Bóxer, los Bulldogs (tanto ingleses como franceses), los Carlinos, los Pequineses, los Chow-chows o los Shar-peis, entre otras (de Decker et al., 2019; Rohdin et al., 2018).

Entre los múltiples problemas asociados a las razas braquiocefálicas, las patologías congénitas que afectan al desarrollo de la columna vertebral son más comunes de lo que *a priori* podría parecer (de Decker et al., 2019; Rohdin et al., 2018). Antes de adentrarnos en el tema principal, es necesario tener en cuenta que para realizar un buen diagnóstico de estas patologías hay que entender la relación entre el desarrollo de las estructuras anatómicas del sistema nervioso (SN) y su función, de manera que podamos entender por qué y cómo se desarrolla una malformación específica (de Lahunta et al., 2016). Actualmente gracias a la disponibilidad de técnicas de diagnóstico por imagen avanzada, tales como la tomografía axial computarizada (TAC) y la resonancia magnética (RM) es posible llevar a cabo estudios de estas estructuras, por lo que, los diagnósticos, se basan en patrones de reconocimiento (de Lahunta et al., 2016; Olby et al., 2014).

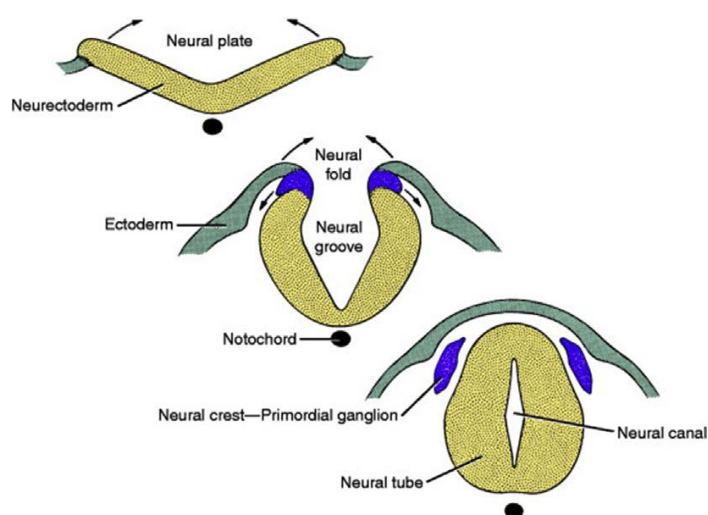
### DESARROLLO EMBRIONARIO

Desde bien temprano los vertebrados presentan 3 capas a partir de las cuales se formarán todos los órganos y estructuras (de Lahunta et al., 2016; McGeady et al., 2006):

- Ectodermo: Capa más externa. Formará la epidermis, el tejido neural y el esqueleto y los tejidos conectivos de la cabeza (de Lahunta et al., 2016).
- Mesodermo: Capa intermedia. Formará los músculos, el esqueleto, el sistema urogenital y el corazón y los vasos (de Lahunta et al., 2016).
- Endodermo: Capa interna. Formará el tracto digestivo, el sistema respiratorio y los órganos asociados a la digestión (de Lahunta et al., 2016).

La columna vertebral se forma a partir del mesodermo mediante unas estructuras conocidas como somitas (McGeady et al., 2006; Oskouian et al., 2007). Su función no se limita a dar estructura y soporte óseo al cuerpo, sino que también sirve como conducto de transporte y

protección de los elementos que forman el sistema nervioso (SN), por este motivo cualquier problema presente en esta estructura afectará de forma más o menos significativa a la función normal del SN (de Lahunta et al., 2016) A partir del ectodermo se forma el sistema nervioso central (SNC) que crece como un engrosamiento de esta capa en forma tubular por encima de la notocorda (columna de células del mesodermo que forman el axis largo del animal). A esta estructura inicial se la conoce como “placa neural”. A partir de la placa se desarrollan los “pliegues neurales” que son elevaciones de los extremos que se producen después de la invaginación de la misma sobre el axis. Estos pliegues se fusionarán en el centro dando lugar al “tubo neural”(de Lahunta et al., 2016; McGeady et al., 2006). Mientras va creciendo el tubo se separa de las células ectodérmicas no-neurales, pero mientras esto ocurre están presentes dos columnas de células que los mantienen unidos, las “crestas neurales” (de Lahunta et al., 2016).



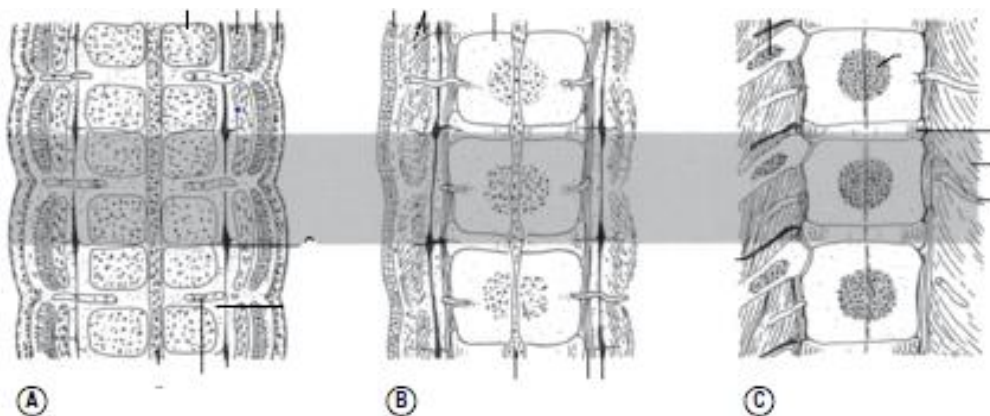
**Fig. 1** Desarrollo del tubo neural, secciones transversas (de Lahunta., 2016)

El cierre del tubo progresa desde la zona de desarrollo del rombencéfalo (división más caudal del encéfalo) hacia craneal. Antes del cierre completo aparecen dos aberturas, una craneal y otra caudal, conocidas como “neuroporos” a través de los cuales pasa el líquido amniótico que permite nutrir las estructuras debido a la falta de vascularización (de Lahunta et al., 2016; McGeady et al., 2006). El cierre caudal será el encargado de formar la mayor parte de la médula espinal como una extensión de una columna de células neuroepiteliales que crecerá caudalmente. Dará lugar a los segmentos caudales, sacros y parte de los lumbares de la médula espinal. En la parte más caudal de la misma, quedará una apertura que permitirá la comunicación con el espacio subaracnoideo, formando el “cono medular”. La zona rostral del tubo neural formará tres vesículas que se convertirán en el prosencéfalo, el mesencéfalo y el rombencéfalo, precursores de las principales estructuras del SNC craneal (de Lahunta et al., 2016).

Por otra parte, la notocorda es capaz de segregar una sustancia conocida como epimorfina. Esta sustancia se encarga de atraer a las células que forman los esclerotomos, que son la parte de las somitas de la cual derivan las vértebras que forman el esqueleto axial. Una vez posicionados los esclerotomos, se empiezan a diferenciar a tejido cartilaginoso (Hyttel, 2010).

Para que se forme la vértebra tal y como la conocemos, las poblaciones celulares de los esclerotomos se diferencian en dos grupos, un grupo que se situará en la parte craneal del esclerotomo y otro grupo que se situará en la parte caudal (Hyttel, 2010; McGeady et al., 2006). Al existir diferentes ratios de crecimiento, las células de la parte caudal acaban situándose de forma adyacente a las células craneales del siguiente esclerotomo. La parte caudal es mucho más densa que la parte craneal, de forma que, al unirse las dos mitades de estas poblaciones, forman el centro del cuerpo de la vértebra que dará lugar a la columna del individuo (Hyttel, 2010).

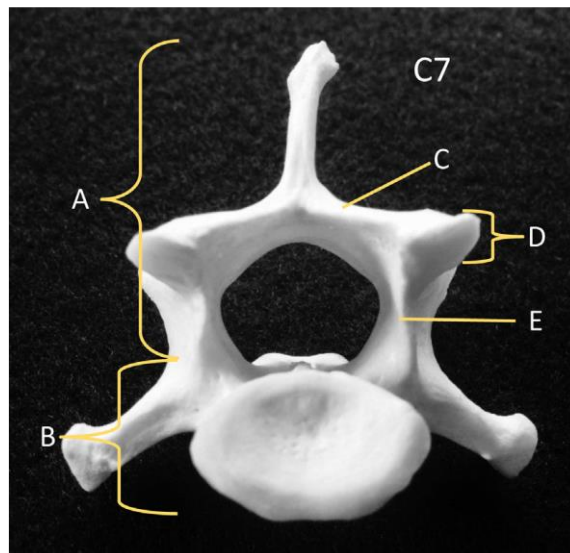
La población celular caudal, por otra parte, será la precursora del arco neural y el disco intervertebral, aunque el núcleo pulposos del mismo es un remanente de la notocorda. La población craneal se encarga de acabar de formar el cuerpo de la vértebra (Hyttel, 2010).



**Fig. 2.** A. La parte densa caudal de un esclerotomo se une a la parte craneal del siguiente formando el centro. B. Cartílago primordiales de la vértebra, con el núcleo pulposos a lo largo del eje axial. C. Centro de osificación del cuerpo vertebral (Hyttel, 2010)

Cuando se ha desarrollado, la columna vertebral se divide en 5 regiones: Cervical (C-compuesta por 7 vértebras), torácica (T-compuesta por 13 vértebras), lumbar (L-Compuesta por 7 vértebras), sacra (S-Compuesta por 3 vértebras) y coccígea (Cx-Número variable) (Bouma, 2016; Hyttel, 2010).

Todas las vértebras están formadas por 3 estructuras comunes: Cuerpo, arco y procesos articulares. El arco se compone de pedículos pares y láminas. Los procesos articulados se encuentran en las superficies craneales y caudales y surgen de la unión entre el pedículo y la lámina (Bouma, 2016; Hyttel, 2010).



**Fig. 3.** Vista caudal de la séptima vértebra cervical. **A.** Arco, **B.** Cuerpo, **C.** Lámina, **D.** Proceso articular, **E.** Pedículo (Bouma, 2016)

Gracias a la unión de los procesos articulares entre vértebras, además de los tejidos blandos que rodean a la columna, se obtienen una serie de articulaciones que aportan movilidad, estabilidad y flexibilidad. Aunque la movilidad de cada articulación intervertebral es aparentemente limitada, este conjunto de estructuras permite que, en su totalidad, la columna tenga un rango de movimiento bastante amplio y flexible (Bouma, 2016).

Las vértebras cervicales presentan una variación anatómica de los procesos articulares de C3 a C7. El proceso articular caudal tiene una orientación caudoventral, y los procesos articulares craneales están orientados hacia craneodorsal (Bouma, 2016). Las cápsulas de los procesos articulares cervicales son voluminosas permitiendo un mayor rango de movimiento. Además, hay que destacar la forma única de C1 y C2 (atlas y axis), cuya articulación y origen son distintos al resto (Bouma, 2016; Hyttel, 2010; Slanina, 2016).

El atlas articula directamente con el hueso occipital del cráneo y caudalmente con el axis. Esta primera vértebra cervical carece de proceso espinoso, tiene un proceso transversal muy largo (ala del atlas) y tiene un cuerpo reducido que hace que se forme un arco ventral (Slanina, 2016). Este arco contiene una pequeña depresión que se conoce como "fóvea del diente", que articula con el diente del axis, una estructura que deriva de la quinta somita. La fóvea articular craneal articula con los cóndilos del hueso occipital (Hyttel, 2010; Slanina, 2016).

El axis es la vértebra más larga y se distingue por presentar un proceso espinoso muy prominente y una protuberancia ósea en la parte craneoventral, que se conoce como diente del axis. Esta vértebra se desarrolla a partir de 5 centros de osificación, aunque en ocasiones se puede ver un área de osificación separada que se conoce como “proatlas” y que se puede confundir como una fractura del diente, siendo simplemente un remanente vertebral (Hyttel, 2010; Slanina, 2016).

La forma y tamaño del canal vertebral dictamina la forma y tamaño de la médula que atraviesa ese punto. De C1 a C3 nos encontramos con un canal redondeado, que se ensancha a partir de C4 a T2 para acomodarse a la intumescencia cervical. El diámetro y el tamaño se van adaptando según la zona, y varían también según el tamaño y la raza del animal (Bouma, 2016; Hyttel, 2010). En algunas ocasiones será indiferente, pero en otras puede ser un problema muy importante. Por ejemplo, si se produce una lesión que compromete la dimensión del canal, no es lo mismo en una raza pequeña que en una grande (Bouma, 2016).

En cuanto a las vértebras torácicas, las 9 primeras vértebras son muy similares. T1-T2 tienen los procesos articulares más separados que el resto. Los procesos articulares craneales se dirigen hacia craneodorsal. Los procesos caudales son similares a los de las vértebras cervicales, siendo su orientación caudoventral. Esta angulación ayuda en el mantenimiento del peso y es única en esta porción de la columna vertebral. Las 4 últimas vértebras torácicas son transicionales. Los procesos articulares caudales están modificados y son mediales, formando una articulación en el plano sagital (Bouma, 2016).

Aparecen además los procesos articulares accesorios, desde aproximadamente la mitad de la porción torácica hasta L5-L6. Si se desarrolla bien, puede suponer una ayuda en la estabilización de la columna y restringir la flexión lateral de la misma (Bouma, 2016).

En T1 y T2 el canal es grande y ovoide ya que se encuentra la parte caudal de la intumescencia, a partir de T3 y hasta T11 el canal toma una forma circular y adquiere un tamaño uniforme. Desde T11 hasta L6 no hay cambios en la altura, pero hay un aumento del ancho del canal, por lo que vuelve a ser ovoide (Bouma, 2016).

Los procesos articulares de toda la región lumbar son uniformes. Similares a las vértebras caudales torácicas y articulan en el plano sagital, restringiendo la flexión lateral. Los procesos articulares accesorios nombrados anteriormente suelen desaparecer a partir de L5 (incluida). La forma del canal se mantiene ovoide hasta llegar a L6-L7 donde se agranda para dar lugar a la intumescencia lumbar (Bouma, 2016).

Una vez descrito el proceso de formación del SN y la anatomía, sabemos que las malformaciones vertebrales congénitas (MVC) son muy comunes en perros braquicéfalos (Rohdin et al., 2018). Las patologías que principalmente afectan a estas razas y en las que se va

a centrar el trabajo son: la hemivertebra, la espina bífida, vertebras transicionales y la hipoplasia/aplasia de los procesos articulares (Platt et al., 2004; Rohdin et al., 2018).

Debido a su naturaleza, estas patologías no siempre se presentan con signos clínicos, de hecho, normalmente se trata de hallazgos incidentales (Moissonnier et al., 2011; Paninárová et al., 2016; Gutiérrez-Quintana et al., 2021). Para el diagnóstico principalmente nos basaremos en el examen físico y neurológico, las radiografías (Rx), TAC y la RM; además de análisis sanguíneos previos a la sedación/anestesia necesarias para la realización de las pruebas nombradas que nos permiten conocer el estado general del paciente (de Decker et al., 2019; Gutiérrez-Quintana et al., 2021). El examen físico nos permite encontrar otras posibles malformaciones congénitas en otros órganos y también nos permite evaluar la presencia de síndrome braquiocefálico obstructivo de las vías aéreas (SBOVA), enfermedad muy común en pacientes braquiocefálicos. En el examen neurológico podremos ver alteraciones en la marcha y en las reacciones posturales, pero nunca deberían verse afectados ni los nervios craneales ni el estado mental. La Rx es la técnica más usada en la práctica clínica diaria, aunque no tiene la calidad de los otros métodos de diagnóstico por imagen avanzada, tales como la TAC. Por sus características, aun así, nos permite identificar algunas malformaciones, el número, localización y tipo de vertebra, y en el caso que sea necesario evaluar el grado de cifosis (Gutiérrez-Quintana et al., 2021). La TAC nos da la ventaja de tener un excelente detalle en lo que a estructuras óseas se refiere y nos permite reconstruir las estructuras en forma tridimensional. También se ha demostrado su superioridad frente a las Rx para identificar y clasificar las malformaciones (de Decker et al., 2019; Gutiérrez-Quintana et al., 2021). Por último, la RM es más apropiada para observar el tejido blando, como la médula espinal. Todas ellas junto a la mielografía, que nos ayuda a resaltar y delimitar el espacio subaracnoideo e identificar las zonas de la médula que presentan algún cambio en las líneas de contraste indicando alguna compresión, atenuación o dilatación; nos permiten valorar el estado de nuestros pacientes (Olby et al., 2014; Gutiérrez-Quintana et al., 2021).

## **2. Justificación y objetivos**

Las patologías congénitas de la columna vertebral son comunes en la clínica de pacientes con sintomatología neurológica, y la frecuencia y calidad de diagnóstico ha aumentado en los últimos años. Además, se ha visto que las razas braquiocefálicas que están en auge ahora mismo, son de las razas más afectadas por este tipo de malformaciones, por lo que la unión de ambos campos presenta una oportunidad de estudio.

Teniendo esto en cuenta, trataremos de recopilar mediante artículos, libros y bibliografía en general, las patologías congénitas que más afectan a los perros braquiocefálicos como una forma de agrupar algunos de los problemas asociados a estas razas.

El objetivo principal de este TFG es definir las patologías congénitas que se presentan de forma más frecuente en las razas braquiocefálicas y los problemas neurológicos secundarios derivados de las mismas. De esta manera, se crea una pequeña recopilación de enfermedades a tener en cuenta cuando se presenta un animal braquiocefálico joven a la clínica con sintomatología neurológica.

Adicionalmente, este TFG tiene por objetivo definir el diagnóstico, el posible tratamiento y el pronóstico de dichas patologías.

### **3. Material y métodos**

Para la realización de esta revisión bibliográfica se realizó una búsqueda de artículos en diferentes bases de datos de acceso público que se complementó con la consulta de los principales libros de texto sobre neurología veterinaria de la biblioteca de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Católica de Valencia, y también los libros disponibles en el Hospital Veterinario de la misma universidad.

Gracias a este proceso se pudo obtener información detallada sobre las diferentes patologías, las razas, la anatomía y la embriología.

Durante la búsqueda de artículos se utilizaron las bases de datos “Pubmed”, “BMC” y “Google Scholar”, utilizando varias ecuaciones. Las búsquedas se realizaron tanto en español como en inglés.

Los conceptos utilizados en español fueron “Perro, braquiocefálico, malformaciones, congénitas, veterinaria, columna vertebral, hemivertebra, patologías, anatomía, embriología, SNC, inestabilidad, atlantoaxial, bulldog y carlino”. En inglés se usaron las mismas palabras, pero traducidas “Dog, brachycephalic, abnormalities, congenital, veterinary, vertebral column/spine, hemivertebrae, pathology, anatomy, embryology, CNS, instability, atlantoaxial, bulldog, pug y breed”.

La ecuación de búsqueda más utilizada fue: “Congenital AND abnormalities AND spine AND brachycephalic AND dog”, puesto que fue la que más resultados nos permitió obtener.

No se determinó ningún rango en cuanto a año de publicación con el objetivo de no descartar ninguna patología ni ningún tipo de información que pudiese ser útil.

### CRITERIOS DE INCLUSIÓN

1. Artículos que traten sobre patologías congénitas que afectan a la columna vertebral.
2. Artículos publicados en español y/o inglés.
3. Artículos que incluyen información sobre la anatomía y la embriología de la columna vertebral y el SNC.
4. Trabajos de investigación sobre los tópicos nombrados anteriormente.
5. Artículos sobre determinadas técnicas de diagnóstico aplicables a las MVC.
6. Artículos sobre tratamientos específicos para las MVC.

### CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

1. Artículos que traten sobre patologías congénitas que afecten a cualquier otro componente del SN, pero no a la columna vertebral.
2. Artículos publicados en otros idiomas.
3. Artículos que hablen sobre patologías diferentes a las nombradas anteriormente.
4. Artículos sobre dichas patologías, pero en otras especies animales.

## 4. Resultados

Durante la búsqueda se obtuvieron diversos artículos, en su mayoría en lengua inglesa.

Tras la búsqueda general, se descartaron los artículos que no se correspondían con los criterios de inclusión preestablecidos, de manera que se obtuvo un total de 34 artículos, a partir de los cuales se realizó la revisión. Además, se utilizó un libro para completar la información.

**Tabla 1.** Artículos utilizados para la revisión bibliográfica. (Fuente propia)

	TÍTULO	AUTOR/ES	AÑO
1.	Vertebral stabilization using positively threaded profile pins and polymethylmethacrylate, with or without laminectomy, for spinal canal stenosis and vertebral instability caused by congenital thoracic vertebral anomalies.	Aikawa, T., Kanazono, S., Yoshigae, Y., Sharp, N. J. H., & Muñana, K. R.	2007
2.	Congenital spinal malformations.	Bailey, C. S., & Morgan, J. P.	1992
3.	Caudal articular process dysplasia of thoracic vertebrae in neurologically normal French bulldogs, English bulldogs, and Pugs: Prevalence and characteristics.	Bertram, S., ter Haar, G., & De Decker, S.	2018
4.	Congenital malformations of the lumbosacral vertebral column are common in neurologically normal	Bertram, S., ter Haar, G., & De Decker, S.	2019

	French Bulldogs, English Bulldogs, and Pugs, with breed-specific differences.		
5.	Congenital Malformations of Vertebral Articular Processes in Dogs.	Bouma, J. L.	2016
6.	Evaluation of radiography as a screening method for detection and characterisation of congenital vertebral malformations in dogs.	Brocal, J., De Decker, S., José-López, R., Guevar, J., Ortega, M., Parkin, T., Ter Haar, G., & Gutierrez-Quintana, R.	2018
7.	Surgical treatment of dorsal hemivertebrae associated with kyphosis by spinal segmental stabilization, with or without decompression.	Charalambous, M., Jeffery, N. D., Smith, P. M., Goncalves, R., Barker, A., Hayes, G., Ives, E., & Vanhaesebrouck, A. E.	2014
8.	Congenital Vertebral Malformations In French Bulldogs: X-Ray Vs Computed Tomography.	Corlat, L., Blanco, B., Lucena, R., Ginel, P.J., Miró, F., Novales, M.	2017
9.	Comparison of signalment and computed tomography findings in French Bulldogs, Pugs, and English Bulldogs with and without clinical signs associated with thoracic hemivertebra.	De Decker, S., Packer, R. M. A., Cappello, R., Harcourt-Brown, T. R., Rohdin, C., Gomes, S. A., Bergknut, N., Shaw, T. A., Lowrie, M., & Gutierrez-Quintana, R.	2019
10.	Evaluation of the influence of kyphosis and scoliosis on intervertebral disc extrusion in French bulldogs.	De Souza, M. C. C. M. I., Ryan, R., Haar, G., Packer, A. M., Volk, H. A., & De Decker, S.	2018
11.	Kyphosis and Kyphoscoliosis Associated with Congenital Malformations of the Thoracic Vertebral Bodies in Dogs.	Dewey, C. W., Davies, E., & Bouma, J. L.	2016
12.	Risk factors affecting the outcome of Surgery for atlantoaxial subluxation in dogs: 46 cases (1978–1998)	Ellison, G. W., Lewis, D. D., Goring, R. L., Kubilis, P. S., & Barchard, C.	2000
13.	Constrictive myelopathy secondary to hypoplasia or aplasia of the thoracolumbar caudal articular	Fisher, S. C., Shores, A., & Simpson, S. T.	2013

	processes in pugs: 11 cases (1993-2009).		
14.	Hemivertebrae with severe kyphoscoliosis and accompanying deformities in a dog.	Grenn, H. H., & Lindo, D. E.	1969
15.	A proposed radiographic classification scheme for congenital thoracic vertebral malformations in brachycephalic “screw-tailed” dog breeds.	Gutierrez-Quintana, R., Guevar, J., Stalin, C., Faller, K., Yeaman, C., & Penderis, J.	2014
16.	Tail end of the brachycephalic problem: diagnostic and treatment options for spinal malformations.	Gutierrez-Quintana, R., & Decker, S.	2021
17.	Evaluation of nonsurgical treatment of AAS in dogs.	Havig, M. E., Cornell, K. K., Hawthorne, J. C., McDonnell, J. J., & Selcer, B. A.	2005
18.	Imaging findings and surgical treatment.	Jeffery, N. D., Smith, P. M., & Talbot, C. E.	2007
19.	Atlantoaxial subluxation in two dogs with cervical block vertebrae.	Lin, J. L., & Coolman, B. R.	2009
20.	Prevalence of neurological disorders in French bulldog: A retrospective study of 343 cases (2002-2016).	Mayousse, V., Desquilbet, L., Jeandel, A., & Blot, S.	2017
21.	Thoracic Kyphosis Associated with Hemivertebra.	Moissonnier, P., Gossot, P., & Scotti, S.	2011
22.	Congenital Abnormalities of the Thoracic and Lumbar Spine.	Oskouian, R. J., Sansur, C. A., & Shaffrey, C. I.	2007
23.	Congenital and acquired anomalies of the caudal vertebrae in dogs: Radiographic classification and prevalence evaluation.	Paninárová, M., Stehlík, L., Proks, P., & Vignoli, M.	2016
24.	Presence of thoracic and lumbar vertebral malformations in pugs with and without chronic neurological deficits.	Rohdin, C., Häggström, J., Ljungvall, I., Nyman Lee, H., De Decker, S., Bertram, S., Lindblad-Toh, K., & Hultin Jäderlund, K.	2018
25.	Constrictive myelopathy secondary to caudal articular vertebral process dysplasia in West Highland white terrier dogs.	Ros, C., de la Fuente, C., García de Carellán, A., Laborda, P.	2020
26.	Prevalence of thoracic vertebral malformations in French bulldogs, Pugs and English bulldogs with and	Ryan, R., Gutierrez-Quintana, R., ter	2017

	without associated neurological deficits.	Haar, G., & De Decker, S.	
27.	Relationship between breed, hemivertebra subtype, and kyphosis in apparently neurologically normal french bulldogs, english bulldogs, and pugs.	Ryan, R., Gutierrez-Quintana, R., Haar, G. Ter, & De Decker, S.	2019
28.	Heritability of hemivertebrae in the French bulldog using an animal threshold model.	Schlensker, E., & Distl, O.	2016
29.	Atlantoaxial Instability.	Slanina, M. C.	2016
30.	Constrictive Myelopathy: a cause of hind limb ataxia unique to Pug dogs?	Smiler, K. L., Patterson, J. S., & Box, P. O.	2013
31.	Spina Bifida, Meningomyelocele, and Meningocele.	Song, R. B., Glass, E. N., & Kent, M.	2016
32.	Surgical Management of Thoracolumbar Myelopathies in Pug Dogs with Concurrent Articular Facet Dysplasia.	Tauro, A., Rose, J., Rusbridge, C., & Driver, C. J.	2019
33.	Congenital spinal malformations in small animals.	Westworth, D. R., & Sturges, B. K.	2010
34.	Spina bifida in the dog	Wilson J. W., KURTZ J., LEIPOLD H. W., & LEES G. E.	1979

**Tabla 2.** Libro utilizado para la revisión bibliográfica (Fuente propia).

	TÍTULO	AUTOR/ES	AÑO
1.	BSAVA Manual of Canine and Feline Neurology	Platt, S. R., & Olby, N. J.	2004

Todos los artículos datan desde 1969 hasta 2021. Se puede observar que a partir de 2013 se empezaron a publicar diversos artículos al respecto, resultando uno de los periodos más productivos y demostrando, como se cita anteriormente que es un campo en auge y del que todavía se sigue investigando actualmente.

Entre los autores más destacados encontramos a Steven De Decker, neurólogo y neurocirujano, es uno de los más prolíficos en este campo. También destacan otros nombres como Ger Ter Haar o Rodrigo Gutiérrez Quintana, quienes también han publicado diversos artículos al respecto.

Las principales revistas donde se publican todos estos artículos son la revista “Veterinary clinics of north america – small animal practice”, la revista “Veterinary journal” y la revista “Canadian veterinary journal” entre otras.

## 5. Discusión

En este TFG, se recogen las patologías que afectan a la columna vertebral con más incidencia en las razas braquiocefálicas, incluidas aquellas específicas para algunas razas concretas, a partir del análisis de artículos y libros seleccionados según los criterios anteriormente mencionados. Además, se incluyen su diagnóstico, tratamiento, y pronóstico.

### HEMIVERTEBRA

**Razas comúnmente afectadas:** Bulldog francés, Bulldog Inglés, Boston Terrier y Carlino.

Las hemivertebras son una de las malformaciones más comunes en las razas condrodistróficas y se definen como un defecto en el cuerpo de la vértebra que conlleva una deficiencia o ausencia de una parte del cuerpo (Bailey et al., 1992; de Decker et al., 2019; Gutierrez-Quintana et al., 2021; de Souza et al., 2018; Moissonnier et al., 2011; Platt et al., 2004; Ryan et al., 2017; Ryan et al., 2019; Schlensker et al., 2016). Principalmente se encuentran en la zona torácica, aunque pueden encontrarse en cualquier localización, y suelen resultar en angulaciones anómalas de la columna que crean alteraciones en el paso del canal vertebral de una vértebra a otra, con la consecuente estenosis del mismo en estas zonas (Bertram et al., 2019; Brocal et al., 2018; Charalambous et al., 2014; de Decker et al., 2019; de Souza et al., 2018; Moissonnier et al., 2011; Rohdin et al., 2018; Ryan et al., 2017; Ryan et al., 2019).

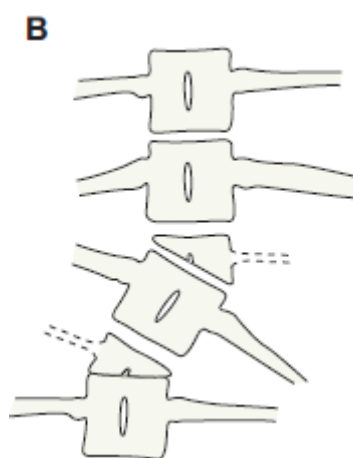
Se ha sugerido que este tipo de malformación tiene cierta heredabilidad, por lo que la selección durante la reproducción puede aumentar la presencia de la misma (Grenn et al., 1969; Paninárová et al., 2016; Mayousse et al., 2017; Moissonnier et al., 2011; Schlensker et al., 2016; Ryan et al., 2017). Según un estudio realizado por *Schlensker y Distl* en 2016, el 84'7% de los bulldogs franceses que se incluyeron, presentaban algún tipo de hemivertebra, dando soporte a la teoría de la heredabilidad, aunque definían una desigualdad entre el grado de afección dentro de las mismas familias, presentándose animales con patología clínica muy severa y otros carentes de ella (Schlensker et al., 2016).

Encontramos hemivertebras únicas o múltiples, y pueden ser tanto unilaterales como bilaterales (Bailey et al., 1992; Brocal et al., 2018; Moissonnier et al., 2011; Ryan et al., 2019; Westworth et al., 2010). Las “vértebras mariposa” (butterfly vertebra), son el resultado de la no unión de ambas mitades del cuerpo vertebral, y reciben ese nombre por la apariencia que presentan al observarlas en una radiografía ventrodorsal que se asemeja a las alas de una mariposa (Dewey et al., 2016).



**Fig. 5.** Vértebra mariposa en T6. (Bailey et al., 1992).

Las hemivertebbras clásicas o unilaterales se presentan cuando el lado derecho y el lado izquierdo se desarrollan de manera asimétrica, resultando en un fallo en la formación de una de las mitades de la vértebra (Dewey et al., 2016; Westworth et al., 2010). Se sospecha que se debe a una ausencia de vascularización durante el desarrollo embrionario de forma unilateral, lo que puede resultar en angulaciones escolióticas (angulación lateral de la columna vertebral) o cifóticas (angulación dorsal) (de Decker et al., 2019; Westworth et al., 2010). El grado de angulación de la columna puede influir en la presentación de signos clínicos (Ryan et al., 2017). Para medirla se utiliza el ángulo de Cobb, que es una medida objetiva que permite determinar el grado de angulación de la columna. Se ha visto que a partir de un valor de 35°, éstos se asocian con signos clínicos (Ryan et al., 2019). La clasificación de estos defectos se basa en el grado de segmentación que hay tras el desarrollo, resultando en la presencia o ausencia de fusión con los cuerpos vertebrales adyacentes (Westworth et al., 2010). Por otra parte, se ha intentado clasificar las hemivertebbras según la imagen radiográfica que presentan (Ryan et al., 2019)

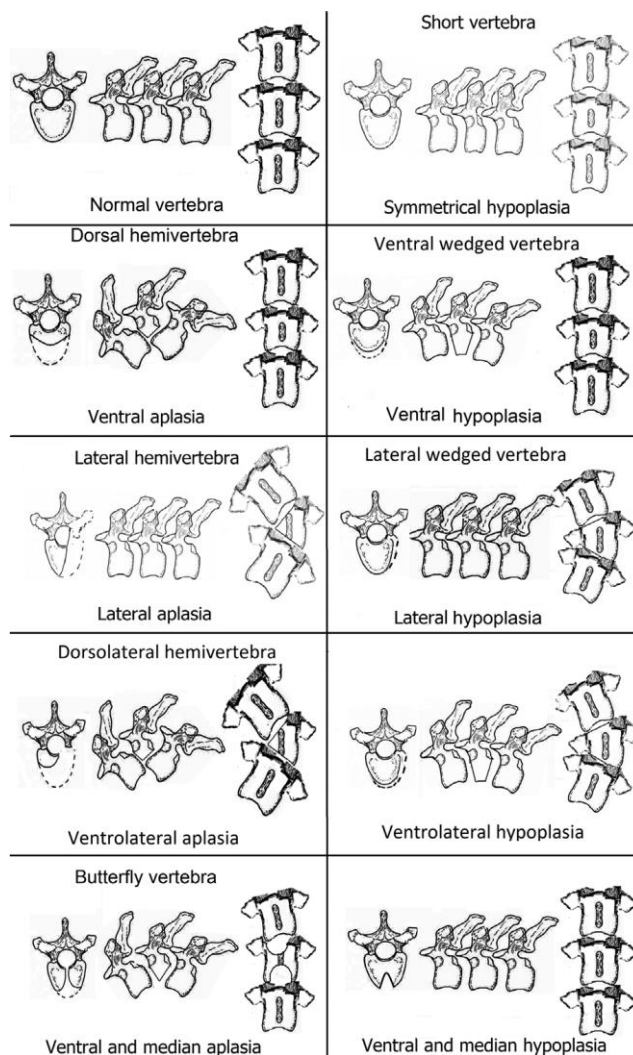


**Fig. 4.** Hemivertebra no segmentada (Arriba) y hemivertebra contralateral parcialmente segmentada (Abajo) con arco neural incompleto (Westworth et al., 2010).

Los signos neurológicos son desencadenados por la inestabilidad de la columna vertebral y la compresión medular secundaria, y en general suelen aparecer alrededor de los 3-4 meses de vida, sin embargo, en ocasiones aparecen más tarde -hasta los 10 meses- (de Souza et al., 2018; Schlensker et al., 2016). En este periodo es cuando se produce la etapa de crecimiento rápido y se pueden observar las posibles deformidades de la columna como escoliosis y cifosis (Moissonnier et al., 2011). Los signos clínicos pueden ser agudos, crónicos o intermitentes (Charalambous et al., 2014; de Decker et al., 2019). Comúnmente ocurren en la región torácica, como una mielopatía T3-L3 (Corlat et al., 2017; Dewey et al., 2016; Jeffery et al., 2007; Rohdin et al., 2018). Este tipo de mielopatía se asocia con la presencia de ataxia propioceptiva y paresia de las EEPP sin pérdida de reflejos espinales (Jeffery et al., 2007). . Lo más común es que no den sintomatología clínica y se diagnostiquen como hallazgos accidentales en animales neurológicamente normales (Jeffery et al., 2007; Ryan et al., 2017; Schlensker et al., 2016).

La gravedad de la patología viene marcada en muchas ocasiones por la severidad de la cifosis o escoliosis considerándose éstos como un factor de riesgo importante, junto con la presencia de otras malformaciones. Esto es debido a que una angulación más pronunciada de la columna va a producir una estenosis mayor del canal vertebral y una mayor compresión de la médula espinal (de Decker et al., 2019; Ryan et al., 2019). En animales más maduros, las anomalías vertebrales suelen aparecer junto con otros problemas degenerativos asociados como herniación del disco intervertebral y pseudoquistes (divertículos) aracnoideos (Moissonnier et al., 2011).

Para su diagnóstico las Rx pueden aportar información diagnóstica. Se requieren tanto laterales como ventrodorsales, donde se pueden observar las angulaciones que hacen sospechar de malformaciones vertebrales y permiten identificar las vértebras afectadas (Brocal et al., 2018; Corlat et al., 2017; Gutierrez-Quintana et al., 2021). La TAC nos permite evaluar correctamente las estructuras óseas y clasificar más concretamente el tipo de hemivertebra con mayor definición, además presenta la opción de reconstruir en 3D las estructuras y puede ayudar en el planteamiento del tratamiento (Brocal et al., 2018; Gutierrez-Quintana et al., 2021; Moissonnier et al., 2011). La RM es necesaria si queremos evaluar los posibles daños que se están causando en la médula espinal y posibles malformaciones concomitantes (Gutierrez-Quintana et al., 2021; Jeffery et al., 2007). Tanto en medicina humana como en veterinaria se han intentado clasificar las hemivertebbras según su apariencia radiográfica, obteniendo el resultado que se muestra en la *Figura 6* (Gutiérrez-Quintana et al., 2014).



**Fig. 6.** Diagrama de los subtipos de hemivertebras usadas para clasificarlas según su imagen en la TAC (Gutierrez-Quintana et al., 2014).

En cuanto a la prevalencia de esta patología, podemos distinguir dos grupos, los animales neurológicamente normales y los animales que presentan sintomatología clínica. En el primer grupo encontramos a los bulldogs franceses, siendo la raza en la que se diagnostican las hemivertebras con mayor frecuencia como hallazgo incidental (de Decker et al., 2019; Mayousse et al., 2017; Ryan et al., 2017). Por otro lado, en los animales con sintomatología clínica predominan los carlinos. Estos signos aparecen como consecuencia de la estenosis del canal y/o la inestabilidad vertebral, dando como resultado una mielopatía focal (de Decker et al., 2019; Rohdin et al., 2018). De esta forma se puede deducir que los carlinos afectados por esta patología son más propensos a desarrollar signos clínicos (de Decker et al., 2019; Gutierrez-Quintana et al., 2021; Rohdin et al., 2018). Además, según *Rohdin et al*, el tipo de hemivertebra y localización entre ellas también es diferente según la raza (Rohdin et al., 2018). Estos hallazgos demuestran que la raza también puede considerarse un importante factor de riesgo (de Decker et al., 2019; Rohdin et al., 2018; Ryan et al., 2017; Ryan et al., 2019).

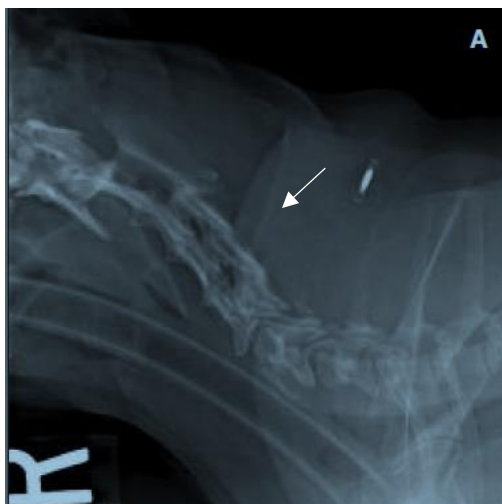
En cuanto al tratamiento, el manejo médico demuestra resultados poco favorables (de Decker et al., 2019). La estabilización es el objetivo principal quirúrgico para evitar el progreso de la sintomatología (Charalambous et al., 2014; Gutierrez-Quintana et al., 2021). Esta estabilización se consigue en muchas ocasiones mediante el uso de agujas roscadas y polimetilmetacrilato (Aikawa et al., 2007). Se han presentado gran variedad de técnicas quirúrgicas descompresivas, así como, diferentes abordajes dorsales o transtorácicos (Gutierrez-Quintana et al., 2021; Dewey et al., 2016; Moissonnier et al., 2011). Una intervención temprana puede prevenir la aparición de más signos clínicos, además de proporcionar un mejor pronóstico ya que se ha demostrado que los animales son capaces de recuperar la habilidad ambulatoria. No hay que olvidar que, pese a que resolvamos el problema causado por la malformación, pueden existir daños permanentes y otras malformaciones que no permitan una recuperación neurológica completa (Bailey et al., 1992). El principal problema que se presenta es la edad de los pacientes, puesto que se trata de animales jóvenes todavía en crecimiento en su mayoría, por lo que trabajamos sobre huesos que están en desarrollo (Jeffery et al., 2007). A pesar de todo, el pronóstico de estos animales es bueno, y más aún si se detecta de forma temprana, aunque se debe dar un pronóstico reservado por la posibilidad de que existan otras malformaciones congénitas asociadas y la elevada tasa de aparición de complicaciones postquirúrgicas (Charalambous et al., 2014; Dewey et al., 2016).

#### **VERTEBRAS EN BLOQUE**

**Razas comúnmente afectadas:** Bulldog Francés, Bulldog inglés, Boston Terrier, Carlino.

Se define como un defecto en la segmentación vertebral con evidencia de fusión parcial o completa de dos cuerpos vertebrales adyacentes con ausencia del disco intervertebral (Bailey et al., 1992; Bertram et al., 2019; Lin et al., 2009). Pueden fusionarse los cuerpos, los arcos o la vértebra entera (Bailey et al., 1992; Platt et al., 2004). Normalmente no presentan significancia clínica, pero pueden producir estenosis del canal, deformación progresiva, angulación de la columna e inestabilidad (Bailey et al., 1992). Estos signos se pueden ver agravados por otros problemas como traumas o enfermedad degenerativa del disco intervertebral (Platt et al., 2004).

Pese a que no existen estudios específicos de prevalencia de esta patología, se describe como un hallazgo incidental con datos similares a la hemivertebra, pero con menor tasa de aparición (Bailey et al., 1992; Bertram et al., 2019). Estas malformaciones se asocian con anomalías en las arterias intersegmentales presentes durante el desarrollo embrionario (Bailey et al., 1992).



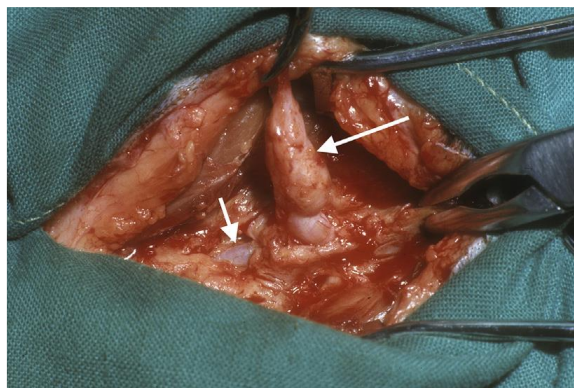
**Fig. 7.** Vertebrales en bloque localizadas de C2 a C5 en la región cervical de un perro (Lin et al., 2009).

En lo que se refiere al diagnóstico, tratamiento y pronóstico actuaremos de la misma forma que con las hemivertebrales (Bailey et al., 1992). La TAC resulta el mejor método de diagnóstico, aunque las radiografías son un método rápido y sencillo para hacer un primer diagnóstico. La RM nos dará información sobre el estado de la médula espinal y otras posibles malformaciones (Brocal et al., 2018). El tratamiento será quirúrgico siempre que los signos clínicos impidan el normal desarrollo de la vida del animal y el pronóstico será reservado (Bailey et al., 1992).

### **ESPINA BÍFIDA**

**Razas comúnmente afectadas:** Bulldog Inglés, Carlino, Bulldog Francés.

Defecto congénito en el cierre del tubo neural durante el desarrollo embrionario que produce la formación de surcos que afectan al arco vertebral y los procesos espinosos en distintos grados, consiste en la ausencia de una porción de los elementos dorsales de la vértebra (Bailey et al., 1992; Bertram et al., 2019). Las hipótesis señalan que el origen de estas malformaciones tiene una parte hereditaria y otra ambiental (Bailey et al., 1992; Song et al., 2016). Podemos diferenciar 4 formas: Oculta, manifiesta, quística o abierta (Platt et al., 2004). La primera incluye el defecto en el cierre del tubo neural sin sintomatología clínica, convirtiéndolo un hallazgo incidental (Bailey et al., 1992; Wilson et al., 1979). Las otras 3 formas conllevan protusión de las meninges. La forma manifiesta implica la presencia de signos clínicos; la quística implica presencia de meningocele (Protusión de las meninges a través del arco vertebral o los huesos craneales) o meningomielocele (protusión de las meninges y el tejido nervioso a través del arco vertebral abierto); y la abierta implica una comunicación del defecto con el entorno (Bailey et al., 1992; Platt et al., 2004).



**Fig. 9.** Meningocele (flecha larga) y duramadre normal (flecha corta) en imagen intraquirúrgica (Song et al., 2016).

Los signos clínicos dependen de la severidad y la localización de la malformación (Bailey et al., 1992). Cuando tenemos un caso de espina bífida abierta, el diagnóstico suele ser fácil puesto que podemos ver malformaciones obvias en la línea media e incluso se forman quistes que pueden drenar líquido cefalorraquídeo (LCR) (Bailey et al., 1992; Song et al., 2016). El defecto normalmente es palpable y los signos neurológicos dependerán de la zona de aparición de la malformación. De forma habitual se encuentra en la zona lumbosacra (LS) aunque podemos encontrar otras anomalías en el resto del SN (Bailey et al., 1992; Bertram et al., 2019; Song et al., 2016). Se ha visto que en los animales clínicamente afectados la patología tiende a encontrarse en L7-S1, mientras que en los animales neurológicamente normales la encontramos en S2-S3 (Bertram et al., 2019). Es habitual que los individuos afectados por esta patología presenten meningocele o meningocele (Gutierrez-Quintana et al., 2021; Song et al., 2016; Wilson et al., 1979).



**Fig. 8.** Espina bífida. (A) Radiografía ventrodorsal en carlino de 6 meses de edad, donde la lámina y el proceso espinoso de T1 no se han fusionado (Flecha). (B) TAC en ventana tejido óseo de una sección transversal de una vértebra torácica con espina bífida (flecha) (Bailey et al., 1992).

Estas malformaciones pueden detectarse mediante Rx sin necesidad de usar contraste, aunque lo ideal sería complementar con una TAC o una RM (Bailey et al., 1992; Brocal et al., 2018). Pese a que podríamos pensar que la mielografía es un buen método diagnóstico por la facilidad de inyección del contraste en estos casos, debemos evitarla puesto que podemos causar graves infecciones ya que no existe una cavidad cerrada (Song et al., 2016). Las pruebas de imagen nos pueden ser de ayuda si se contempla el tratamiento quirúrgico (Gutierrez-Quintana et al., 2021). Normalmente no se plantea ya que las lesiones más severas se acompañan de signos clínicos también severos y son incompatibles con la vida, por lo que deducimos que el pronóstico será de reservado a grave. En los animales que tienen signos clínicos menos marcados y una malformación menos severa se puede plantear cirugía reconstructiva siempre que no haya malformaciones de la médula espinal (Bailey et al., 1992). Con la cirugía podemos evitar que se agrave la sintomatología de estos animales y resolver cualquier fuga de LCR, incluso se han publicado casos con mejoría de los signos neurológicos (Song et al., 2016). No se plantea tratamiento médico a no ser que haya complicaciones asociadas como infecciones e inflamación (Gutierrez-Quintana et al., 2021; Song et al., 2016).

Los bulldogs ingleses son los más propensos a sufrir esta patología según los primeros estudios que se realizaron, seguidos por los carlinos y los bulldogs franceses (Bertram et al., 2019). Actualmente, se ha visto que los carlinos son comúnmente diagnosticados con esta malformación, aunque no suelen presentar signos clínicos, aunque si los presentan tienden a ser más severos, y normalmente se encuentra en T1 (Gutierrez-Quintana et al., 2021; Rohdin et al., 2018).

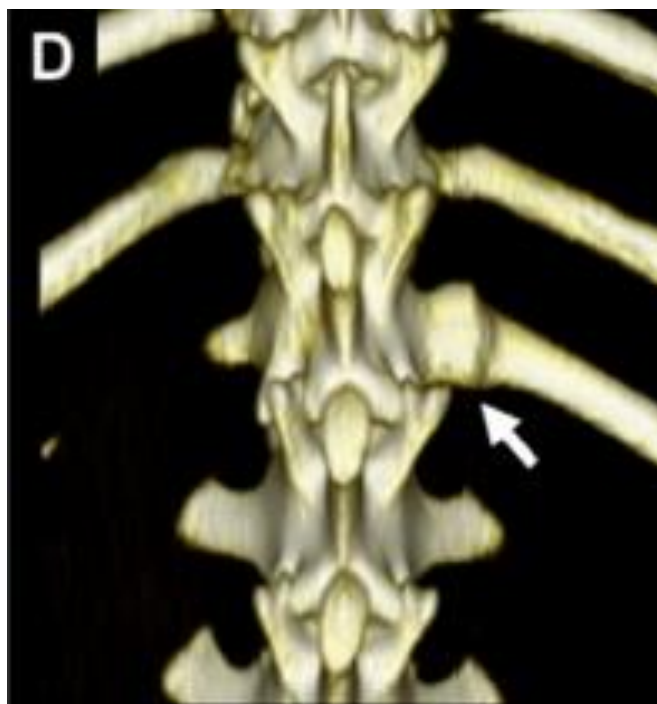
### **VÉRTEBRAS TRANSICIONALES**

**Razas comúnmente afectadas:** Carlinos, Bulldog francés, Bulldog inglés, Boston Terrier.

Se trata de vertebras que presentan características de dos regiones vertebrales distintas, por ejemplo, una vértebra transicional lumbo-sacra tendrá características tanto de vértebras lumbares como de las sacras (Bertram et al., 2019; Platt et al., 2004; Westworth et al., 2010). La malformación puede ser unilateral o bilateral y suele resultar en un recuento anormal de vértebras (Westworth et al., 2010). Es común encontrar vertebras transicionales en las zonas toracolumbares (TL) y LS, aunque pueden aparecer en cualquier parte de la columna vertebral donde se produzca la unión entre dos tipos de vértebra (Bertram et al., 2019, Gutierrez-Quintana et al., 2021; Westworth et al., 2010). Suele ser un hallazgo incidental, pero pueden predisponer a sufrir otro tipo de patologías de carácter degenerativo o producir estenosis del canal vertebral (Bailey et al., 1992). En otras razas como el pastor alemán se ha demostrado una

relación entre las vértebras transicionales LS y la aparición de estenosis degenerativa lumbosacra (Síndrome de la “cauda equina”) (Bailey et al., 1992; Platt et al., 2004).

El diagnóstico se realiza mediante técnicas de diagnóstico por imagen (Rx, TAC o RM) (Brocal et al., 2018). Este tipo de anomalía suele ir asociado a la ausencia de procesos transversos o de la última costilla en el caso de que sea TL, por lo que en una radiografía o una TAC es fácil identificarlo (Platt et al., 2004). Los animales suelen permanecer asintomáticos hasta que por algún motivo cambia la dinámica de fuerzas de las vértebras adyacentes produciendo inestabilidad o patologías discales degenerativas (Platt et al., 2004; Ryan et al., 2017; Westworth et al., 2010). Es importante reconocer este tipo de anomalías a la hora de realizar una cirugía porque pueden llevar a confusión respecto al lugar anatómico donde operar, pero normalmente no se realiza cirugía para resolverlas (Gutierrez-Quintana et al., 2021; Westworth et al., 2010). El pronóstico en estos animales es bueno ya que es raro que por sí mismas estas malformaciones produzcan alguna alteración (Gutierrez-Quintana et al., 2021).



**Fig. 10.**Vertebra transicional Toracolumbar, se observa la formación de una costilla a nivel de L1. (Ryan et al., 2017).

Los carlinos son la raza con más prevalencia dentro de los braquiocéfalos, además de tratarse de la malformación más común en esta raza (Bertram et al., 2019; Rohdin et al., 2018; Ryan et al., 2017). Además, se diagnostican más vertebrae transicionales TL en carlinos que en bulldogs, tanto franceses como ingleses (Bertram et al., 2019; Gutierrez-Quintana et al., 2021; Ryan et al., 2017).

## INESTABILIDAD ATLANTOAXIAL

**Razas comúnmente afectadas:** Chihuahua y Pequinés.

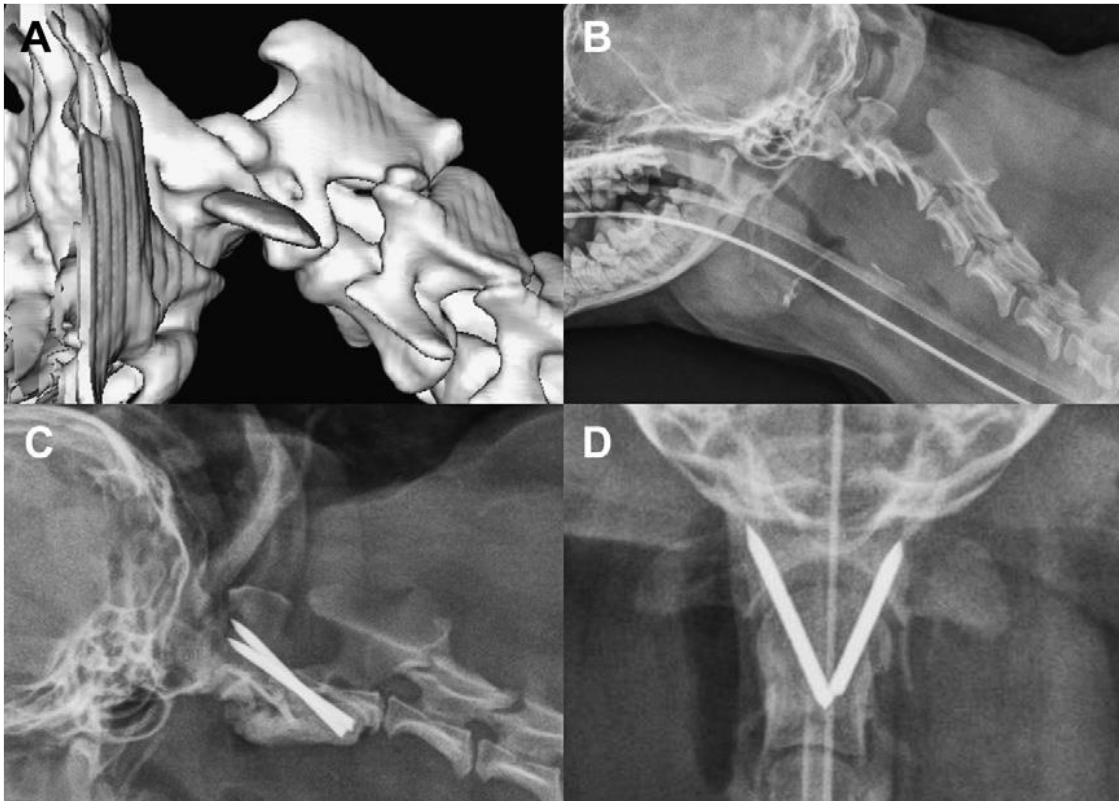
La inestabilidad atlantoaxial se define como una flexión excesiva de dicha articulación, en la que podemos observar un aumento de la distancia entre el atlas y el axis. Esta flexión desencadena una subluxación con el consecuente daño traumático a la médula espinal y su compresión. Esta es una condición congénita que deriva de malformaciones como la aplasia o hipoplasia del diente del axis, la angulación dorsal del diente del axis o, el fallo o ausencia de soporte ligamentoso. (Ellison et al., 2000; Havig et al., 2005; Slanina, 2016; Westworth et al., 2010). También puede desencadenarse por traumatismos o una combinación de ambos orígenes (Havig et al., 2005; Slanina, 2016).



**Fig. 11.** Subluxación atlantoaxial con desplazamiento dorsal del axis hacia el canal vertebral (Slanina, 2016).

Los signos clínicos están asociados a la edematización e inflamación de la médula espinal por la compresión que se produce secundaria al desplazamiento dorsal del diente del axis causado por la subluxación (Slanina, 2016; Westworth et al., 2010). Los signos clínicos dependerán de la severidad de la compresión de la medula espinal, variando desde dolor cervical, ataxia propioceptiva, paresia (ambulatoria y no ambulatoria) y plegias. En animales muy afectados podría producirse una depresión respiratoria e incluso la muerte (Havig et al., 2005; Slanina, 2016). Las Rx cervicales deberían ser suficiente para diagnosticar esta malformación en la mayoría de los casos (Havig et al., 2005; Westworth et al., 2010). Debemos recordar que es muy importante no flexionar el cuello de estos pacientes ya que podemos provocar una compresión completa de la médula espinal y provocar la muerte del animal (Slanina, 2016). En las Rx podemos observar el desplazamiento dorsal del axis sobre el atlas, así como un aumento de la distancia entre el arco dorsal del atlas y el proceso espinoso del axis. Si no lo vemos claro podemos flexionar ligeramente el cuello con cuidado para obtener más información (Westworth

et al., 2010). La TAC y la mielografía pueden ayudarnos a ver subluxaciones más leves o a diagnosticarla cuando están presentes otras anomalías, además se utilizan para la planificación de las cirugías (Slanina, 2016). La RM nos permite valorar el estado de la medula espinal. La mielografía puede usarse para diagnosticarlo, pero no es lo ideal debido a los riesgos asociados al procedimiento (Slanina, 2016; Westworth et al., 2010).



**Fig. 12.** Inestabilidad atlantoaxial y reparación quirúrgica ventral. **A.** reconstrucción tridimensional de una TAC. **B.** Proyección lateral de una Rx de la columna vertebral cervical. Destacar el desplazamiento dorsal de C2 sobre C1, y la separación de los aspectos dorsales de la lámina de C1 y C2. **C.** Rx lateral postquirúrgica. **D.** Rx ventrodorsal postquirúrgica (Westworth et al., 2010).

El tratamiento médico o conservador busca la formación de tejido fibroso para estabilizar la articulación (Havig et al., 2005; Slanina, 2016). Podemos dar soporte mediante vendajes estabilizadores en pacientes muy jóvenes y signos neurológicos mínimos, complementando con reposo estricto durante al menos 6 semanas y fármacos para tratar el dolor y la inflamación (Westworth et al., 2010). *Havig et al*, propusieron el uso de fibra de vidrio como estabilizador junto a un vendaje acolchado. En muchos casos los signos clínicos vuelven a aparecer cuando se retorna a la actividad normal (Havig et al., 2005). Este tipo de tratamientos suelen funcionar con animales menores de 6 meses, aunque también se suelen aplicar a animales cuyos dueños tienen limitaciones económicas (Havig et al., 2005; Slanina, 2016; Westworth et al., 2010).

El tratamiento quirúrgico busca la reducción de la subluxación para resolver la compresión y estabilizar la articulación previniendo futuras luxaciones (Havig et al., 2005; Slanina, 2016). Está indicado para aquellos animales con déficits neurológicos severos, dolor intenso o que no responden a otros tratamientos. Se plantea estabilización del atlas con el axis. Se han descrito tanto abordajes dorsales como ventrales para estabilizar dicha región. El procedimiento dorsal es menos desafiante y más seguro que el ventral, aunque no permite llegar a la articulación mediante artrodesis (Ellison et al., 1998). El procedimiento ventral permite reducir la luxación y acceder a la articulación, pero, requiere disección de estructuras cercanas a otras estructuras vitales (Ellison et al., 1998; Slanina, 2016).

El pronóstico en estos animales depende de la severidad y la cronicidad (Ellison et al., 1998; Slanina, 2016; Westworth et al., 2010). En animales con dolor y signos neurológicos leves, el pronóstico es bueno si se realiza cirugía (Havig et al., 2005). En aquellos con signos más graves tenemos un pronóstico reservado porque no se puede asegurar una recuperación neurológica completa debido a los daños permanentes en el parénquima medular. Diversos estudios han demostrado que se producen más complicaciones postoperatorias cuando se realizan procedimientos dorsales (Slanina, 2016).

#### **DISPLASIA/HIPOPLASIA/APLASIA DE LOS PROCESOS ARTICULARES**

**Razas comúnmente afectadas:** Carlinos, bulldog francés, bulldog inglés.

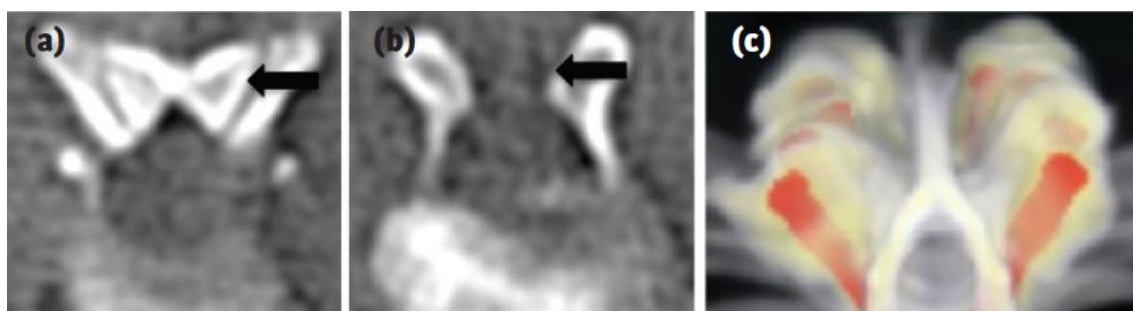
Las vértebras tienen dos procesos articulares principales, el craneal y el caudal. Cuando se presenta una displasia se hace referencia a una anomalía en el aspecto celular de los procesos vertebrales dando lugar a morfologías anormales. Una hipoplasia representa un desarrollo incompleto y una aplasia define la ausencia de los procesos. A pesar de que la displasia es bastante rara en los procesos craneales, existen varios estudios sobre la displasia de los procesos articulares vertebrales caudales (Bertram et al., 2018). La hipoplasia y aplasia de estos procesos suelen afectar a la zona torácica y suelen ser un hallazgo incidental (Gutierrez-Quintana et al., 2021).

La sintomatología depende de la región anatómica afectada. Generalmente se trata de signos clínicos crónicos y pueden cursar con paraparesis, ataxia propioceptiva de las EEPP e incontinencia urinaria (Bertram et al., 2018). En un estudio realizado por *Bertram et al*, se vio que esta patología tiene una prevalencia de aproximadamente el 60% en carlinos y cruces de carlino, aunque no presenten sintomatología (Bertram et al., 2018). Diversas hipótesis valoran la posibilidad de que este tipo de malformaciones contribuyan al desarrollo de otras patologías crónicas como las protusiones de disco, la fibrosis meníngea o los divertículos aracnoideos (Gutierrez-Quintana et al., 2021).

Principalmente se diagnostica mediante TAC ya que nos permite observar perfectamente la forma de las vértebras y sus procesos articulares, aunque las radiografías pueden utilizarse como aproximación temprana (Gutierrez-Quintana et al., 2021). Los carlinos son más propensos a sufrir este tipo de malformaciones frente al resto de razas, y además suelen presentarse de forma bilateral (Bertram et al., 2018). La edad y el sexo no parecen afectar a la aparición de estas patologías. El tratamiento se enfocará a la resolución de la inestabilidad en caso de que sea necesario y se realizará de forma quirúrgica (Gutierrez-Quintana et al., 2021).

Se ha reportado el término “mielopatía constrictiva” que afecta a carlinos adultos principalmente, aunque también puede desarrollarse en otras razas (Fisher et al., 2013; Ros et al., 2020; Smiler et al., 2013). Los animales presentaban incoordinación y debilidad de las EEP que derivaba de una compresión de la médula a nivel TL y que se asociaba con malformaciones de los procesos articulares vertebrales (Fisher et al., 2013). A menudo, los signos neurológicos de los pacientes progresaban a paraplejias con incontinencia tanto fecal como urinaria. Se sospecha de la heredabilidad de las malformaciones nombradas anteriormente y que la inestabilidad en la unión TL forma una fibrosis circunferencial que presiona la médula (Smiler et al., 2013).

El tratamiento que se plantea es quirúrgico y se busca la estabilización, aunque en ocasiones se combina con descompresión de la médula espinal. Únicamente se realiza cuando está asociado con otras patologías (Tauro et al., 2019). En caso de no poder realizar cirugía se puede manejar medicamente con prednisolona (Gutierrez-Quintana et al., 2021). Los casos reportados por *Smiler et al*, la cirugía reveló la presencia de una banda de tejido fibrosos maduro que comprimía la médula.



**Fig. 13.** A. Procesos articulares normales, B. aplasia de los procesos articulares en un carlino en una TAC. C. Reconstrucción mediante TAC de una estabilización con tornillos en un carlino con aplasia de los procesos articulares (Gutiérrez-Quintana et al., 2021)

**Fig. 14.** A. Procesos articulares normales, B. aplasia de los procesos articulares en un carlino en una TAC. C. Reconstrucción mediante TAC de una estabilización con tornillos en un carlino con aplasia de los procesos articulares (Gutiérrez-Quintana et al., 2021)

Se ha demostrado que los carlinos son la raza más afectada por esta malformación, mostrando también más número de vértebras afectadas y suelen presentar mayoritariamente aplasia frente a hipoplasia. El resto de razas braquiocefálicas también pueden presentar dicha patología pero aparece en menor medida (Bertram et al., 2018).

## 6. Conclusiones

1. Las razas braquiocefálicas están genéticamente predisuestas a sufrir patologías de la columna vertebral.
2. La patología congénita más frecuente es la hemivertebra.
3. La mayor parte de las patologías congénitas de la columna son hallazgos incidentales porque no suelen dar sintomatología a no ser que aparezcan otros factores.
4. Los carlinos tienden a desarrollar sintomatología neurológica cuando se ven afectados por estas patologías, más que el resto de razas.
5. La TAC es el método diagnóstico por imagen de preferencia por sus buenos resultados en la evaluación de estructuras óseas. En su defecto, la radiografía nos permite una evaluación temprana y asequible para hacer un diagnóstico inicial si no podemos acceder a una TAC.

## 7. Bibliografía

- Aikawa, T., Kanazono, S., Yoshigae, Y., Sharp, N. J. H., & Muñana, K. R. (2007). Vertebral stabilization using positively threaded profile pins and polymethylmethacrylate, with or without laminectomy, for spinal canal stenosis and vertebral instability caused by congenital thoracic vertebral anomalies. *Veterinary Surgery*, 36(5), 432–441. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2007.00289.x>
- Bailey, C. S., & Morgan, J. P. (1992). Congenital spinal malformations. *The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice*, 22(4), 985–1015. [https://doi.org/10.1016/S0195-5616\(92\)50089-4](https://doi.org/10.1016/S0195-5616(92)50089-4)
- Bertram, S., ter Haar, G., & De Decker, S. (2018). Caudal articular process dysplasia of thoracic vertebrae in neurologically normal French bulldogs, English bulldogs, and Pugs: Prevalence and characteristics. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, 59(4), 396–404. <https://doi.org/10.1111/vru.12609>
- Bertram, S., ter Haar, G., & De Decker, S. (2019). Congenital malformations of the lumbosacral vertebral column are common in neurologically normal French

Bulldogs, English Bulldogs, and Pugs, with breed-specific differences. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, 60(4), 400–408. <https://doi.org/10.1111/vru.12753>

- Bouma, J. L. (2016). Congenital Malformations of Vertebral Articular Processes in Dogs. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*, 46(2), 307–326. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2015.10.006>
- Brocal, J., De Decker, S., José-López, R., Guevar, J., Ortega, M., Parkin, T., Ter Haar, G., & Gutierrez-Quintana, R. (2018). Evaluation of radiography as a screening method for detection and characterisation of congenital vertebral malformations in dogs. *Veterinary Record*, 182(20), 573. <https://doi.org/10.1136/vr.104388>
- Charalambous, M., Jeffery, N. D., Smith, P. M., Goncalves, R., Barker, A., Hayes, G., Ives, E., & Vanhaesebrouck, A. E. (2014). Surgical treatment of dorsal hemivertebrae associated with kyphosis by spinal segmental stabilization, with or without decompression. *Veterinary Journal*, 202(2), 267–273. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2014.08.011>
- Corlat, L., Blanco, B., Lucena, R., Ginel, P.J., Miró, F., Novales, M. (2017). Congenital Vertebral Malformations In French Bulldogs: X-Ray Vs Computed Tomography. *Bulletin UASVM Veterinary Medicine* 74(1). <http://dx.doi.org/10.15835/buasvmcn-vm:11508>
- De Decker, S., Packer, R. M. A., Cappello, R., Harcourt-Brown, T. R., Rohdin, C., Gomes, S. A., Bergknut, N., Shaw, T. A., Lowrie, M., & Gutierrez-Quintana, R. (2019). Comparison of signalment and computed tomography findings in French Bulldogs, Pugs, and English Bulldogs with and without clinical signs associated with thoracic hemivertebra. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 33(5), 2151–2159. <https://doi.org/10.1111/jvim.15556>
- De Lahunta, A., Glass, E. N., & Kent, M. (2016). Embryonic Development of the Central Nervous System. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*, 46(2), 193–216. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2015.10.011>
- De Souza, M. C. C. M. I., Ryan, R., Haar, G., Packer, A. M., Volk, H. A., & De Decker, S. (2018). Evaluation of the influence of kyphosis and scoliosis on intervertebral disc extrusion in French bulldogs. *BMC Veterinary Research*, 14(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s12917-017-1316-9>
- Dewey, C. W., Davies, E., & Bouma, J. L. (2016). Kyphosis and Kyphoscoliosis Associated with Congenital Malformations of the Thoracic Vertebral Bodies in Dogs.

Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice, 46(2), 295–306.

<https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2015.10.009>

- Ellison, G. W., Lewis, D. D., Goring, R. L., Kubilis, P. S., & Barchard, C. (1998). Risk factors affecting the outcome of Surgery for atlantoaxial subluxation in dogs: 46 cases (1978–1998) *Beaver 2000 JAVMA*. 556.
- Fisher, S. C., Shores, A., & Simpson, S. T. (2013). Constrictive myelopathy secondary to hypoplasia or aplasia of the thoracolumbar caudal articular processes in pugs: 11 cases (1993-2009). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 242(2), 223–229. <https://doi.org/10.2460/javma.242.2.223>
- Grenn, H. H., & Lindo, D. E. (1969). Hemivertebrae with severe kypho-scoliosis and accompanying deformities in a dog. *Canadian Veterinary Journal*, 10(8), 214–216.
- Gutierrez-Quintana, R., Guevar, J., Stalin, C., Faller, K., Yeamans, C., & Penderis, J. (2014). A proposed radiographic classification scheme for congenital thoracic vertebral malformations in brachycephalic “screw-tailed” dog breeds. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, 55(6), 585–591. <https://doi.org/10.1111/vru.12172>
- Gutierrez-Quintana, R., & Decker, S. (2021). Tail end of the brachycephalic problem: diagnostic and treatment options for spinal malformations. *In Practice*, 43(3), 124–134. <https://doi.org/10.1002/inpr.26>
- Havig, M. E., Cornell, K. K., Hawthorne, J. C., McDonnell, J. J., & Selcer, B. A. (2005). 2005. Evaluation of nonsurgical treatment of AAS in dogs. 227(2).
- Hyttel, P., Sinowatz, F., & Vejlsted, M. (2010). *Essentials of domestic animals embryology* (1.ª Ed.). Oxford: Saunders elsevier. Oxford: Saunders elsevier.
- Jeffery, N. D., Smith, P. M., & Talbot, C. E. (2007). Imaging findings and surgical treatment. 230(4), 0–4.
- Lin, J. L., & Coolman, B. R. (2009). Atlantoaxial subluxation in two dogs with cervical block vertebrae. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 45(6), 305–310. <https://doi.org/10.5326/0450305>
- Mayousse, V., Desquilbet, L., Jeandel, A., & Blot, S. (2017). Prevalence of neurological disorders in French bulldog: A retrospective study of 343 cases (2002-2016). *BMC Veterinary Research*, 13(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12917-017-1132-2>
- McGeady, T., Quinn, P., FitzPatrick, E., & Ryan, M. (2006). *Veterinary embryology* (1.ª Ed.). Oxford: Blackwell. Oxford: Blackwell.

- Moissonnier, P., Gossot, P., & Scotti, S. (2011). Thoracic Kyphosis Associated with Hemivertebra. *Veterinary Surgery*, 40(8), 1029–1032. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2011.00876.x>
- Olby, N. J., & Jeffery, N. D. (2014). Advances in veterinary neurology. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*, 44(6), xi–xii. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2014.08.001>
- Onar, V., Siddiq, A. B., Asal, R., & Parés-Casanova, P. M. (2020). Los Tipos Craneométricos Caninos Aparecen Bien Expresados a Nivel de Conformación del Arco Cigomático. *International Journal of Morphology*, 38(1), 78–82. <https://doi.org/10.4067/s0717-95022020000100078>
- Oskouian, R. J., Sansur, C. A., & Shaffrey, C. I. (2007). Congenital Abnormalities of the Thoracic and Lumbar Spine. *Neurosurgery Clinics of North America*, 18(3), 479–498. <https://doi.org/10.1016/j.nec.2007.04.004>
- Paninárová, M., Stehlík, L., Proks, P., & Vignoli, M. (2016). Congenital and acquired anomalies of the caudal vertebrae in dogs: Radiographic classification and prevalence evaluation. *Acta Veterinaria Hungarica*, 64(3), 330–339. <https://doi.org/10.1556/004.2016.031>
- Platt, S. R., & Olby, N. J. (2004). *BSAVA Manual of Canine and Feline Neurology* (3.<sup>a</sup> Ed.). Gloucester: BSAVA. Gloucester: BSAVA
- Rohdin, C., Häggström, J., Ljungvall, I., Nyman Lee, H., De Decker, S., Bertram, S., Lindblad-Toh, K., & Hultin Jäderlund, K. (2018). Presence of thoracic and lumbar vertebral malformations in pugs with and without chronic neurological deficits. *Veterinary Journal*, 241, 24–30. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2018.09.008>
- Ros, C., de la Fuente, C., García de Carellán, A., Laborda, P. (2020). Constrictive myelopathy secondary to caudal articular vertebral process dysplasia in West Highland white terrier dogs. *The Canadian veterinary journal* 61(11): 1155–1158. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7560773/>
- Ryan, R., Gutierrez-Quintana, R., ter Haar, G., & De Decker, S. (2017). Prevalence of thoracic vertebral malformations in French bulldogs, Pugs and English bulldogs with and without associated neurological deficits. *Veterinary Journal*, 221, 25–29. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2017.01.018>
- Ryan, R., Gutierrez-Quintana, R., Haar, G. Ter, & De Decker, S. (2019). Relationship between breed, hemivertebra subtype, and kyphosis in apparently neurologically

normal french bulldogs, english bulldogs, and pugs. *American Journal of Veterinary Research*, 80(2), 189–194. <https://doi.org/10.2460/ajvr.80.2.189>

- Schlensker, E., & Distl, O. (2016). Heritability of hemivertebrae in the French bulldog using an animal threshold model. *Veterinary Journal*, 207, 188–189. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2015.10.044>
- Slanina, M. C. (2016). Atlantoaxial Instability. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*, 46(2), 265–275. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2015.10.005>
- Smiler, K. L., Patterson, J. S., & Box, P. O. (2013). Constrictive Myelopathy: a cause of hind limb ataxia unique to Pug dogs? 1.
- Song, R. B., Glass, E. N., & Kent, M. (2016). Spina Bifida, Meningomyelocele, and Meningocele. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*, 46(2), 327–345. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2015.10.007>
- Tauro, A., Rose, J., Rusbridge, C., & Driver, C. J. (2019). Surgical Management of Thoracolumbar Myelopathies in Pug Dogs with Concurrent Articular Facet Dysplasia. *VCOT Open*, 02(01), e60–e72. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1692147>
- Westworth, D. R., & Sturges, B. K. (2010). Congenital spinal malformations in small animals. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*, 40(5), 951–981. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2010.05.009>
- Wilson J. W., KURTZ J., LEIPOLD H. W., & LEES G. E. (1979). Spina bifida in the dog. *Veterinary Pathology*, 16(2), 165–179. <http://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&from=export&id=L9130027%5Cnhttp://sfxhosted.exlibrisgroup.com/medtronic?sid=EMBASE&issn=03009858&id=doi:&atitle=Spina+bifida+in+the+dog&stitle=VET.+PATHOL.&title=Veterinary+Pathology&volume=16&issu>