



Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza



Trabajo Fin de

Autor/es

Director/es

Facultad de Veterinaria

ÍNDICE

1. RESUMEN/ABSTRACT	2
2. INTRODUCCIÓN	3-4
3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.....	4
4. METODOLOGÍA	4-5
5. RESULTADOS	5-26
5.1 Anatomía básica del cuello del caballo	5-10
5.1.1. Vértebras cervicales.....	5-7
5.1.2. Músculos del cuello	7-9
5.1.3. Vascularización e inervación del cuello	9-10
5.2 Patologías y alteraciones cervicales en el caballo	10-13
5.2.1. Síndrome de Wobbler	10-11
5.2.2. Osteoartritis y osteocondrosis	11-12
5.2.3. Fragmentación osteocondral.....	12
5.2.4. Hernia discal	12-13
5.2.5. Síndrome cervicotorácico braquial.....	13
5.2.6. Transposición de vértebra C6.....	13-14
5.3. Diagnóstico clínico	14-15
5.4. Diagnóstico por imagen	15-26
5.4.1. Radiografía.....	15-17
5.4.2. Ecografía.....	18-19
5.4.3. Tomografía computarizada	19-20
5.4.4. Resonancia magnética	20-21
5.4.5. Mielografía	21-24
5.4.6. Ventajas y desventajas de las diferentes técnicas de imagen.....	24-26
6. CASOS CLÍNICOS	26-30
7. DISCUSIÓN	30-34
8. CONCLUSIONES/CONCLUSIONS.....	34-35
9. VALORACIÓN PERSONAL	35
10. BIBLIOGRAFÍA	36-39

1. RESUMEN

Las vértebras cervicales en los caballos desempeñan un papel esencial en la biomecánica del movimiento, el equilibrio y la transmisión neurológica. Una lesión en ellas constituye un área de gran interés debido a su impacto en el rendimiento y bienestar de los caballos. Las patologías que afectan a esta región pueden generar desde un dolor leve hasta dolores muy agudos, llegando a comprometer el rendimiento deportivo e incluso la calidad de vida del caballo. La comprensión de estas patologías y su diagnóstico adecuado son esenciales para implementar estrategias de manejo y tratamiento efectivos, pero el diagnóstico puede representar un desafío para el veterinario debido a la complejidad de las estructuras cervicales y la variedad de manifestaciones clínicas. Este trabajo realiza una revisión bibliográfica de las principales alteraciones cervicales en équidos, incluyendo patologías como el síndrome de Wobbler, la osteoartritis intervertebral, la osteocondrosis, la fragmentación osteocondral y otras alteraciones como la transposición de C6 o la hernia discal, para su posterior diagnóstico. Por lo que, en este contexto, las técnicas de diagnóstico por imagen, como la radiología, la ecografía, la tomografía computarizada, la resonancia magnética y la mielografía, han permitido identificar con mayor precisión las causas subyacentes de estas lesiones, incluyendo, entre otras, anomalías morfológicas.

ABSTRACT

The cervical vertebrae in horses play an essential role in movement, balance and neurological function. Injuries affecting this region are of significant clinical interest due to their impact on athletic performance and overall well-being. Cervical pathologies can range from mild discomfort to severe neurological impairment, which can limit a horse's quality of life. Accurately understanding and diagnosing these disorders is essential for effective management and treatment, but this remains challenging due to the anatomical complexity of the cervical spine and the variability of clinical signs. This paper provides a thorough review of the primary cervical disorders affecting equines. These include conditions such as Wobbler syndrome, intervertebral osteoarthritis, osteochondrosis and osteochondral fragmentation, as well as structural abnormalities such as C6 transposition and intervertebral disc herniation. Diagnostic imaging techniques, including radiography, ultrasonography, computed tomography and magnetic resonance imaging, are fundamental tools that allow for the precise identification of underlying lesions and congenital and morphological anomalies.

2. INTRODUCCIÓN

El cuello del caballo tiene un papel fundamental, además de soportar la cabeza, participa en la estabilización y el movimiento eficiente del cuerpo durante la locomoción, forma una parte crucial en la distribución de las fuerzas a través de la columna vertebral y los miembros, especialmente durante las actividades de trabajo y las competiciones deportivas (Zsoldos & Licka, 2015). Su forma de trapecio y su morfología según la raza y el individuo influyen en su funcionalidad, interviniendo en la actividad del caballo. El cuello no debe tener un ángulo menor de 90 en relación con la cabeza, este hecho está íntimamente ligado con el equilibrio, ya que esta angulación excesiva aligera el tren anterior al desviarse el centro de equilibrio hacia atrás (Von Borstel et al., 2024). Estudios dedicados al cuello del caballo han observado que una postura cervical adecuada, con movimientos controlados, es necesaria para que mantengan el equilibrio y realicen una buena eficiencia en el desplazamiento, sobre todo en las disciplinas de salto y la doma clásica. Además, el cuello equino también es responsable de absorber los impactos y distribuir la fuerza durante el movimiento, lo que previene posibles lesiones en las articulaciones cervicales (Zsoldos & Licka, 2015). Por lo tanto, la función del cuello del caballo engloba mucho más que un soporte pasivo de la cabeza también desempeña un rol activo en la locomoción, en la estabilidad de la columna vertebral y en la eficacia en el movimiento.

El diagnóstico puede requerir una observación detallada, ya que los comportamientos y síntomas pueden variar según la severidad y tipo de problema. Existen dos maneras de diferenciar el dolor de cuello en caballos: aquellos que tienen dolor cervical y presentan molestias evidentes durante la palpación o movimientos del cuello y los que tienen disfunción cervical pero que pueden presentar señales más leves, como rigidez, evitación (conducta o respuesta del caballo para no realizar ciertos movimientos que le resulten dolorosos o molestos, a pesar de no mostrar signos de dolor agudo), pero sin dolor. Además, se puede dar la situación en la que un ejemplar muestre ambos tipos de dolor. En estos casos el diagnóstico resulta más complicado (Story et al., 2021).

El dolor cervical en équidos de deporte produce una merma en su rendimiento deportivo, con sintomatología evidente como la rigidez en el cuello, rechazo a la embocadura, molestias a la palpación, irregularidades en la marcha, especialmente en las extremidades posteriores y cojera en las anteriores, comportamientos alterados como llegar a tirar de las riendas o sacudir la cabeza y mostrar dificultad de movimientos como los círculos pequeños (Story et al., 2021). Por otro lado, el dolor cervical puede generar una pérdida de peso si el caballo tiene dificultades para comer del suelo o de un comedero debido a la postura necesaria (Story et al., 2021).

En relación con este cuadro clínico, es importante destacar que no todos los caballos con alteraciones en el rendimiento presentan signos de dolor evidente, lo que introduce el término de disfunción cervical. Este término hace referencia a aquellas situaciones en las que existen restricciones funcionales en el rango de movilidad cervical. Los signos de disfunción cervical pueden incluir irregularidad muscular regional o general, como la atrofia, la hipertrofia o la hipertonía además de rigidez o incapacidad para la actividad o movimiento del cuello a través de un rango normal y variación del porte de la cabeza o el cuello. También se observa dolor y cojera, con modificación en la marcha y afección del tren anterior (Zsoldos & Licka, 2015).

3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Las alteraciones de la columna cervical representan una de las principales causas de disfunción neurológica y bajo rendimiento deportivo. Este tipo de patologías, a pesar de ser frecuentes, la mayoría de las veces están subestimadas clínicamente debido a la inespecificidad de los síntomas, además de la dificultad en la localización precisa del origen del dolor, así como la compleja anatomía del cuello equino. Muchas de estas lesiones presentan un origen multifactorial, desde congénito, traumático, degenerativo o infeccioso, por lo que una correcta identificación resulta imprescindible para un correcto plan terapéutico. A esto se suma la gran disponibilidad de técnicas de imagen avanzadas que permiten valorar con precisión el estado de las estructuras óseas, articulares y nerviosas.

Por ello el objetivo general del trabajo trata de analizar las principales patologías de la región cervical equina desde una perspectiva clínica, anatómica y diagnóstica. Para alcanzar dicho objetivo, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Profundizar en la anatomía funcional de la región cervical del cuello equino y su implicación biomecánica
- Describir la sintomatología clínica asociada a lesiones en las vértebras cervicales
- Identificar las principales patologías cervicales que afectan a la raza equina, incluyendo las posibles causas
- Estudiar las herramientas diagnósticas disponibles, haciendo hincapié en las técnicas de imagen
- Presentar dos casos clínicos representativos que permitan ejemplificar el abordaje diagnóstico

4. METODOLOGÍA

Para alcanzar dichos objetivos, la metodología utilizada para llevar a cabo este trabajo se ha basado en una revisión bibliográfica sobre la anatomía del cuello del caballo, las posibles

causas de lesiones en las vértebras cervicales y la profundización sobre su diagnóstico clínico y por imagen. Basada en la consulta de artículos en bases de datos científicas en inglés, francés y español entre 2000 y 2025, además de portales web de buscadores de artículos científicos como “Google Académico”, “Scielo”, “PubMed” y recursos académicos como “Alcorze”, documentos institucionales y publicaciones procedentes de centros de referencia en medicina equina como la escuela veterinaria VetAgro Sup Lyon para ofrecer una explicación visual complementaria al texto con el propósito de facilitar la comprensión del trabajo y la descripción de dos casos clínicos del Hospital VetAgro Sup Lyon, para ilustrar la aplicación práctica de los conceptos estudiados y reforzar las conclusiones del trabajo.

Dentro del total de referencias se han consultado aquellas de los últimos 25 años, desde el 2000 hasta el 2025 y solo las que cuya accesibilidad fuese completa, utilizando Zotero como gestor bibliográfico, salvo las obras de anatomía y los textos clásicos de referencia fundamental para la correcta interpretación del aparato locomotor equino.

Las palabras clave, para la búsqueda de dicho trabajo bibliográfico han sido, entre otras: horse, ataxia, cervical compressive myelopathy, diagnostic imaging, spinal cord compression, myelography.

5. RESULTADOS

5.1. Anatomía básica del cuello del caballo

5.1.1. Vértebras cervicales

El cuello del caballo alberga 34 estructuras óseas (Story et al., 2021). Está compuesto por siete vértebras cervicales, articuladas mediante articulaciones sinoviales conocidas como las articulaciones del proceso articular equino (Claridge et al., 2010).

Esta región anatómica se divide en dos partes: cervical superior e inferior, separadas sagitalmente por una estructura elástica, el ligamento nuchal, que se inserta en la nuca y las vértebras cervicales y dorsales. La función principal de este ligamento es soportar el peso de la cabeza equina y dar forma a la línea dorsal del cuello, cooperando con los músculos extensores cervicales y actuando como estabilizador pasivo, conecta asimismo la cruz con el cráneo (hueso occipital) y las vértebras cervicales (Echevarría & García Piqueres, 2023). En cuanto a la osteología, el cuello se compone de las vértebras atlas (C1), axis (C2) y de C3 a C7 (Butler et al., 2017). La morfología de estas vértebras varía de la siguiente manera (*Figura 1*):



Figura 1: *Vértices cervicales equinas individuales (atlas, axis, C3-C7) organizadas para compararlas morfológicamente. Fondo negro, huesos reales fotografiados desde una vista superior y frontal. Fuente: Universidad Autónoma de Barcelona.*

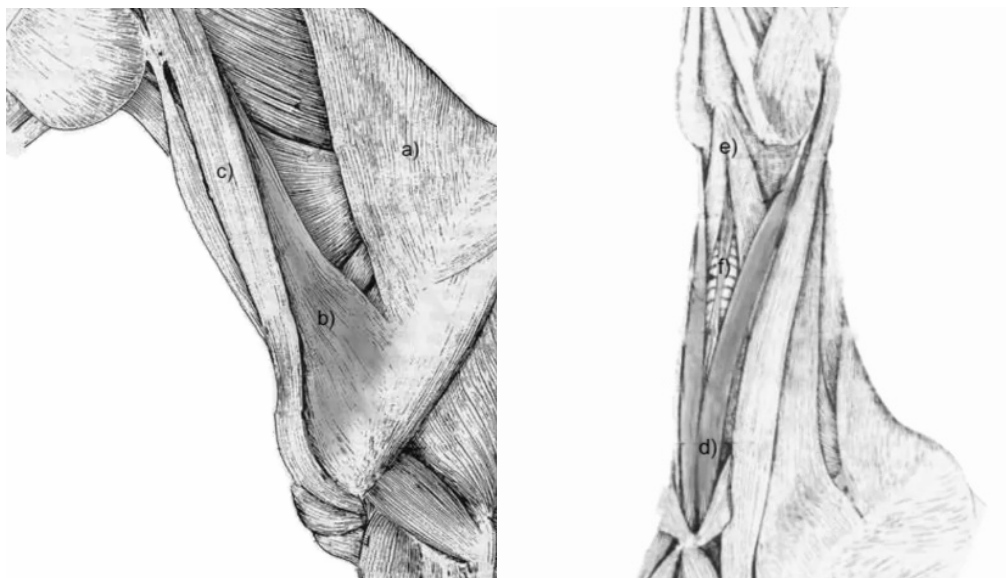
- Atlas (C1): es un hueso tubular corto con alas laterales y dos forámenes transversos. Se articula con la cabeza a través de los cóndilos del hueso occipital en la articulación atlantooccipital, y con el axis mediante la fóvea *dentis* y los procesos odontoides del axis en la articulación atlantoaxial (Morales Briceño et al., 2014). Se desarrolla en dos mitades laterales que se osifican gradualmente en un surco común (Butler et al., 2017).
- Axis (C2): este hueso corto tiene centros de osificación separados, correspondientes a sus cavidades articulares, los cuales se fusionan alrededor de los 7 meses de edad. El arco craneal presenta un foramen vertebral lateral, que puede estar incompleto en caballos jóvenes. La espina dorsal suele ser lisa, pero pueden aparecer espolones óseos debido a la superposición de procesos transversales (Butler et al., 2017).
- Vértices C3 a C7: son similares en cuanto a su forma, con un arco, un foramen y un cuerpo vertebral. Los cuerpos vertebrales tienen epífisis craneal y caudal, con cierre gradual de las fisuras craneales a los 2 años y las caudales a los 4-5 años. Las superficies articulares deben ser lisas y congruentes, con variaciones en las articulaciones del proceso articular, especialmente entre C2 y C3. La vértebra C6 es más corta que C5 y tiene un proceso transversal trifido, mientras que la C7 es más corta y puede tener un proceso dorsal espinoso desarrollado (Morales Briceño et al., 2014).

Entre las estructuras óseas, los ligamentos vertebrales, tanto cortos como largos, mantienen la estabilidad y permiten una amplia gama de movimientos. Los ligamentos cortos incluyen los ligamentos amarillos, interespinales e intertransversales, mientras que los largos

comprenden el ligamento longitudinal dorsal y el ligamento de la nuca, además de las bolsas subligamentosas supraespinosa y de la nuca (Butler et al., 2017).

5.1.2. Músculos del cuello

La musculatura cervical del cuello del caballo desempeña un papel fundamental en la movilidad, estabilidad y función biomecánica del cuello, permitiendo no solo el control postural y los movimientos de la cabeza sino también la conexión dinámica con el miembro torácico y estructuras relacionadas (Dyce et al., 2010).



Figuras 2 y 3: Ilustraciones anatómicas en vista lateral y dorsal del caballo que muestra la musculatura en primer plano. Fuente: *Miología del cuello de equino*, 2018.

En el plano superficial se encuentra el trapecio cervical (*Figura 2a*), unido al ligamento nuchal y a la escápula, actúa elevando la región escapular y contribuye a la movilidad dorsal (Torres, 2018). Junto a él se localiza el omotransverso (*Figura 2b*), que se inserta en el atlas y primeras vértebras cervicales, este permite elevar la cabeza y desplazar el hombro hacia craneal favoreciendo la extensión (Budras et al., 2009). Además, el músculo esternocéfálico (*Figura 3d*), se extiende desde el esternón hasta el ángulo mandibular, actúa principalmente en la flexión y rotación cervical. Aunque más vinculados al aparato hioideo, músculos como el omohioideo (*Figura 3e*) y esternohioideo (*Figura 3f*) contribuyen al descenso del hioides y la lengua, participando indirectamente en la biomecánica cervical (Torres, 2018).

En un plano más profundo podemos encontrar el músculo esplenio (*Figura 4a*), el cual cuenta con inserciones en el ligamento nuchal y en los procesos espinosos torácicos, es un importante

extensor del cuello y la cabeza, que se complementa con el serrato ventral (*Figura 4b*), el cual actúa elevando el cuello y estabilizando la escápula. Además, el romboides cervical (*Figura 4c*) favorece la elevación y el desplazamiento cráneo-dorsal de la escápula, contribuyendo al mismo tiempo a la elevación del cuello (Torres, 2018). Una vez mencionadas estas estructuras, en el siguiente plano se encuentra el músculo semiespinal de la cabeza (*Figura 5a*) y el longísimo de la cabeza y el atlas (*Figura 5b*), cuentan con inserciones tanto en vértebras torácicas como cervicales y en la base del cráneo. Entre sus funciones podemos mencionar movimientos de rotación, así como una inclinación lateral cuando actúan unilateralmente. A estos se suman músculos como el iliocostal (*Figura 5c*) y el longísimo cervical (*Figura 5d*), los cuales participan en la extensión y flexión lateral del cuello, además de ser esenciales para la movilidad intervertebral cervical (Dyce et al., 2010).

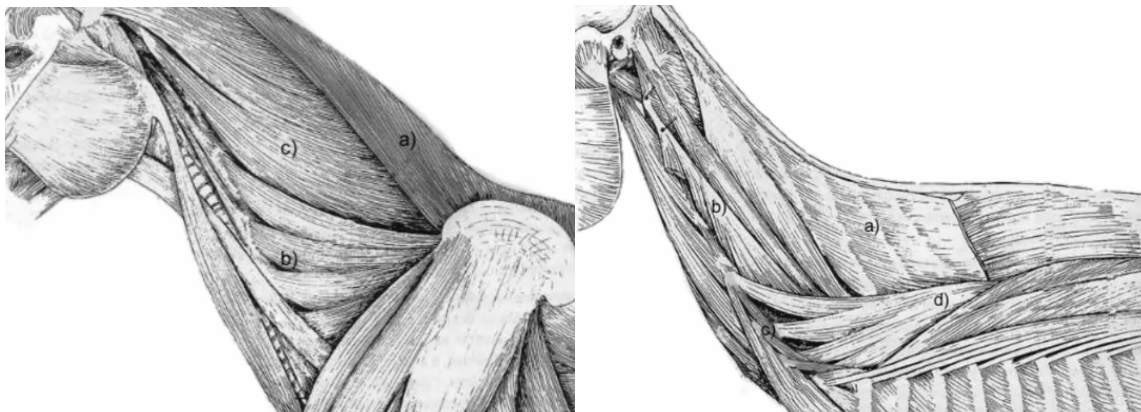


Figura 4 y 5: Ilustración anatómica en vista lateral del caballo que muestra la musculatura en segundo y tercer plano. Fuente: *Miología del cuello de equino*, 2018.

En el plano más interno, el músculo largo del cuello presenta una disposición ventral desde el atlas hasta las vértebras torácicas. Este músculo es uno de los principales flexores cervicales junto con los músculos escalenos, los cuales también contribuyen a la flexión cervical además de actuar como músculos respiratorios accesorios (Budras et al., 2009). La musculatura suboccipital está compuesta por los oblicuos craneal y caudal de la cabeza, así como los rectos dorsal mayor, dorsal menor y ventral, este grupo muscular es crucial para la movilidad atlanto-occipital y atlanto-axial, permitiendo movimientos precisos de extensión, flexión y rotación de la cabeza (Standring, 2024).

Finalmente, músculos como el multifido cervical, espinal cervical e intertransversos dorsales y ventrales, cumplen una función estabilizadora en la columna cervical, asegurando precisión y control de movimientos, así como la alineación durante la actividad motora y postural

(Torres, 2018). Además, existen ciertos músculos como el subescapular que, a pesar de no encontrarse en la región del cuello, actúan indirectamente en la movilidad cervical estabilizando la articulación escapulohumeral (Dyce et al., 2010).

5.1.3. Vascularización e inervación del cuello

La irrigación sanguínea del cuello equino está garantizada principalmente por la arteria carótida común, la vena yugular externa, y otros vasos como la arteria y la vena vertebral (Getty, König & Liebich, 2013).



Figura 6: *Aspecto lateral del plexo braquial. 1- Plexo braquial, 2- Nervio subescapular, 3- Rama ventral del primer nervio torácico, 4- Rama ventral del segundo nervio torácico. Fuente: Essentials of Clinical Anatomy of the Equine Locomotor System, 2019.*

En lo que se refiere a la inervación del cuello, esta es muy compleja. Además de la médula espinal, la cual está cubierta por las meninges (duramadre, piamadre y aracnoides) también hay que tener en cuenta todos los nervios cervicales. Concretamente las ramas cervicales que salen de C3 a C6 contribuyen a la inervación de las regiones braquiocefálica y esternocéfálica. A su vez las ramas dorsales y ventrales de estos nervios aseguran la inervación de la piel y los músculos del cuello, con una organización metamérica típica del desarrollo embrionario (Sandoval & Agüera, 1988). A partir de las ramas ventrales de los nervios espinales de las vértebras de C6 hasta la T2, se origina el plexo braquial (*Figura 6*) (Pop & Pentea, 2007). Entre los nervios del plexo braquial que participan en la inervación del cuello, encontramos el nervio torácico largo, que inerva los músculos del cuello y la zona del tronco superior y el nervio subescapular, con impacto en el músculo subescapular, que influye en la flexión y movimiento del cuello (Grzeczka et al., 2024).

5.2. Patologías y alteraciones cervicales en el caballo

5.2.1. Síndrome de Wobbler

También conocida como mielopatía estenótica vertebral cervical (MEVC) se caracteriza por tratarse de una enfermedad multifactorial, constituyendo la principal causa no infecciosa de ataxia. Este síndrome se produce debido al estrechamiento del canal vertebral cervical, que puede o no estar acompañado de malformaciones en las vértebras cervicales. Esta condición lleva a una compresión o trauma recurrente en la médula espinal cervical (Reed, 2007). En la mayoría de los casos, la compresión de la columna cervical se observa a menudo entre C5 y C7 (*Figura 7*), la cual a su vez genera un daño en la médula espinal cervical como es en el caso del síndrome de Wobbler (Mullen et al., 2015; Szklarz et al., 2017).

La estenosis vertebral cervical representa la principal causa de los signos clínicos observados en el síndrome de Wobbler. Este puede originarse como consecuencia de malformaciones congénitas o por un sobrecrecimiento de los procesos articulares de las vértebras cervicales, asociado frecuentemente a crecimientos rápidos o a descompensaciones nutricionales durante etapas de desarrollo. Estos factores contribuyen a alteraciones osteoarticulares que afectan tanto al sistema esquelético como al muscular, pudiendo derivar en una compresión medular en distintos niveles vertebrales y, con ello, la aparición de signos neurológicos (Pujol et al., 2004).

Además, esta compresión puede estar relacionada con traumatismos, lesiones mecánicas o procesos infecciosos, como la mieloencefalitis protozoaria equina o la enfermedad de Lyme. En la mayoría de los casos, los signos se deben al daño directo sobre la médula, región que está bastante expuesta y cuya manipulación inadecuada puede aumentar significativamente el riesgo a padecer una lesión (Gough et al., 2020).

A pesar de poder afectar a caballos de cualquier raza, sexo o edad, se observa con mayor frecuencia en potros y animales jóvenes, especialmente entre los seis meses y cuatro años. Asimismo, se ha descrito una mayor prevalencia en machos enteros, debido a la influencia hormonal en el desarrollo esquelético o en la predisposición a lesiones osteocondrales (Gough et al., 2020).



Figura 7: Radiografía de caballo con mielopatía cervical estenótica con estrechamiento en el canal en C6 (flechas negras), flaring epifisario en C5 (flechas blancas) y escalón ventral en C6-C7. Fuente: *Radiography and ultrasound of the equine neck*.

Entre los signos clínicos que podemos observar se encuentran: la ataxia (una incoordinación motora, especialmente evidente en los miembros posteriores), debilidad (dificultad para mantener el equilibrio y soportar el peso corporal), marcha espástica (rigidez en los movimientos, con pasos exagerados o torpes), desgaste anormal del casco, adopción de una postura amplia de base para mantener el equilibrio y problemas para caminar hacia atrás o girar (Woodie et al., 2022).

La MEVC podría tener un componente hereditario, aunque no sigue un patrón mendeliano recesivo. Es más frecuente en Pura Sangre Inglés y Cuarto de Milla, así como en razas ligeras y de tiro, que tienen mayor riesgo debido a su rápido crecimiento (Gough et al., 2020).

5.2.2. Osteoartritis y osteocondrosis

La osteoartritis (OA) se trata de una afección asociada más a caballos de mayor edad o caballos de trabajo intenso o con problemas posturales, donde la causa más común suele ser un desgaste mecánico excesivo (Berner., 2022). Esta se caracteriza por la degeneración a nivel de los cartílagos articulares y la producción de excrecencias óseas, llamadas osteofitos afectando a la movilidad de la columna vertebral y produciendo al mismo tiempo dolor, rigidez, existiendo la posibilidad en los casos más graves de llegar a la compresión medular o de nervios espinales. Suele tratarse de procesos degenerativos crónicos. El factor de crecimiento nervioso (NGF) es una neurotrofina crucial en la señalización del dolor y la inflamación, que se encuentra incrementada en las articulaciones con osteoartritis y en el suero de los caballos

afectados. Este hallazgo se suma a la observación de mayores concentraciones intrasinoviales de citoquinas proinflamatorias en caballos con osteoartritis, lo cual facilita un entorno muy nocivo que estimula tanto la degradación del cartílago como la producción de NGF, estableciendo un círculo vicioso de dolor e inflamación persistente (Skiöldebrand et al., 2017; Kendall et al., 2023).

La osteocondrosis, sin embargo, se trata de una irregularidad en la zona de crecimiento cartilaginoso, un fallo del desarrollo óseo que afecta a las articulaciones, ocurriendo comúnmente en las vértebras de C3-C6. Esta afección puede provocar la formación de fragmentos osteocondrales, razón por la cual los caballos experimentan dolor articular y pérdida de movimiento. Suele estar relacionada con un componente genético o con un crecimiento rápido en caballos jóvenes o caballos de raza grande, como los caballos "warmblood" o los caballos "thoroughbred", (Janes et al., 2015). Normalmente la asociación de la osteocondrosis generalizada, disfunción en diferentes regiones anatómicas, no solo de C3-C6 y la MEVC, sugiere que la mielopatía puede representar un fallo sistémico en el desarrollo del cartílago y del hueso. Además, la gravedad de la osteocondrosis vertebral cervical es mayor en los caballos con MEVC, aunque la frecuencia sea diferente (Szklarz et al., 2019).

5.2.3. Fragmentación osteocondral

La fragmentación osteocondral se trata de una alteración del desarrollo del cartílago articular que afecta a la osificación endocondral, es decir, es una lesión de tipo osteocondrosis disecante (OD). Se observa con mayor frecuencia, al igual que la osteocondrosis, en caballos jóvenes, habitualmente como consecuencia de un fallo en la osificación del hueso endocondral. Esta alteración entre la unión del cartílago y el hueso da lugar a la formación de pequeños fragmentos osteocondrales. (Tucker, R.L., 2020).

El estudio de Tucker et al. (2020) documenta que este tipo de lesiones aparece sobre todo en las articulaciones a nivel de las vértebras C5-C7 y que es posible que los caballos presenten o no sintomatología clínica. En el caso de la fragmentación osteocondral también existe la posibilidad de producirse debido a un componente genético ya que al igual que la osteocondrosis los caballos "warmblood" y los caballos "thoroughbred", lo presentaban con mayor prevalencia.

5.2.4. Hernia discal

Una de las lesiones más comunes en la columna cervical de los caballos es la protrusión discal intervertebral. La patogenia consiste en que el material gelatinoso del núcleo pulposo del disco intervertebral se desplaza a través del anillo fibroso y comprime la médula espinal o las raíces nerviosas al protruir hacia el canal vertebral. Esta lesión está estrechamente relacionada con el síndrome de Wobbler (Veraa, S, 2019).

En el artículo de Bergmann y colaboradores, publicado en 2018 se describe que los discos intervertebrales de los caballos en general presentan signos degenerativos de forma más prevalente a nivel de las cervicales caudales C5-C7, lo que podría provocar en casos más avanzados la protrusión discal clínicamente significativa (Bergmann et al., 2018).

5.2.5. Síndrome cervicotorácico braquial

El síndrome cervicotorácico braquial es un conjunto de signos neurológicos y ortopédicos que se producen a causa de una compresión a nivel de los nervios espinales, específicamente entre la columna vertebral cervical y torácica, especialmente en C6, C7 y T1. En los caballos afectados por este síndrome se aprecia una ataxia de leve a moderada, juntos con una disminución de la resistencia en la prueba de *swaying o tail-pull* dinámica, realizada mientras el caballo camina, indicativa de debilidad de miembros pélvicos y afectación de las vías de neurona motora superior, circunducción de las extremidades posteriores y dolor (Kernot, N et al., 2022).

Esta compresión puede deberse a varios factores ya descritos anteriormente como la aparición de osteofitos, malformaciones o degeneración del disco intervertebral. Se observó una mayor incidencia en caballos que padecían artropatía de procesos articulares y degeneración discal concurrente (Dyson S et al., 2024).

5.2.6. Transposición de vértebra C6

Este tipo de lesión (*Figura 14*) se conoce también como variante morfológica caudal cervical (ECCMV, de sus siglas en inglés *Equine Caudal Cervical Morphologic Myelopathy*) y se trata de una irregularidad congénita en la que el tubérculo caudal de la vértebra C6 se encuentra desplazado, ausente o presente, y en su lugar presentarse fusionado o replicado en la vértebra C7. Esta transposición compromete la morfología de los procesos transversos ventrales y puede generar inestabilidad, compresión o incluso llegar a producir el síndrome de Wobbler. La mayor prevalencia se describe en los caballos “warmblood” y los caballos

“thoroughbred”, a pesar de poder ser en algunos casos incidental (DeRouen et al., 2016; Veraa et al., 2020).

5.3. Diagnóstico clínico

Una de las fases más importantes es la exploración clínica del animal. En este caso, el veterinario clínico debe comenzar por la cavidad oral ya que la simple presencia de puntas de esmalte o la alteración de la movilidad de la articulación temporomandibular puede influir notablemente sobre la funcionalidad cervical (Echevarría & García Piqueres, 2023). Cualquier signo de asimetría, dolor a la masticación o restricción en la movilidad mandibular podría tratarse de un posible reflejo de afección cervical (Woodie et al., 2022).

A continuación, valorará la conformación del cuello, mediante un examen de palpación sistemática que permite en cualquier caso identificar una hipotonía o una hipertrofia muscular, hipersensibilidad localizada o una reacción defensiva debido al dolor, ya sea crónico o agudo, ante la manipulación (Woodie et al., 2022). Además, debe observar la simetría vertebral y la alineación de las apófisis espinosas y transversas, ya que una leve asimetría puede estar asociada a subluxaciones articulares, malformaciones congénitas o procesos degenerativos (Story et al., 2021). Es fundamental valorar la movilidad activa y pasiva del cuello tanto en flexión, extensión, lateroflexión y en especial la rotación axial de la articulación atlanto-axial. Un compromiso neurológico, una fibrosis muscular o dolor en un proceso articular podría evidenciar la restricción en alguno de los movimientos recién descritos (Woodie et al., 2022).

Existe una prueba que evalúa la integridad funcional de los nervios cervicales superficiales y su conexión con las vías motoras faciales, esta prueba se trata de la realización del reflejo cérvico-facial y debe realizarse ya que en el caso de poseer el caballo una respuesta ausente o exagerada podría indicar una posible compresión medular (Echevarría & García Piqueres, 2023). La movilidad del segmento cérvico-torácico también debe explorarse, debido a que la zona de transición entre C7 y T1, sobre todo en caballos de deporte, tiende a lesionarse y sufrir rigidez, bloqueos o sobrecargas (Story et al., 2021). Al tratarse de una zona en contacto con la escápula, una disfunción podría reflejarse como una cojera en las extremidades anteriores (Woodie et al., 2022).

Durante la observación dinámica, el veterinario puede identificar signos clínicos compatibles a una lesión cervical como resistencia al uso de la embocadura, una mala elevación del cuello, rigidez o desviaciones durante el movimiento o asimetrías durante los aires (Story et al., 2021). Algunos animales pueden presentar sudoración localizada, posturas anómalas o adoptan un patrón de marcha con tropiezos o ataxia (Woodie et al., 2022). En el caso de

padecer el caballo el síndrome de Wobbler se observará en él la presencia de claudicaciones intermitentes mediante bloqueos anestésicos, especialmente si esto se acompaña también de signos neurológicos (Echevarría & García Piqueres, 2023). En cuadros más avanzados se pueden observar signos de ataxia, incoordinación, inestabilidad y dificultad para mantener la postura (Story et al., 2021).

Finalmente, será necesario que el veterinario valore y relacione la posible lesión cervical con la musculatura del cuello y para completar esta exploración sistemática, clínica y funcional, deberá proceder a la relación de técnicas complementarias como son la radiografía y ecografía o en casos más complejos, mielografía, tomografía computarizada o resonancia magnética (Story et al., 2021).

5.4. Diagnóstico por imagen

El diagnóstico se basa esencialmente en radiografías, apoyadas por una evaluación ecográfica, pero la compleja anatomía del cuello dificulta la interpretación de imágenes planas, por lo que en algunos casos se usa tomografía axial computarizada. Sin embargo, una combinación adecuada de radiografía, ecografía y un examen clínico detallado permite diagnósticos precisos en la mayoría de los casos (Berg et al., 2003).

5.4.1. Radiografía:

Actualmente se trata de la prueba diagnóstica más utilizada para una posible lesión cervical en el caballo, ya que se trata de una herramienta accesible, rápida y económica (Dixon & Meehan, 2021). Esta técnica se basa en la utilización de radiación ionizante para generar imágenes bidimensionales de estructuras internas del cuerpo. Se fundamenta en la capacidad de absorción de los tejidos corporales frente a los haces de rayos X, que atraviesan el cuerpo del animal desde una fuente emisora hasta una placa receptora. La imagen final se forma por la atenuación diferencial, donde las estructuras como los huesos, es decir, las más densas, aparecen radiopacas (blancas) ya que absorben más la radiación y los tejidos menos densos como ligamentos o músculos, se observan radiolúcidas (negras), ya que permiten un mejor paso del haz (Butler et al., 2017).

Dentro de las proyecciones radiográficas estándar, la vista laterolateral es una de las más utilizadas para evaluar la zona del cuello, esta permite evaluar la alineación y observar las articulaciones y forámenes. Además, se pueden realizar proyecciones oblicuas, las cuales permiten una vista de las articulaciones desde otros ángulos, evitando la superposición (Dixon

& Meehan, 2021) y la ventrodorsal, utilizada por ejemplo en casos de recumbencia (Butler et al., 2017).

Para el diagnóstico radiológico existen unas series de medidas y criterios radiográficos que permiten evaluar el nivel de extensión de la lesión: diámetro mínimo sagital o MSD (de las siglas en inglés *Minimal Sagittal Diameter*), se trata de una medida que se toma en la proyección laterolateral en la parte más estrecha del canal vertebral. Esta medida dividida por la altura del cuerpo vertebral u otras vértebras permite hacer relaciones intervertebrales (Butler et al., 2017). Cabe destacar que un índice sagital inferior al 50% en C4-C6 o al 52% en C7 se ha asociado con alta probabilidad de compresión medular cervical y presencia de síndrome de Wobbler (Cardona, Betancur & Álvarez, 2013).

Los diferentes hallazgos patológicos que se pueden detectar por radiografía son (Claridge et al., 2010; Dixon & Meehan, 2021):

- Líneas radiolúcidas en el cuerpo vertebral, asociado a fracturas, tanto del cuerpo vertebral como el apófisis odontoides o diente del axis. (*Figura 8*)
- Malformación occipito-atlanto-axial, en este caso se produce una fusión del atlas-occipital y una duplicación del axis, es muy común en caballos de pura raza árabes (*Figura 9*)
- Fusión de vértebras congénitas
- “Ski jumps”, donde la epífisis caudal se encuentra alargada dorso caudalmente reduciendo el diámetro del canal vertebral
- Extensión caudal del arco vertebral, es decir, el arco dorsal se extiende sobre el cuerpo vertebral siguiente
- Pedículos cortos, es decir, el canal vertebral en forma de cuña (wedge-shaped), ocurre sobre todo en machos jóvenes
- Osteoartritis de las articulaciones de los procesos articulares (*Figura 10*)
- Subluxaciones
- Hipertrofia axial, difícil de observar en una proyección laterolateral
- Modelado articular debido a un desgaste mecánico
- Áreas radiolúcidas rodeadas de hueso esclerótico, asociado a osteomielitis
- Adelgazamiento del disco con deformación de los extremos vertebrales, asociado a una posible discoespondilitis



Figura 8: Vista laterolateral y oblicua izquierda-dorsal derecha de las vértebras cervicales C4-C6. En la vista laterolateral se aprecia una línea translúcida sobre el proceso transversal de la vértebra C5. En la vista oblicua revela una fractura conminuta del proceso transversal de la vértebra C5 con fracturas mínimamente desplazadas de las vértebras C3 y C4.

Fuente: *Radiography and ultrasound of the equine neck*, 2021.

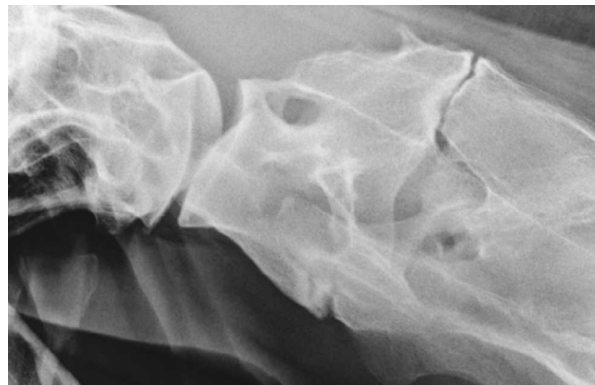


Figura 9: Radiografía laterolateral de las articulaciones C1-C2 y el occipucio. Fusión del atlas con el occipucio y un axis duplicado y deformado. Fuente: *Clinical Radiology of the Horse* (4ª ed., 2017).



Figura 10: Radiografía laterolateral con agrandamiento moderado de las articulaciones de los procesos C5-C6 y C6 y C7. Extensión ventral del margen de la articulación C6 y C7 y un proceso espinoso vestigial en C7. Fuente: *Radiography and ultrasound of the equine neck*, 2021.

5.4.2. Ecografía:

La ecografía funciona con ondas de ultrasonidos de alta frecuencia ($\approx 7,5$ MHz), para crear imágenes en tiempo real, lo que proporciona a los veterinarios clínicos una visión rápida, no invasiva y dinámica tanto de los tejidos blandos como de los contornos óseos del cuello equino (Berg et al., 2003; Rathmanner et al., 2012). La técnica consiste en realizar un barrido desde la porción caudal del hueso occipital hasta C7-T1. Con esta herramienta de diagnóstico por imagen la ecografía se pueden valorar tejidos blandos como la musculatura cervical y los principales vasos cervicales, incluso en regiones a las que la radiografía o la endoscopia no pueden acceder adecuadamente (Rathmanner et al., 2012; Story 2021). En casos clínicos, esta modalidad puede revelar una remodelación ósea periarticular, el derrame articular y el engrosamiento capsular alrededor de las articulaciones del proceso articular, cambios típicos de la osteoartritis o la sinovitis, y permite una evaluación detallada de los contornos articulares óseos (Berg et al., 2003; Story et al., 2021). Es por ello por lo que la ecografía cervical se ha convertido en un complemento indispensable de otras técnicas de imagen para evaluar el dolor y la disfunción cervical en caballos, gracias a su accesibilidad en condiciones de campo y a la información anatómica detallada que proporciona (Berg et al., 2003).

La ecografía es una prueba diagnóstica en la que, desde el punto de vista anatómico, las vértebras deben verse homogéneas y las articulaciones con superficies lisas y simétricas (Berg et al., 2003). Esta técnica se realiza con el caballo en estación bajo sedación para minimizar el movimiento. Para este tipo de ecografías se utilizan sondas de alta frecuencia, se obtienen imágenes transversales y longitudinales de las vértebras, de sus articulaciones y las estructuras nerviosas adyacentes (Davidson et al., 2025).

Es una prueba que utiliza ondas de ultrasonido para visualizar las estructuras internas. Permite evaluar los tejidos blandos, como músculos y tendones, además de las articulaciones y las estructuras óseas superficiales de la región cervical, siendo especialmente útil para detectar anomalías que no pueden ser visibles a partir de una radiografía convencional (Berg et al., 2003).

Los diferentes hallazgos que se pueden detectar a partir de la ecografía son (Berg et al., 2003; Fouquet et al., 2022):

- Un engrosamiento de la cápsula articular y la presencia de osteofitos, asociado a una osteoartritis (*Figura 11*)
- Cambios en la ecogenicidad y tamaño de los nervios, por inflamación o compresión
- Discontinuidad en la cortical o desplazamiento articular



Figura 11: *Ecografía sagital de la región occipital con diferentes fragmentos óseos en el aspecto caudal (flechas blancas). Fuente: Radiography and ultrasound of the equine neck, 2021.*

Además, la ecografía se puede utilizar como guía para la realización de otros procedimientos terapéuticos, como inyecciones intraarticulares, bloqueos nerviosos o aspiración de líquidos, en casos de extracción de líquido cefalorraquídeo para análisis o tratamiento (Davidson et al., 2025).

5.4.3. Tomografía computarizada:

La tomografía computarizada (TC) se considera una técnica radiológica muy avanzada que aporta imágenes transversales de alta resolución de las estructuras internas del cuerpo del animal, llevando a un diagnóstico más preciso en comparación a la radiología o ecografía convencional (Davidson et al., 2025). Utiliza un anillo (gantry) que contiene un tubo de rayos X y varios detectores que permiten obtener imágenes transversales de alta resolución. A medida que los rayos atraviesan el cuerpo, estos sensores recopilan la información y esta se procesa en una serie de imágenes detalladas que incluso permiten realizar una reconstrucción tridimensional (Perrier, 2024).

En la clínica equina, la TC para las vértebras cervicales se realiza principalmente en hospitales veterinarios, ya que estos normalmente suelen estar equipados con tomógrafos de gran tamaño, permitiendo la entrada de la región cervical de équidos adultos (Davidson et al., 2025). A pesar de ello, existen países como es Estado Unidos donde hay unidades móviles, aunque estas suelen estar limitadas a regiones craneales o distales de las extremidades

(Woodie et al., 2022). También se han descrito en algunos casos, protocolos de TC en estación, bajo sedación profunda y con sistemas de sujeción, pero lo habitual es realizar este procedimiento bajo anestesia general, ya que esta permite controlar el movimiento y facilitar el posicionamiento (Perrier, 2024). Sin embargo, la manipulación bajo anestesia general puede comportar riesgos, dolor postoperatorio e incluso un empeoramiento en la sintomatología clínica, siendo estos sopesados frente al beneficio diagnóstico que aporta la TC (Mullen et al., 2015).

Normalmente su uso se reserva a situaciones de sospecha, cuando la radiografía o la ecografía no son concluyentes o se planifica una cirugía, esto se debe a que su utilización está condicionada, no se realiza de forma rutinaria debido al elevado coste económico que conlleva al implicar la anestesia, la hospitalización y el personal adecuado (Woodie et al., 2022).

Los diferentes hallazgos que se pueden detectar a partir de la TC son (Lindgren et al., 2020):

- Estenosis del canal vertebral
- Compresión medular
- Hipertrofia de articulaciones intervertebrales
- Malformaciones óseas complejas no visibles en radiografía convencional (*Figura 12*)

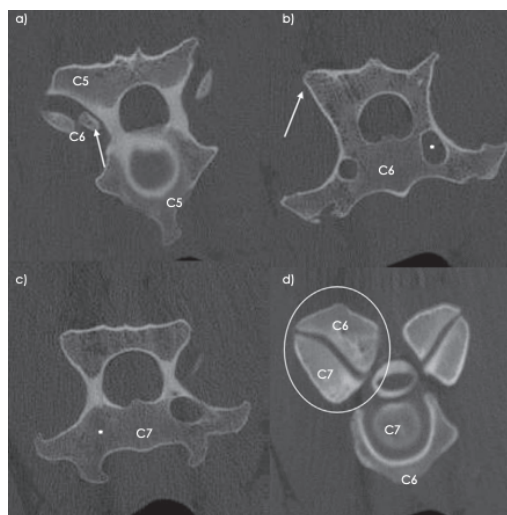


Figura 12: *Imágenes de tomografía computarizada (TC) en plano transversal de la región cervical caudal (C6–C7) en un caballo Warmblood de 9 años. Se observan malformaciones óseas complejas: asimetría de los procesos articulares y ausencia del foramen lateral derecho de C7 (asterisco), hallazgos no detectables mediante radiografía convencional. Fuente: Computed tomography and myelography of the equine cervical spine, Equine Veterinary Education, 2020.*

5.4.4. Resonancia magnética:

La resonancia magnética se basa en el uso de campos magnéticos muy potentes para provocar una respuesta del propio cuerpo y, con esa información, el equipo reconstruye imágenes muy detalladas de los tejidos blandos como la médula, discos intervertebrales y nervios (Janes et al., 2014). En el caballo resulta especialmente útil para estudiar el cuello cuando la radiografía o la ecografía no resuelven la duda diagnóstica. Se trata de la técnica más moderna gracias a la precisión que ofrece en las imágenes ya que permite identificar con mayor exactitud resultados clínicos, sin la utilización de radiaciones ionizantes a la hora de llevar a cabo el diagnóstico (Perrier, 2024).

La accesibilidad en la clínica veterinaria, al igual que en la tomografía computarizada, está muy limitada debido a la gran talla de los caballos, lo que requiere su ingreso en hospitales de referencia para la utilización de equipos de gran diámetro. En équidos, su uso cervical en vivo es limitado por el tamaño y el coste económico, motivo por el que la mayoría de los estudios en esta especie corresponden a necropsias o ensayos experimentales post-mortem (Davidson et al., 2025). A pesar de que existan equipos móviles de RM estos son de bajo campo y no existen para la región cervical (Woodie et al., 2022).

Sin embargo, esta técnica permite una medición anatómica completa y detallada, de tejidos blandos y estructuras óseas, ofreciendo planos múltiples útiles para médula, discos y nervios. Llegando a la observación de compresiones a nivel circunferencial (Gough et al., 2020). Además, proporciona la información suficiente para la medición de parámetros anatómicos más detallados como el área del canal vertebral o la relación área médula/área canal vertebral (Woodie et al., 2022).

Por lo tanto, los diferentes hallazgos que se pueden detectar a partir de la RM son, entre otros (Janes et al., 2022):

- Reducción del canal vertebral
- Alteraciones en la morfología y señal de la médula espinal
- Evaluación cuantitativa de la relación entre el área de la médula y el área del canal vertebral, parámetros clave para la detección del Síndrome de Wobbler.

5.4.5. Mielografía:

Complementaria a la radiología (Butler et al., 2017) y a la tomografía computarizada (Davidson et al., 2025), es de gran utilidad la técnica de mielografía, constituyendo esta una

de las técnicas de referencia para la evaluación dinámica del canal vertebral. La mielografía se basa en la inyección de un medio de contraste radiopaco dentro del espacio subaracnoideo de la médula espinal, lo que permite la posibilidad de visualizar el canal vertebral y detectar posibles compresiones o anomalías evaluando su integridad (Yamada et al., 2016). Su principal indicación clínica es el diagnóstico del síndrome de Wobbler o mielopatía estenótica cervical vertebral (Mullen et al., 2015).

Esta técnica se puede realizar de dos maneras, bajo anestesia general o en estación bajo sedación del animal. En la primera el caballo se coloca en decúbito lateral bajo anestesia general para garantizar inmovilidad y seguridad durante el procedimiento (*Figura 13*). Una vez colocado el animal, se realiza una punción en la cisterna magna, es decir, el espacio subaracnoideo entre el cerebro y la médula espinal, y se inyecta el medio de contraste. Este se distribuye a lo largo del canal vertebral obteniéndose unas imágenes radiográficas en diferentes posiciones (simple, en flexión y en extensión) para evaluar las posibles compresiones (Davidson et al., 2025). En la actualidad sin embargo, también se ha descrito otro tipo de protocolo, este se realiza con el caballo en estación, en el que a diferencia del anterior se realiza bajo sedación profunda y un bloqueo locoregional. En los primeros estudios como es el de Rose y colaboradores de 2007 los resultados fueron prometedores (Rose et al., 2007), pero se ha visto en posteriores publicaciones que esta otra técnica puede producir en mayor probabilidad convulsiones o pérdida de consciencia, lo que lleva a elegir entre los veterinarios la primera opción la mayor parte de veces (Mullen et al., 2015).



Figura 13: Tomografía computarizada con contraste de un caballo bajo anestesia general en decúbito lateral. Fuente: *Equine neurology, focus on the cervical spine*.

De entre los tipos de contraste que se pueden utilizar para llevar a cabo esta técnica, en la actualidad se emplean principalmente los medios yodados no iónicos hidrosolubles, como son el iohexol o iopamidol, ya que estos son menos tóxicos y mejor tolerados por los caballos.

Sin embargo, en los primeros casos descritos se hacía referencia al uso de la metrizamida por ejemplo (Yamada et al., 2016). Un estudio afirma que el uso del iohexol aporta imágenes de gran calidad diagnóstica y tiene baja incidencia de efectos adversos (Rose et al., 2007).

Los diferentes hallazgos que podemos encontrarnos a partir de la técnica de mielografía son (Perrier, 2024; Davidson et al., 2025):

- Una reducción del espacio subaracnoideo (*Figura 14*)
- Desviación de la columna de contraste
- Cambios en la forma de la médula espinal, como un aplastamiento o una deformación (*Figura 14*)

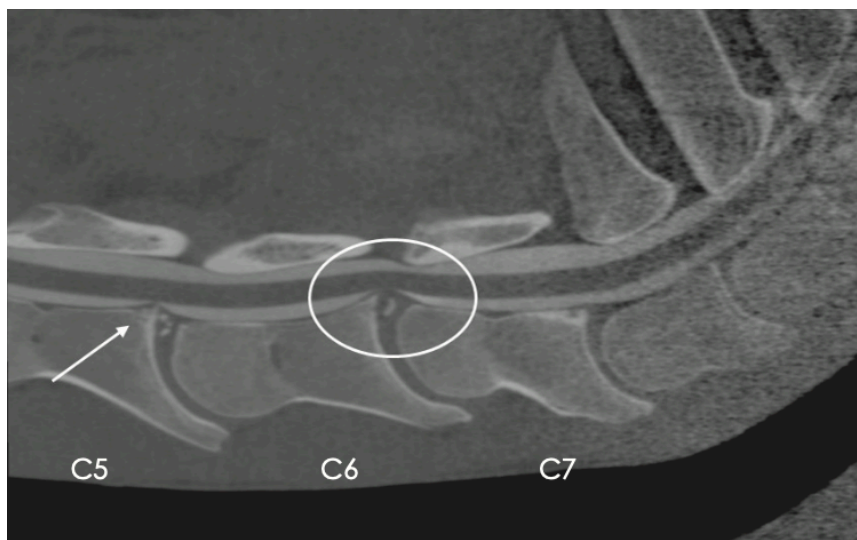


Figura 14: Imagen sagital de TC-mielografía en un caballo Warmblood de 6 años con ataxia y rigidez cervical. Se aprecia una protrusión dorsal del disco intervertebral C6–C7 con mineralización y epifisiolisis de C6, lo que provoca una compresión casi completa del espacio subaracnoideo ventral (círculo). También se observa estrechamiento del espacio subaracnoideo en C5–C6 secundario a proliferación ósea y enfermedad discal (flecha). Fuente: *Computed tomography and myelography of the equine cervical spine, Equine Veterinary Education*, 2020.

Esta técnica como ya se ha comentado anteriormente se utiliza sobre todo en el caso de una sospecha de compresión medular cervical, especialmente cuando la radiografía no es concluyente. Es importante mencionar que la realización de esta técnica diagnóstica requiere realizarse en instalaciones hospitalarias y con un personal especializado. Además, dicho procedimiento conlleva un coste económico más elevado que la radiografía o la ecografía al implicar una hospitalización, la anestesia general, el uso de medios de contraste, y la posible combinación con la tomografía computarizada (Davidson et al., 2025). Aún así existen centros

de referencia neurológica que utilizan la mielografía como técnica principal en el caso de una planificación quirúrgica como en una fusión intervertebral o un procedimiento para una estabilización cervical en potros (Yamada et al., 2016). Teniendo esto en cuenta, diferentes estudios europeos han subrayado su importancia como una técnica de referencia en la confirmación diagnóstica de caballos atáxicos, a pesar de sus riesgos y limitaciones, ya que sigue siendo una de las pruebas más aceptadas gracias a su valor diagnóstico y la viabilidad de un eventual tratamiento quirúrgico (Szklarz et al., 2017).

5.4.6. Ventajas y desventajas de las diferentes técnicas de imagen

En este contexto, se ha elaborado una tabla comparativa (*Tabla 1*) que resume las indicaciones, con las ventajas y desventajas, de cada técnica de imagen descritas anteriormente con relación a las patologías cervicales equinas.

Tabla 1: *tabla comparativa entre las diferentes técnicas de imagen con relación a las patologías cervicales equinas.*

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
RADIOGRAFÍA	<ul style="list-style-type: none"> - Técnica más accesible, rápida y económica (Butler et al., 2017) - No invasiva (Dixon & Meehan, 2021.) - Permite una evaluación seriada (Butler et al., 2017). - Útil como primera línea de diagnóstico (Gough et al., 2020). - Permite la evaluación de cualquier hallazgo a nivel de estructuras óseas (Claridge et al., 2010; Dixon & Meehan, 2021). 	<ul style="list-style-type: none"> - La superposición de estructuras puede ocultar lesiones, ya que solo evalúa en un solo plano (Claridge et al., 2010). - Dificil correlación con los signos clínicos (Dixon & Meehan, 2021) - Menor precisión para el diagnóstico de compresiones (Zsoldos & Licka, 2015) - No visualiza ni la médula espinal ni tejidos blandos (Butler et al., 2017). - El valor diagnóstico es moderado, requiere en la mayoría de los casos confirmación con otras técnicas (Mullen et al., 2015).

MIELOGRAFÍA	<ul style="list-style-type: none"> - Permite una valoración dinámica de la médula espinal en diversas posiciones, visualizando posibles compresiones medulares (Davidson et al., 2025). - - Alta sensibilidad diagnóstica para el Síndrome de Wobbler (Mullen et al., 2015). - - Posible aportación decisiva para una planificación quirúrgica (Yamada et al., 2016). - - Técnica de referencia cuando la radiografía no es concluyente (Mullen et al., 2015). 	<ul style="list-style-type: none"> - Coste económico elevado Mullen et al., 2015). - Riesgo anestésico Mullen et al., 2015). - Menor accesibilidad en la práctica clínica diaria (Mullen et al., 2015). - La modalidad en estación a pesar de no utilizar anestesia general puede producir convulsiones o pérdida de consciencia (Rose et al., 2007). - Técnica invasiva (Davidson et al., 2025).
ECOGRFÍA	<ul style="list-style-type: none"> - No invasiva y económica (Berg et al., 2003) - Permite una evaluación seriada (Butler et al., 2017) - Permite observar el movimiento y la funcionalidad durante la exploración (Fouquet et al., 2022) - Sirve de guía para diferentes procedimientos terapéuticos (Davidson et al., 2025) - Técnica complementaria a otras pruebas diagnósticas (Berg et al., 2003) - Evalúa articulaciones sinoviales y tejidos blandos, permitiendo la visualización del contorno articular óseo y la observación de un posible derrame, engrosamiento o remodelación (Berg et al., 2003) 	<ul style="list-style-type: none"> - La presencia de estructuras óseas profundas o la conformación del caballo pueden dificultar la obtención de imágenes claras (Berg et al., 2003) - En la mayoría su diagnóstico necesita la complementariedad con otras técnicas diagnósticas (Davidson et al., 2025) - No visualiza la médula espinal ni los discos intervertebrales (Hausler & Taylor, 2020) - El valor diagnóstico es también moderado, al tratarse esta en la mayoría de los casos de una técnica complementaria (Berg et al., 2003).

TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA	<ul style="list-style-type: none"> - Permite evaluar compresiones que solo se manifiestan en ciertas zonas del cuello (Perrier, 2024). - Proporciona imágenes tridimensionales detalladas (Davidson et al., 2025). - Técnica más avanzada y confirmatoria de una compresión medular (Butler et al., 2017). - Valor diagnóstico elevado gracias a su alta precisión (Davidson et al., 2025). 	<ul style="list-style-type: none"> - Necesario el uso de anestesia general (Perrier, 2024). - Coste económico (Davidson et al., 2025). - Limitada disponibilidad debido al tamaño del caballo (Davidson et al., 2025). - Menos efectiva para tejidos blandos (Gough et al., 2020).
RESONANCIA MAGNETICA	<ul style="list-style-type: none"> - Permite evaluar en múltiples planos, tejidos blandos y estructuras óseas (Woodie et al., 2022). - Medición anatómica detallada (Gough et al., 2020). - Valor diagnóstico elevado gracias a su alta precisión (Davidson et al., 2025). 	<ul style="list-style-type: none"> - Necesario el uso de anestesia general (Perrier, 2024). - Coste económico (Davidson et al., 2025). - Limitada disponibilidad debido al tamaño del caballo (Davidson et al., 2025). - Para uso experimental, es decir, post-mortem (Perrier, 2024).

6. CASOS CLÍNICOS

Caso clínico 1:

El primer caso se trata de un caballo cruzado, entero, de 3 años y medio referido en consulta a la Clinéquine por la aparición de un cuadro de ataxia progresiva. El animal nació y fue criado en la explotación de la propietaria, sin antecedentes clínicos de interés. Hasta el inicio de su entrenamiento en septiembre de 2024, el caballo no había presentado alteraciones en la marcha, caídas, cambios de comportamiento ni signos sistémicos como hipertermia o depresión. Además, ningún otro caballo del entorno manifestaba sintomatología compatible con la enfermedad neurológica, lo que reducía la probabilidad de un origen infeccioso o contagioso.

El 2 de octubre de 2024, la veterinaria responsable detectó durante una visita clínica signos compatibles con una alteración neurológica, observando una ataxia persistente en las

extremidades posteriores y episódica en las anteriores, con una agravación durante la monta y tras elevar el cuello, lo que hizo sospechar de una posible compresión medular cervical. El hemograma reveló una leucocitosis leve ($12,4 \times 10^9/L$), siendo los valores de referencia ($5,6-12,1 \times 10^9/L$), sin alteraciones relevantes en el perfil bioquímico. Se instauró un tratamiento antiinflamatorio no esteroideo, sin observar mejoría clínica tras las pautas indicadas.

A pesar de que los signos clínicos fuesen compatibles con una lesión de tipo neurológicos, los veterinarios no deben asumir que el problema es puramente mecánico o estructural. Por ello, un hemograma completo forma parte del protocolo diagnóstico. De esta manera se descarta una posible causa infecciosa y se valora el estado general del caballo.

En cuanto a la profilaxis, el caballo había sido correctamente desparasitado con moxidectina en septiembre y primo-vacunado contra la gripe equina y tétanos, sin ninguna incidencia.

A su llegada a la clínica, el caballo presentaba un estado general tranquilo, con una condición corporal de 3-4/9 y un peso estimado de 470kg. La temperatura rectal era de $37,5^{\circ}C$, con las mucosas normo-coloreadas y húmedas y un tiempo de relleno capilar inferior a 2 segundos.

En la exploración general todas las constantes se hallaban dentro de la normalidad. No se evidenció dolor en las extremidades ni aumento de los pulsos digitales. Se observaron tres verrugas cutáneas de 0,5 cm en la región pectoral, y un tono muscular general disminuido, aunque sin asimetrías significativas.

El examen neurológico mostró un nivel de consciencia y comportamiento normales, así como reflejos craneales, perineales, panniculus y cervicofaciales conservados. No se detectó pérdida sensorial, ni dolor a la palpación de la base del cráneo, articulación temporomandibular o región atlanto-occipital. No obstante, se identificó una leve asimetría en los cuerpos vertebrales de la porción caudal del cuello. Además, en el examen dinámico se detectaron alteraciones en la propiocepción, una ataxia de grado 3/5 en las cuatro extremidades, así como una paresia intermitente de grado 2/5 en las posteriores. También se observó hipermetría y espasticidad intermitente de grado 2/5 en las anteriores, agravadas con la elevación del cuello, lo que indicaba posible compresión medular.

Se realizó una radiografía laterolateral de la columna cervical bajo sedación profunda. La imagen evidenció diámetros del canal vertebral dentro de la normalidad entre C2 y C7. Se observó una hipertrofia leve de las articulaciones sinoviales epiaxiales de C5 a C7, con aspecto sugestivo de displasia, y una transposición congénita de las láminas ventrales de C6 sobre C7 (*Figura 15*), un hallazgo morfológico asociado a anomalías de desarrollo vertebral en algunos casos de mielopatía cervical.

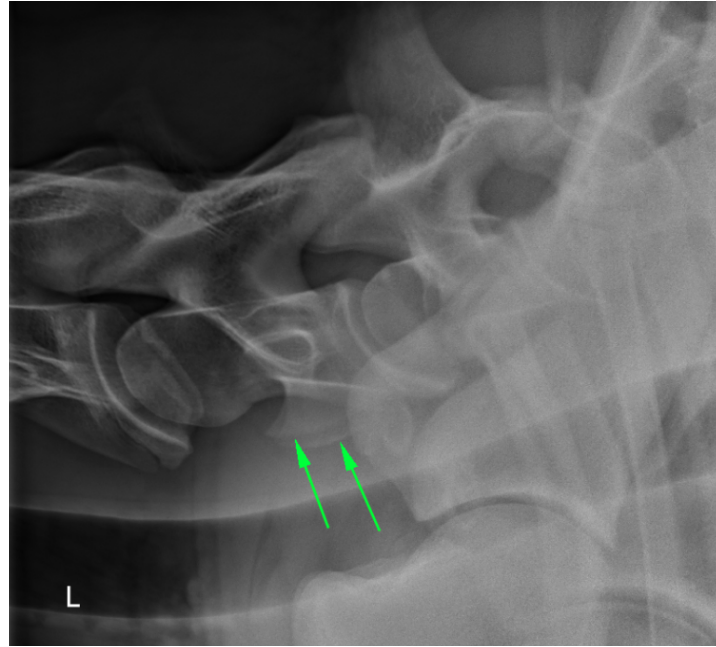


Figura 15: Radiografía laterolateral de vértebras C6-C7. Fuente: VetAgro Sup Lyon

El hemograma complementario mostró una leucocitosis neutrofílica ($15,4 \times 10^9/L$), siendo los valores de referencia ($5,6-12,1 \times 10^9/L$), sin linfopenia ni alteraciones citológicas significativas. En el perfil bioquímico, los niveles de proteína amiloide sérica (SAA) se encontraban en $0,2 \text{ mg/L}$, lo que descartó un proceso inflamatorio sistémico activo en curso.

Los hallazgos clínicos y radiográficos, junto con la sintomatología neurológica simétrica y la ausencia de inflamación sistémica, llevaron al equipo clínico a establecer una sospecha de síndrome de Wobbler, posiblemente asociado a un origen congénito y/o displásico, con compresión dinámica no concluyente en la radiografía. Se recomendó la realización de tomografía computarizada con mielografía, para la confirmación del diagnóstico y valorar la gravedad de la compresión medular, pero esta fue rechazada.

Mientras tanto se pautó reposo absoluto en paddock, tratamiento con fenilbutazona oral, 1 dosis/día durante 1 mes y suplementación con Vitamina E (4000 UI/día durante 3 meses). Se programó una reevaluación neurológica especializada en un plazo de 12 a 18 meses, en función de la evaluación clínica.

Caso clínico 2:

El segundo caso es un caballo de silla francés, macho castrado, de 16 años, remitido a la Clínica por la aparición progresiva de signos clínicos compatibles con una patología de origen neurológico y muscular, con una evolución de 10 meses. Según refiere la propietaria, el caballo comenzó a manifestar dificultades en la locomoción, fatiga persistente, hipertermia intermitente, pérdida de masa muscular (especialmente en la grupa) y adelgazamiento

progresivo. Estos signos fueron interpretados inicialmente como inespecíficos, pero en los meses siguientes se intensificaron.

El mes en que fue remitido al centro, tras un incidente en el que el animal quedó atrapado en su box y desarrolló un absceso en el casco, se evidenció una agravación de la ataxia, especialmente en las extremidades posteriores. Durante este mismo periodo se observó una amiotrofia marcada en el tren posterior y una tumefacción en la región pectoral, lo que motivó una valoración más profunda. Dada la sintomatología, su evolución y la prevalencia en la región geográfica se sospechó de una enfermedad de Lyme, lo que fue posteriormente confirmado mediante serología positiva. En consecuencia, se instauró tratamiento antibiótico con oxitetraciclina y antiinflamatorios esteroideos, obteniéndose una mejora parcial de los signos sistémicos, pero persistencia del déficit neurológico.

En la nueva admisión en el centro, tras varios meses, el caballo presentaba un estado general tranquilo, con una condición corporal de 5/9 y un peso estimado de 594 kg. La temperatura rectal de 37,6°C, las mucosas normo coloreadas y húmedas y un tiempo de relleno capilar inferior a dos segundos.

En la exploración general las constantes se encontraban dentro de la normalidad salvo la presencia en la auscultación cardíaca de un soplo holosistólico mitral de grado 3/9 pero sin repercusión hemodinámica evidente y una ligera disnea inspiratoria con crepitaciones en la auscultación torácica, pero sin presencia de tos ni secreción nasal.

La evaluación neurológica reveló una ataxia de leve a moderada, más evidente en las extremidades posteriores, con presencia de movimientos de circunducción durante la marcha y déficit en la resistencia al traccionar la cola, lo que sugiere una alteración en la funcionalidad de la médula espinal cervical o de las raíces nerviosas correspondientes. También se observó mayor inestabilidad al caminar con la cabeza elevada, signo compatible, ya mencionado anteriormente, con una posible compresión medular.

Se procedió a realizar un estudio por radiografía cervical laterolateral, en el que se objetivó una artropatía degenerativa severa de las articulaciones sinoviales intervertebrales C7-T1 (*Figura 16*), de forma moderada en C6-C7, y discreta en C5-C6. Las lesiones eran compatibles con un proceso degenerativo crónico con posible repercusión clínica.

La ecografía cervical complementaria confirmó además la presencia de osteoartritis e hipertrofia articular bilateral en C7-T1 y C6-C7, acompañada de signos de sinovitis activa e infiltración articular, compatible con inflamación crónica de origen degenerativo.

Los hallazgos clínicos y de imagen permitieron establecer un diagnóstico presuntivo de síndrome compresivo cervical de origen degenerativo, con hipertrofia significativa de los procesos articulares, particularmente en la transición C7-T1. Estas alteraciones podrían estar provocando compresión de la médula espinal y/o radiculopatías, explicando los signos neurológicos observados. Se recomendó realizar una tomografía computarizada con

mielografía para valorar con mayor precisión el grado de compresión y la afectación del canal medular, pero también fue rechazada.

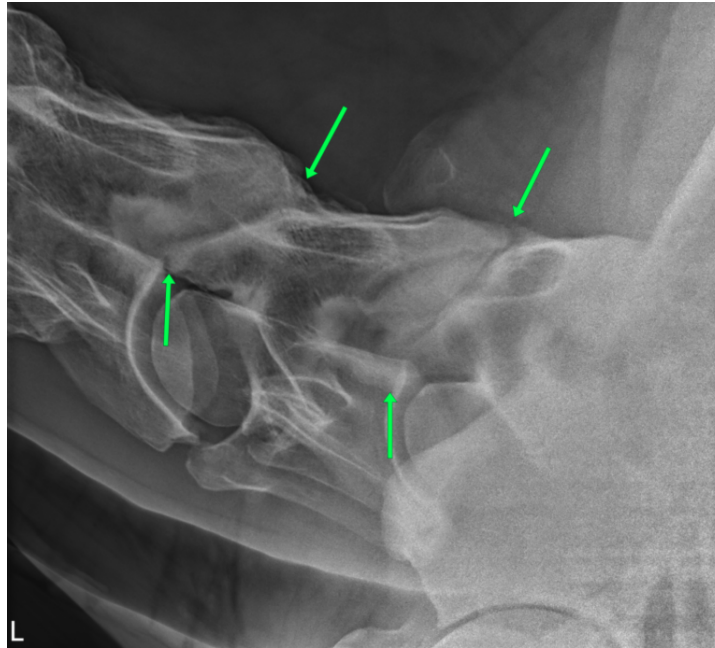


Figura 16: Radiografía laterolateral de las vértebras C7-T1. Fuente: VetAgro Sup Lyon

Como tratamiento, se procedió a una infiltración intraarticular con triamcinolona, en las tres articulaciones cervicales afectadas, con el objetivo de reducir la inflamación y mejorar el confort neurolocomotor. Se indicó reposo absoluto en box, con acceso restringido al paddock, durante los primeros meses y seguimiento clínico a los 12 meses para valorar la evolución de los signos neurológicos.

7. DISCUSIÓN

El cuello equino constituye una región anatómica de enorme relevancia clínica, su análisis de la región cervical no puede limitarse exclusivamente a la descripción anatómica, ya que su verdadera importancia radica en cómo esa anatomía influye en la biomecánica del caballo, y, en consecuencia, en su sintomatología clínica (Story et al., 2021). La disposición de las siete vértebras unidas a través de articulaciones sinoviales y estabilizadas por el ligamento nuchal y la musculatura, le permiten al cuello equino una gran movilidad, pero haciendo que cualquier lesión la convierta en una región vulnerable, ya que un movimiento brusco puede generar una compresión medular con problemas neurológicos irreversibles (Zsoldos & Licka, 2015).

Que un caballo presente síntomas como ataxia, debilidad o dolor a raíz de una alteración morfológica en esa región, evidencia que se trata de una zona donde la anatomía y la función

están íntimamente ligadas. Realidad que obliga a cuestionar si las técnicas de diagnóstico por imagen que se utilizan de forma convencional son suficientes para captar la complejidad de la lesión o si por el contrario la falta de confirmación a partir de técnicas más avanzadas como son la TC o la mielografía condiciona los tratamientos, a pesar de que clínicamente sean razonables.

En las últimas décadas el diagnóstico por imagen en patologías cervicales ha permitido, gracias a su evolución notable, una mayor precisión en la detección de alteraciones tanto óseas como a nivel neurológico, cuando anteriormente resultaban inalcanzables (Butler et al., 2017; Davidson et al., 2025). Sin embargo, los estudios consultados confirman que, a pesar de los avances tecnológicos, no existe una técnica universal para el diagnóstico de lesiones en vértebras cervicales en caballos, sino que la decisión influirá según los signos clínicos, la sospecha diagnóstica, la accesibilidad a la técnica y la experiencia del veterinario (Szkларz et al., 2017; Story et al., 2021; Woodie et al., 2022; Berner, 2023).

El autor Butler y colaboradores destacan en 2017 que la radiografía sigue tratándose de la técnica de primera elección para la gran mayoría de veterinarios gracias a su accesibilidad, ya que el tamaño de los caballos limita otras técnicas como la tomografía computarizada o la resonancia magnética, además de su rapidez y su coste económico, siendo esta particularmente útil para la valoración de estructuras óseas (Butler et al., 2017). A pesar de todo, este mismo autor señala también la limitación de la radiología en la visualización de la médula espinal o tejidos blandos (Butler et al., 2017). Otros indican que a esa limitación se suma también la superposición de estructuras a nivel de C1-C2 y C7-T1, lo que requiere la complementación con otras técnicas (Claridge et al., 2010).

En ambos casos clínicos, la radiografía permitió identificar una serie de hallazgos relevantes (una transposición de la vértebra C6 en el primer caso y una artropatía degenerativa en el segundo), aunque resultó insuficiente para poder confirmar si debido a esos hallazgos había o no una compresión medular. Esta forma de abordaje diagnóstico confirma lo que reflejan los estudios científicos consultados, en los que se indica que un diagnóstico radiográfico aislado puede inducir a conclusiones incompletas y obligar a recurrir a técnicas complementarias (Claridge et al., 2010; Janes et al., 2014; Dixon & Meehan, 2021; Butler et al., 2017).

En lo que se refiere a la ecografía, esta permite realizar una exploración del perímetro de la articulación cervical, una gran capacidad para la valoración de las articulaciones del proceso articular y la visualización de sinovitis, osteofitos o engrosamientos capsulares (Berg et al.,

2003; Fouquet et al., 2022). En el segundo caso clínico, la ecografía permitió la visualización de la artropatía entre las vértebras C6-T1, lo que permitió reforzar el diagnóstico radiológico presuntivo. Sin embargo, al igual que en el caso de la radiología, la ecografía no permite visualizar ni la médula espinal ni los discos intervertebrales, por lo que su valor diagnóstico en mielopatías suele ser complementario (Davidson et al., 2025). Por lo que, ello coincide con lo investigado en el artículo de Story y colaboradores, quienes afirman que la ecografía debe integrarse en un enfoque multimodal, pero no puede sustituir a técnicas de mayor resolución (Story et al., 2021).

La tomografía computarizada, junto con la mielografía, se conocen en la actualidad como el *gold standard* para el estudio dinámico de compresiones medulares, gracias a la imágenes tridimensionales y evaluación precisa que ofrecen ambas técnicas en combinación (Perrier, 2024). No obstante, su accesibilidad es limitada debido a la necesidad en la mayoría de los casos de anestesia general, además del coste económico por incluir hospitalización, personal especializado y grandes hospitales (Davidson et al., 2025). Posibles razones por las cuales en ambos casos clínicos se recomendase la tomografía con la mielografía y esta fuera rechazada por las barreras prácticas que condicionan la clínica diaria.

La resonancia magnética si bien en medicina humana es la herramienta de elección en la mayoría de los casos para la detección de lesiones en estructuras neurológicas, como médula espinal y tejidos blandos (Janes et al., 2014), en équidos su utilización es prácticamente nula, normalmente está basada en estudios post-mortem o trabajos de investigación (Davidson et al., 2025). A pesar de ello, hay autores como Woodie y colaboradores que destacan su potencial en cuanto su precisión diagnóstica (Woodie et al., 2022).

Finalmente, la mielografía, es decir, la técnica de inyección de un contraste yodado no iónico en el espacio subaracnoideo permite la observación de forma dinámica de desviaciones, compresiones y alteraciones no visibles con radiografía o ecografía (Rose et al., 2007; Yamada et al., 2016). Se trata de una técnica con muy alta sensibilidad para el síndrome de Wobbler, pero cuenta con una serie de riesgos que no deben pasarse por alto, como son las convulsiones, la pérdida de consciencia o complicaciones anestésicas (Mullen et al., 2015).

En ambos casos clínicos descritos en el presente trabajo, se optó por un diagnóstico presuntivo, basado en una combinación de radiografía y ecografía, sin la confirmación mediante TAC o mielografía de la existencia de una compresión en la médula espinal. Decisión comprensible desde el punto de vista clínico y económico, pero que podría condicionar en la certeza diagnóstica y por lo tanto en la elección del tratamiento.

En el primer caso clínico, la radiología reveló la transposición de C6, este hallazgo llevó a los clínicos a sospechar de una mielopatía congénita. Sin embargo, sin la confirmación mediante la mielografía fue imposible determinar si existía realmente o no una compresión medular. Teniendo en cuenta que la transposición de la vértebra C6 está descrita como una variante morfológica que no siempre se asocia a la sintomatología clínica (Veraa et al., 2020), basar el tratamiento sin un diagnóstico certero mediante reposo y antiinflamatorios, podría retrasar la implementación de medidas resolutivas en estos casos (DeRouen et al., 2016). Además, en el segundo caso clínico, la detección de una artropatía degenerativa entre C6-T1, permitió, al igual que en el primer caso, establecer un diagnóstico presuntivo, en este caso se trataba de un síndrome compresivo cervical. De hecho, la no confirmación a partir del TAC o la mielografía no permitió cuantificar el grado de compromiso medular ni diferenciar si la ataxia provenía solo de los cambios articulares o a la compresión medular. La infiltración medular con corticoides mejoró parcialmente los síntomas, pero no tener un diagnóstico certero podría aumentar el riesgo de cronicidad o recurrencia de sintomatología clínica (Mullen et al., 2015).

La no realización de la mielografía en ambos casos podría achacarse a varias razones, la primera y la más común en mi opinión sería el coste económico, ya que se trata de una técnica que requiere hospitalización, anestesia general y personal especializado (Davidson et al., 2025). Este coste elevado hace que no todos los propietarios accedan a la realización de esta prueba diagnóstica. En segundo lugar, la posibilidad de sufrir complicaciones neurológicas también produce un rechazo por parte de los dueños de los animales, ya que a pesar de ser la técnica de diagnóstico más precisa, existe siempre la posibilidad de sufrir riesgos como son reacciones neurológicas de tipo convulsiones, incoordinación, hemorragias subaracnoideas o paravertebrales o incluso reacciones adversas al contraste (Mullen et al., 2015). En un estudio retrospectivo en 278 caballos sometidos a mielografía bajo anestesia general, las reacciones adversas se registraron en una media aproximadamente del 8-10% de los casos (Mullen et al., 2015). Otra de las razones de rechazo de la mielografía por parte de los propietarios puede ser el agravamiento del cuadro clínico debido a la manipulación del animal durante la técnica, ya que la flexión o extensión forzada durante el estudio puede incrementar la compresión medular y empeorar la clínica (Rose et al., 2007).

Estas razones evidencian cómo la medicina equina se ve condicionada por factores externos al criterio técnico. En determinados casos los tratamientos se instauran sobre diagnósticos presuntivos, lo que puede ser clínicamente válido en un inicio del problema, pero insuficiente en casos donde la cirugía fuese realmente necesaria pero no se pudiera saber (Yamada et al., 2016). Por consiguiente, aunque el aplicar un tratamiento conservador pueda mejorar

parcialmente la calidad de vida del animal en un inicio, esto implica un riesgo, ya que se trata de una terapia paliativa que condiciona la eficacia del tratamiento sin modificar la evolución de la enfermedad.

8. CONCLUSIONES

De los estudios más recientes analizados en esta revisión bibliográfica se desprenden las siguientes conclusiones:

- La anatomía y biomecánica cervical equina convierten al cuello equino en una región crítica, en la que pequeñas alteraciones morfológicas podrían desencadenar problemas neurológicos comprometiendo la calidad de vida del animal y reduciendo su rendimiento deportivo.
- A pesar de los grandes avances tecnológicos, en la actualidad no existe una técnica universal, sino que la elección dependerá de la sospecha, la accesibilidad, las condiciones del propietario y de la experiencia del veterinario, lo que obliga a tratar el caso desde un enfoque multimodal.
- Las técnicas que continúan siendo de primera línea son la radiografía y la ecografía a pesar de resultar insuficientes en la confirmación de una compresión medular, lo que evidencia la necesidad de utilizar técnicas más avanzadas.
- La TC y la mielografía son el *gold standard* en la evaluación de lesiones en vértebras cervicales complejas, a pesar de tener una serie de limitaciones que las condicionan en la práctica diaria que deben ser sopesadas en el momento de la decisión.
- Prescribir un tratamiento conservador basándose en diagnósticos presuntivos debido a la ausencia de confirmación mediante técnicas avanzadas puede condicionar la eficacia terapéutica a largo plazo.

CONCLUSIONS

- The anatomy and biomechanics of the equine cervical region are critical, with even minor morphological alterations potentially triggering neurological problems and compromising the animal's quality of life and athletic performance.
- Despite major technological advances, there is currently no universal technique. The choice of technique depends on clinical suspicion, accessibility, the owner's circumstances, and the veterinarian's experience, necessitating a multimodal approach.
- Although radiography and ultrasonography remain the primary techniques, they are insufficient for confirming spinal cord compression, highlighting the need for more advanced imaging modalities.

- CT and myelography are the gold standard for evaluating complex cervical vertebral lesions, but they have several limitations that restrict their use in daily practice, and these must be carefully considered when making decisions.
- Prescribing conservative treatment based on presumptive diagnoses due to an absence of confirmation through advanced imaging may compromise long-term therapeutic efficacy.

9. VALORACIÓN PERSONAL

Satisfecha con mi trabajo, puedo afirmar que he completado una revisión bibliográfica sobre el diagnóstico por imagen de lesiones en vértebras cervicales en équidos consiguiendo ser capaz de llegar a conclusiones sólidas, comparando la búsqueda bibliográfica con aspectos reales vistos en dos casos clínicos.

Aunque inicialmente enfrenté varios desafíos al tratar de establecer un punto de partida no tan claro para mi trabajo, a medida que iba avanzando en ello y avanzaba la investigación, me he dado cuenta de que he logrado plasmar la idea que tenía en mente desde el principio.

La decisión de profundizar en este campo surge llanamente por mi pasión por la clínica equina y el diagnóstico por imagen. Y aunque a pesar de no tener muy claro cuál será mi futuro profesional, lo que sí tengo patente es que he disfrutado al máximo de todas y cada una de las experiencias realizadas y de todos los conocimientos adquiridos.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi tutora, Arantzazu Vitoria Moraiz y a mi co-tutora, Helena Corina Pérez, por aceptar dirigir este trabajo, así como por su tiempo y ayuda.

Quiero hacer también una mención especial a la *Clinique Vétérinaire des équides* de Lyon, la *Clinéquine* que, aunque no haya tenido a una tutora formal en este proyecto, me han permitido plasmar dos de entre sus casos clínicos y así poder darle a mi trabajo una visión más detallada.

También agradecer a mis amigos de la facultad, quienes han sido un pilar fundamental durante estos 5 años, su compañía ha hecho que cada paso en este viaje académico sea aún más especial y memorable.

Y, por supuesto, no puedo dejar de mencionar a mi familia. Ellos han sido mi fuente constante de amor y mi motivación en este viaje. Cada paso que he dado, cada desafío que he superado ha sido en parte, gracias a su apoyo incondicional.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Berg, L. C., Nielsen, J. V., Thoenes, M. B., & Thomsen, P. D. (2003). Ultrasonography of the equine cervical region: A descriptive study in eight horses. *Equine Veterinary Journal*, 35(7), 647–655. <https://doi.org/10.2746/042516403775696311>
2. Bergmann, W., Bergknut, N., Veraa, S., Gröne, A., Vernooij, H., Wijnberg, I. D., Back, W., & Grinwis, G. C. M. (2018). Intervertebral disc degeneration in Warmblood horses: Morphology, grading, and distribution of lesions. *Veterinary Pathology*, 55(3), 442–452. <https://doi.org/10.1177/0300985817747950>
3. Butler, J. A., Colles, C. M., Dyson, S. J., Kold, S. E., & Poulos, P. W. (2017). *Clinical radiology of the horse* (4th ed.). Wiley-Blackwell.
4. Cardona Á, J., Betancur H, C., & Alvarez P, J. (2013). Síndrome de Wooblers en un caballo. *Revista MVZ Córdoba*, 18(1), 3411-3415. <https://doi.org/10.21897/rmvz.206>
5. Claridge, H. A. H., Piercy, R. J., Parry, A., & Weller, R. (2010). The 3D anatomy of the cervical articular process joints in the horse and their topographical relationship to the spinal cord. *Equine Veterinary Journal*, 42(8), 726–731. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2010.00114.x>
6. Davidson, E. J., Stefanovski, D., Slack, J., & Manzi, T. J. (2025). Ultrasound-guided caudal cervical articular process arthrocentesis is accurate in live horses with and without arthropathy. *Equine Veterinary Journal*, 57(2), 398–405. <https://doi.org/10.1111/evj.14133>
7. DeRouen, A., Elbrønd, V. S., & May-Davis, S. (2016). Prevalence of anatomical variation of the sixth cervical vertebra in radiographic examinations of horses. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 57(3), 253–258. <https://doi.org/10.1111/vru.12350>
8. Denoix, J.-M. (2019). *Essentials of clinical anatomy of the equine locomotor system*. CRC Press.
9. Berner, D. (2023). Diagnostic imaging of the equine cervical spine – Are radiographs enough. *Equine Veterinary Education*, 35(2), 70–78. <https://doi.org/10.1111/eve.13658>
10. Dixon, J., & Meehan, L. (2021). Radiography and ultrasound of the equine neck. *ResearchGate*. <https://doi.org/10.12968/ukve.2021.5.4.142>
11. Fouquet, G., Abbas, G., Johnson, J. P., Pompermayer, E., Harel, C., Aldous, E., Puchalski, S., & David, F. (2022). Ultrasound-guided injection technique of the equine cervical nerve roots. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 992208. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.992208>
12. García Piqueres, M. & Echevarría, M. de. (2023). Patologías de la región cervical: La prevención, el mejor tratamiento. *Revista Ecuestre*.

13. Gough, S. L., Anderson, J. D. C., & Dixon, J. J. (2020). Computed tomographic cervical myelography in horses: Technique and findings in 51 clinical cases. *Journal of veterinary internal medicine*, 34(5), 2142–2151. <https://doi.org/10.1111/jvim.15848>
14. Grzeczka, A., Skowroński, A. & Zdun, M. (2024). Anatomy of the brachial plexus (Plexus brachialis) and innervation of the thoracic limb of the Caracal (Caracal caracal). *Medical Journal of Cell Biology*, 12(3), 2024. 107- 116. <https://doi.org/10.2478/acb-2024-0016>
15. Janes, J. G., Garrett, K. S., McQuerry, K. J., Pease, A. P., Williams, N. M., Reed, S. M., & MacLeod, J. N. (2014). Comparison of magnetic resonance imaging with standing cervical radiographs for evaluation of vertebral canal stenosis in equine cervical stenotic myelopathy. *Equine Veterinary Journal*, 46(6), 681–686. <https://doi.org/10.1111/evj.12221>
16. Janes, J. G., Garrett, K. S., McQuerry, K. J., Waddell, S., Voor, M. J., Reed, S. M., Williams, N. M., & MacLeod, J. N. (2015). Cervical vertebral lesions in equine stenotic myelopathy. *Veterinary Pathology*, 52(5), 919–927. <https://doi.org/10.1177/0300985815593127>
17. Lindgren, C. M., Wright, L., Kristoffersen, M., & Puchalski, S. M. (2020). Computed tomography and myelography of the equine cervical spine: 180 cases (2013–2018). *Equine Veterinary Education*, 32(10), 511–520. <https://doi.org/10.1111/eve.13350>
18. Morales Briceño, A., Méndez Sánchez, A., & Pérez Arévalo, J. (2014). La región del cuello del caballo: Connotaciones anatomo aplicativas: Una revisión. *International Journal of Morphology*, 32(4), 1212–1221. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022014000400015>
19. Mullen, K. R., Furness, M. C., Johnson, A. L., Norman, T. E., Hart, K. A., Burton, A. J., Bicachlo, R. C., Ainsworth, D. M., Thompson, M. S., & Scrivani, P. V. (2015). Adverse reactions in horses that underwent general anesthesia and cervical myelography. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 29(3), 954–960. <https://doi.org/10.1111/jvim.12590>
20. Pepe, M., Angelone, M., Gialletti, R., Nannarone, S., & Beccati, F. (2014). Arthroscopic anatomy of the equine cervical articular process joints. *Equine Veterinary Journal*, 46(3), 345–351. <https://doi.org/10.1111/evj.12112>
21. Pop, C., & Pentea, M. (2007). The roots of the brachial and lumbosacral plexus in *Myocastor coypus*. *Lucrări Științifice Medicină Veterinară*, 40, 569–572.
22. Rose, P. L., Abutarbush, S. M., & Duckett, W. (2007). Standing myelography in the horse using a nonionic contrast agent. *Veterinary radiology & ultrasound: the official journal of the American College of Veterinary Radiology and the International*

- Veterinary Radiology Association*, 48(6), 535–538. <https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.2007.00291.x>
23. Robert J. MacKay (2006). Equine Surgery (Third Edition) - Chapter 50 – Diagnostic Procedures. *ScienceDirect*. <https://doi.org/10.1016/B1-41-600123-9/50052-8>
24. Story, M. R., Haussler, K. K., Nout-Lomas, Y. S., Aboellail, T. A., Kawcak, C. E., Barrett, M. F., Frisbie, D. D., & McIlwraith, C. W. (2021). Equine cervical pain and dysfunction: Pathology, diagnosis and treatment. *Animals*, 11(2), 422. <https://doi.org/10.3390/ani11020422>
25. Skiöldebrand, E., Ekman, S., Mattsson Hultén, L., Svala, E., Björkman, K., Lindahl, A., Lundqvist, A., Önerfjord, P., Sihlbom, C., & Rüetschi, U. (2017). Cartilage oligomeric matrix protein neoepitope in the synovial fluid of horses with acute lameness: A new biomarker for the early stages of osteoarthritis. *Equine Veterinary Journal*, 49(5), 662–667. <https://doi.org/10.1111/evj.12666>
26. Szklarz, M., Lipinska, A., Slowikowska, M., Niedzwiedz, A., Marycz, K., & Janeczek, M. (2019). Comparison of the clinical and radiographic appearance of the cervical vertebrae with histological and anatomical findings in an eight-month-old Warmblood stallion suffering from cervical vertebral stenotic myelopathy (CVSM). *BMC Veterinary Research*, 15, 296. <https://doi.org/10.1186/s12917-019-2047-x>
27. Szklarz, M., Skalec, A., Kirstein, K., Janeczek, M., Kasperek, M., Kasperek, A., & Waselau, M. (2017). Management of equine ataxia caused by cervical vertebral stenotic myelopathy: A European perspective 2010–2015. *Equine Veterinary Education*, 30(7), 370–376. <https://doi.org/10.1111/eve.12777>
28. Von Borstel, U. K., Kienapfel, K., McLean, A., Wilkins, C., & McGreevy, P. (2024). Hyperflexing the horse's neck: A systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports*, 14, 22886. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-72766-5>
29. Veraa, S., de Graaf, K., Wijnberg, I. D., Back, W., Vernooij, H., Nielen, M., & Belt, A. J. M. (2020). Caudal cervical vertebral morphological variation is not associated with clinical signs in Warmblood horses. *Equine Veterinary Journal*, 52(2), 219–224. <https://doi.org/10.1111/evj.13140>
30. Woodie, B., Johnson, A. L., & Grant, B. (2022). Cervical vertebral stenotic myelopathy. *The Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 38(2), 225–248. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2022.05.002>
31. Yamada, K., Sato, F., Hada, T., Horiuchi, N., Ikeda, H., Nishihara, K., Sasaki, N., Kobayashi, Y., & Nambo, Y. (2016). Quantitative evaluation of cervical cord compression by computed tomographic myelography in Thoroughbred foals. *Journal of Equine Science*, 27(4), 143–148. <https://doi.org/10.1294/jes.27.143>

32. Zsoldos, R. R., & Licka, T. F. (2015). The equine neck and its function during movement and locomotion. *Zoology*, 118(6), 364–376.
<https://doi.org/10.1016/j.zool.2015.03.005>

