



Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza



Trabajo Fin de Grado de Veterinaria

Resoluciones quirúrgicas de hernias discales en veterinaria y
posible adaptación de la discólisis percutánea.

Surgical resolutions of herniated discs in veterinary medicine and possible
adaptation of percutaneous discolysis.

Autor/es

Olaia Castañeda Crespo.

Director/es

Sandra López Mínguez

José Benito Rodríguez Gómez

Facultad de Veterinaria

Año académico 2020-2021

ÍNDICE.

1. Resumen.....	1
1.1. Abstract.....	1
2. Introducción	3
2.1. Anatomía de los discos intervertebrales.....	3
2.2. Degeneración intervertebral discal.....	5
2.3. Sintomatología y diagnóstico de la degeneración discal.	7
3. Justificación y objetivos.....	11
4. Metodología	12
5. Resultados y discusión.	13
5.1. Tratamiento conservador.....	14
5.2. Tratamiento quirúrgico.	15
5.2.1. Fenestración.....	16
5.2.2. Hemilaminectomía.....	17
5.2.3. Laminectomía.....	19
5.2.4. Ventral slot.....	21
5.3. Técnicas mínimamente invasivas aplicadas en medicina humana. Discólisis percutánea.	24
6. Conclusiones.....	30
6.1. Conclusions.	31
7. Valoración Personal.....	31
8. Bibliografía.	32

1. Resumen.

La enfermedad discal intervertebral es una patología habitual en los animales de compañía, se presenta en un 2% en el caso de los perros y en un 0.12% en el caso de los gatos (Sánchez-Masian et al., 2011). Este término abarca diferentes procesos como son las hernias, degeneraciones, extrusiones y protusiones del disco.

Los perros de razas condrodistróficas son las que más sufren estas patologías, representando los perros tipo salchicha un 45-70% de todos los casos (ACVS, 2021). En el caso de los no condrodistróficos, tienen un menor porcentaje de afección y es un proceso de edad más avanzada, siendo habitual estas lesiones en animales de entre 5-12 años frente a los otros que están entre los 3-6 años respectivamente. También son más frecuentes las lesiones en los discos toracolumbares, sufren el 65% del total de hernias de disco, mientras que en la región cervical es un 18% del total (ACVS, 2021).

La importancia clínica que tiene esta enfermedad reside en la lesión que provoca en los nervios afectados, pudiendo causar desde una ligera disminución de la propiocepción del paciente hasta una paraplejia con ausencia de nocicepción por tanto, es una patología que puede llegar a ser muy severa.

Debido a que es una patología muy común, se plantea este trabajo con el objetivo de conocer las diferencias entre los dos tipos de hernias discales, clasificadas en la actualidad como hernias Hansen tipo I y Hansen tipo II, la resolución convencional más efectiva para cada una de ellas y el análisis de las técnicas de cirugía de mínima invasión utilizadas en medicina humana, y que se podrían aplicar en veterinaria, como es el caso de la discólisis percutánea de la que se hablará en este trabajo.

Palabras clave: hernia discal, discólisis percutánea, protusión del disco, extrusión del disco.

1.1. Abstract.

Intervertebral disc disease is a common pathology in pets, it occurs in 2% in the case of dogs and in 0.12% in the case of cats (Sánchez-Masian et al., 2011). This term covers different processes such as hernias, degenerations, extrusions and protrusions of the disc.

The chondrodystrophic breeds are the ones that suffer the most from these pathologies, representing the sausage type dogs 45-70% of all cases (ACVS, 2021). In the case of non-chondrodystrophic, they have a lower percentage of affection, and it is a process of older age, being usual these lesions in animals between 5-12 years compared to the others that are between 3-6 years respectively. Injuries to thoracolumbar discs are also more frequent, suffering 65% of all herniated discs, while in the cervical region it is 18% of the total (ACVS, 2021).

The clinical importance of this disease lies in the injury it causes in the affected nerves, which can cause from a slight decrease in the patient's proprioception to a paraplegia with nociception therefore, it is a pathology that can become very severe.

Because it is a very common pathology, this work is proposed with the aim of knowing the differences between the two types of herniated discs, currently classified as Hansen hernias type I and Hansen type II, the most effective conventional resolution for each of them and the analysis of minimally invasive surgery techniques used in human medicine , and that could be applied in veterinary medicine, as is the case of percutaneous discolysis that will be discussed in this paper.

Keywords: herniated disc, percutaneous discolysis, disc protusion, disc extrusion.

2. Introducción

La enfermedad discal intervertebral (EDI), es un concepto que abarca diferentes patologías degenerativas comunes en los discos intervertebrales de los animales de compañía, teniendo una mayor prevalencia en perros con respecto a los gatos (Sánchez-Masian et al., 2011).

Entre los años 40-50, Hansen y Olsson, consiguieron comprender la naturaleza de estas patologías, de tal forma que crearon un sistema de clasificación basándose en cambios histopatológicos degenerativos que aún persiste en la actualidad.

Entre estas patologías, la degeneración discal se produce en todo tipo de razas de perros, dividiéndolos en dos grandes grupos que son las razas condrodistróficas y no condrodistróficas. Esta clasificación se basa en la estructura ósea de las diferentes razas, siendo las razas condrodistróficas aquellas que tengan la columna vertebral larga y piernas cortas, por lo que son razas pequeñas y alargadas.

Existe una gran variabilidad entre estos dos grupos de perros, teniendo una mayor prevalencia de casos en las razas condrodistróficas que suponen entre el 45-70% de todos los casos (ACVS, 2021), en este grupo se encuentran razas como Teckel, Pequinés, Beagle, Lhasa Apso etc., y en un estudio (Chaves et al., 2017) se observó que la raza más afectada son los Dachshund con el 69% de los casos. También varía mucho la edad de presentación de la enfermedad, teniendo que en las razas condrodistróficas el promedio de los signos clínicos se encuentra entre los 3-6 años de edad y en cambio, en las razas no condrodistróficas, como son el Labrador, Pastor Alemán etc., los signos clínicos suelen aparecer entre los 5-12 años, estando por tanto más asociado a problemas crónicos y de edad que en el caso de los condrodistróficos, que como se explica más adelante, se asocian a otro tipo de factores.

2.1. Anatomía de los discos intervertebrales.

Para poder comprender los tipos de hernias discales que existen y sus posibles localizaciones, primero se debe conocer la anatomía sana de la columna vertebral en toda su longitud. En toda la columna vertebral se observa la presencia del disco intervertebral entre los cuerpos vertebrales a excepción de la articulación atlanto-axial.

Entre la unión de los cuerpos vertebrales se pueden ver tres estructuras fundamentales (Figura 1) y cada una de ellas presentan funciones específicas:

- Núcleo pulposo: remanente embriológico de la notocorda, situado en el centro del disco intervertebral, compuesto por una matriz extracelular de agua y proteoglicanos a los que se asocia una red de material fibroso compuesto principalmente de colágeno tipo II y algunas células como son las notocordales que regulan la producción de proteoglicanos e intervienen en la proliferación celular. Estos proteoglicanos generan un gradiente osmótico, en el que atrae y retiene las moléculas de agua. Conforme avanza la edad del perro está capacidad de retención de agua se ve disminuida, por lo que el núcleo pulposo tiende a deshidratarse. Se ha descrito (Capello, Bird y Pfeiffer, 2006) que en el caso de perros de raza no condrodistrófica mantiene las células notocordales en los discos intervertebrales hasta la edad adulta, en cambio las razas condrodistróficas no lo hacen, por lo que preservar estas células pueden ser importantes en la prevención de las enfermedades discales.
- Anillo fibroso: Está formado por células mesenquimatosas embrionarias, disponiéndose alrededor del núcleo pulposo. Está constituido por fibras de colágeno tipo I dispuestas en láminas, de esta forma permite que puedan desplazarse unas sobre otras durante una sobrecarga. Estas láminas se originan en las placas terminales cartilaginosas, que constituyen otra parte de la estructura de las vértebras. Es una estructura compleja que sirve para resistir y proporcionar estabilidad a la columna vertebral frente a diferentes cargas, permitiendo cierta flexibilidad. Según Toombs y Bauer (1993) en la parte dorsolateral del anillo fibroso existe cierta interrupción de las láminas, pudiendo producir esta discontinuidad cierta debilidad en el anillo fibroso.
El grosor de este anillo es mayor en su zona ventral que en la dorsal (1.5 a 3 veces mayor dependiendo de la zona vertebral que nos encontremos (Toombs y Bauer, 1993)) lo que produce la posición excéntrica del núcleo pulposo hacia dorsal, aumentando de esta forma el riesgo de extrusión o herniación dorsal hacia el canal vertebral.
- Placas terminales cartilaginosas: se encuentran cubriendo las epífisis de los cuerpos vertebrales, están adheridos al disco intervertebral formando los límites craneal y caudal del disco intervertebral, constituyen la zona de unión entre el disco y el cuerpo vertebral. Está conformado por cartílago hialino, su interior se ve atravesado por pequeños canales vasculares que se dirigen desde el disco hacia la médula ósea del cuerpo vertebral. Algunos autores (Benneker, Heini y Alini, 2004), consideran que estos pequeños canales vasculares se van cerrando con forme avanza la edad del individuo, produciendo una insuficiente nutrición del disco intervertebral y acelerando su degeneración

Tanto el núcleo pulposos como el anillo fibroso forman parte del disco intervertebral.

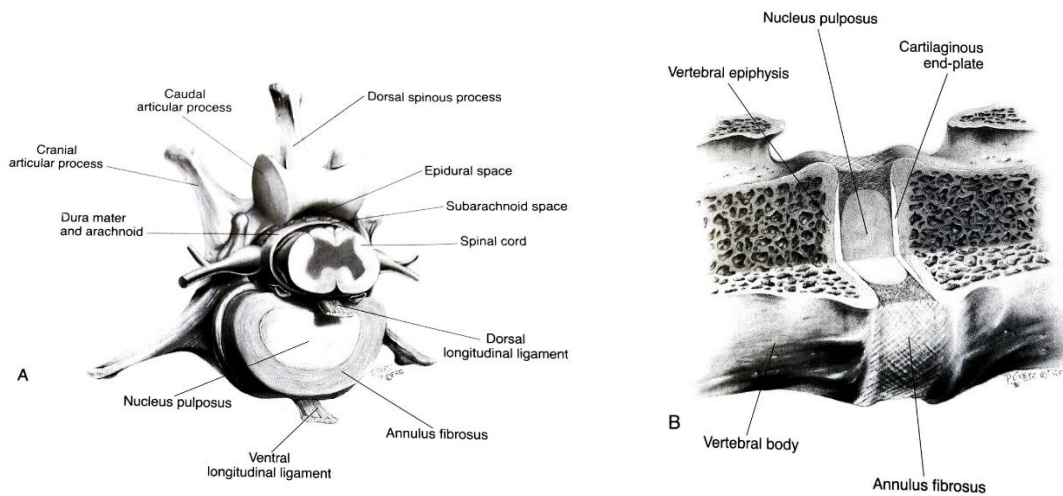


Figura 1. (A) Visualización de las diferentes partes que componen la vértebra y el disco intervertebral en el que se puede apreciar la diferencia entre el núcleo pulposos y el anillo fibroso. También se puede observar alguno de los ligamentos que se encuentran en la columna vertebral. (B) Detalle de un disco intervertebral en el que se diferencian las 3 partes que lo constituyen. (Slatter, 1993, p. 1072)

Hay cuatro tipos de ligamentos, longitudinal dorsal, longitudinal ventral, ligamento de la cabeza de la costilla y el ligamento intercapital que se encuentra desde T2 hasta T10, conecta la cabeza de una costilla con la cabeza de la costilla del lado opuesto a lo largo de la parte dorsal del anillo fibroso.

La presencia de este ligamento parece reducir el porcentaje de hernias discales entre T2-T3 y T10-T11 (Sánchez-Masian et al., 2012). Así mismo, la zona de mayor movilidad en el perro se encuentra entre T11-L3, ya que, es la zona espinal que extiende y flexiona cuando corre. Por ello, esta zona es la que más probabilidades de degeneración y herniación tiene (Berry, 2014).

2.2. Degeneración intervertebral discal.

La clasificación de la degeneración discal se realizó hace más de 60 años de la mano de Hansen y Olsson, dividiendo la patología en dos grupos dependiendo de la zona de degeneración.

- Hansen tipo I, metaplasia o degeneración condroide: afecta a las razas condrodistróficas principalmente, como son el Teckel, Bulldog francés, Jack rusell terrier, etc. y en una edad relativamente temprana entre los 2-9 meses de edad (Sánchez-Masian et al., 2012). En este grupo de degeneración discal se puede llegar a producir la calcificación del núcleo pulposos debido a la deshidratación y por tanto a la pérdida de las propiedades hidroelásticas del disco (Jeffery et al., 2013) pudiéndose observar esta calcificación en los Teckel entre los 6-18 meses de edad (Sánchez-Masian et al., 2012).

La degeneración del núcleo pulposo produce un cambio en la distribución de la presión intradiscal causando un estrés mecánico, que puede producir la rotura de las bandas de colágeno que se encuentran en el anillo fibroso, produciendo un fallo mecánico. Este fallo mecánico provoca la extrusión del anillo (Figura 2) que se podrá dar en cualquier dirección, pero será la más común la dorsal ya que como se ha comentado anteriormente, el núcleo se encuentra en una posición excéntrica con respecto al anillo. Aunque, existen razas consideradas no condrodistróficas que presentan el mismo tipo de degeneración discal, como el Pastor Alemán o el Doberman (Hansen, 1952). Sánchez-Masian et al. (2012) determinan que también se ven afectados determinados linajes familiares.

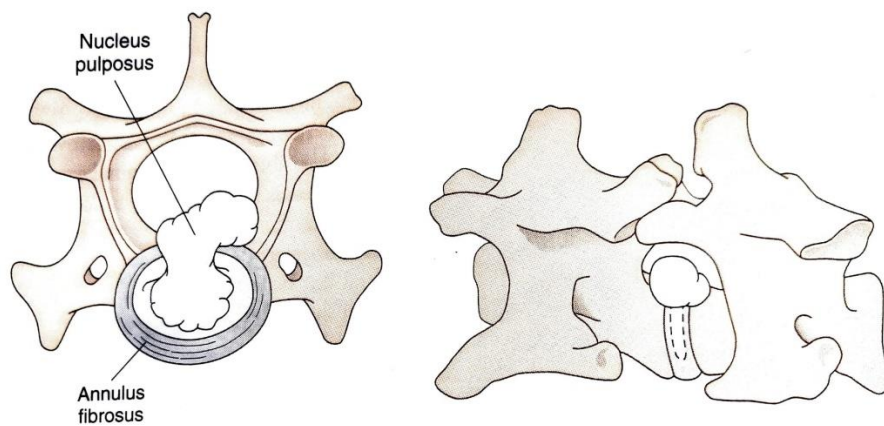


Figura 2. Esquema craneocaudal y lateral de una unión vertebral en la que se aprecia una degeneración discal tipo Hansen I, en el que se ha producido una extrusión del material del núcleo pulposo hacia el canal vertebral. (Welch-Fossum, 2002, p. 1229)

- **Hansen tipo II, degeneración fibrinoide:** proceso que ocurre en edad avanzada y en mayor proporción en razas no condrodistróficas. La degeneración primaria se localiza en el anillo fibroso produciéndose un debilitamiento por la separación de las fibras debido a la acumulación de fluido y plasma. También puede verse afectado el núcleo pulposo por el aumento de colágeno fibroso pudiendo provocar la división del núcleo pulposo en dos lóbulos (Jeffery et al., 2013). La presión ejercida por el núcleo genera la protusión del anillo (Figura 3), frecuentemente dorsal debido a la localización de este dentro del anillo comprimiendo así, la médula espinal.

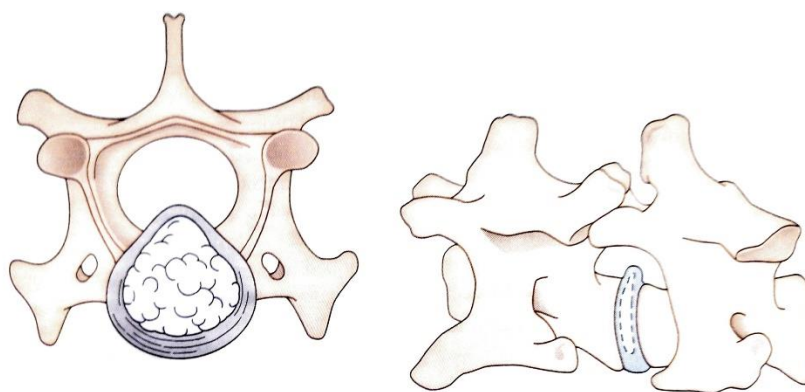


Figura 3. Esquema craneocaudal y lateral de una unión vertebral en la que se aprecia una degeneración discal tipo Hansen II, en el que se ha producido una protusión de la zona dorsal del anillo fibroso adentrándose en el canal vertebral. (Welch-Fossum, 2002, p. 1229)

Cada región de la columna vertebral se ve afectada de diferentes formas. La región cervical caudal se ve más afectada a la herniación por degeneraciones crónicas del disco debido a las fuerzas de rotación (Breit y Künzel, 2004; Da Costa et al., 2008). En la región toracolumbar la degeneración discal se produce por los movimientos dinámicos de esta zona (Hansen, 1952). La región lumbosacra se considera más susceptible por la transmisión de las fuerzas locomotoras de la pelvis a la columna vertebral (Lamb et al., 2002).

Recientes análisis histológicos (Bergknut et al., 2013; Kranenburg et al., 2013), sugieren que las diferencias entre las características de degeneración de razas condrodistróficas y no condrodistróficas no son tan importantes como se creía en un principio, en concreto, en estados avanzados de degeneración del anillo fibroso ambos tipos de razas reemplazan las células notocordales por condrocitos (Jeffery et al. 2013). Sin embargo, Berry (2014), defienden que sí que existen diferencias entre los dos tipos de degeneración discal ya que, la degeneración que se produce es por diferentes causas.

Existe una patología que se produce por extrusión del disco de una forma muy aguda y que erróneamente, en algunos ámbitos se denominada Hansen tipo III, pero no existe evidencia de que haya una alteración previa (Berry, 2014). Hansen (1952), a este tipo de hernia lo denomino prolapsos discal traumático, pudiendo llegar a ser una patología con una sintomatología muy severa.

2.3. Sintomatología y diagnóstico de la degeneración discal.

La sintomatología de la degeneración discal (tanto el tipo I como el II) ocurre cuando la degeneración del disco afecta a estructuras neuronales (médula espinal, nervios espinales etc.),

causando dolor y alteraciones neurológicas al animal. Sin embargo, no todos los pacientes que sufren degeneración del disco muestran síntomas, ni todos los signos clínicos tienen porque producirlos todos los discos herniados.

Las lesiones que producen los dos tipos de hernias sobre la médula espinal son diferentes ya que, la extrusión es un proceso agudo que genera una mezcla de compresión y contusión sobre la médula espinal y la sintomatología varía dependiendo de la cantidad de material extruido en el interior del canal vertebral. En cambio, la protusión es un proceso crónico por lo que produce una compresión dinámica sobre la médula espinal dependiendo de los movimientos de la columna vertebral dando también una sintomatología variable (Figura 4).

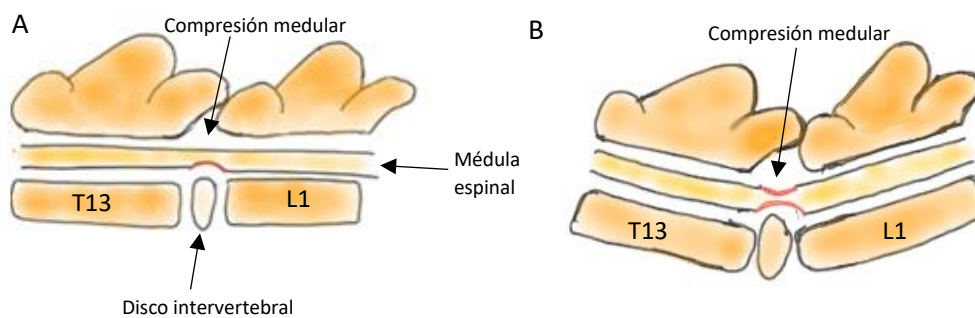


Figura 4. (A) Se observa la protusión dorsal del anillo causando una compresión de la médula espinal. (B) Durante un movimiento de la columna vertebral se evidencia una mayor compresión sobre la médula espinal. Fuente: elaboración propia.

Los primeros signos clínicos serán los fallos en la propiocepción consciente siendo las fibras espinales más grandes, siguiendo con el fallo en la función motora voluntaria junto con la ausencia de dolor superficial y, finalmente habrá ausencia de dolor profundo siendo las fibras espinales más finas (Figura 5).

En el caso concreto de las compresiones medulares provocadas por protusiones, generalmente se describe una pérdida motora progresiva del paciente. Los signos varían dependiendo de la localización y grado de lesión sobre la médula espinal. Los signos de dolor no son tan frecuentes ya que, no hay nociceptores en el propio parénquima de la médula espinal, por tanto los signos de dolor están asociados a compresiones sobre nervios espinales o bien sobre el ligamento dorsal longitudinal.

La compresión de los nervios espinales puede ocurrir cuando la herniación se produce en dirección lateral en lugar de dorsolateral, frecuente en la región lumbosacra.

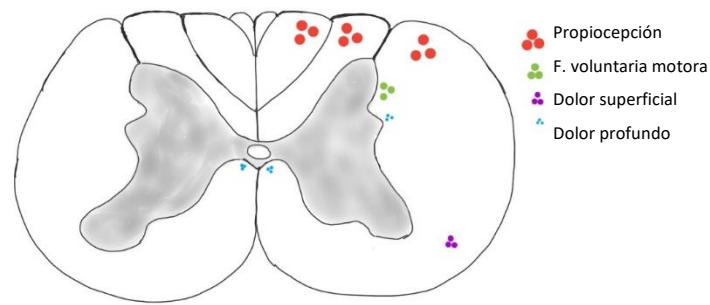


Figura 5. Detalle de la localización de las diferentes fibras nerviosas que se encuentran en la médula espinal y el grosor de estas. Fuente: elaboración propia.

Para el diagnóstico de las hernias discales, lo primero se debe localizar la lesión y realizar un diagnóstico diferencial de las posibles causas que puede producir el cuadro clínico del paciente.

En primer lugar, para la localización de la lesión se realiza un examen neurológico completo. Existe una gran cantidad de posibles causas asociadas a la sintomatología, Jeffery et al. (2013), proponen una tabla (Tabla 1) con las posibles causas asociadas a signos clínicos como son el dolor, paresia y ataxia, tanto aguda como crónica, y causas no espinales. Todos estos signos, dependiendo de la localización tienen diferentes diagnósticos diferenciales como son neoplasias, problemas vasculares etc.

	Cervical	Toracolumbar	Lumbosacra
Dolor	EDI aguda Compresión nervio espinal. Neoplasia Meningitis Fractura/ Luxación	EDI aguda Neoplasia Meningitis	Compresión nervio espinal Neoplasia Lesión músculo Iliopsoas
Paresia/ ataxia aguda	EDI aguda Fractura/Luxación Neoplasia MUE	EDI aguda Lesión vascular Neoplasia (razas grandes) Fractura/ Luxación MUE (Raro)	Fractura/ Luxación EDI (Raro) MUE (Raro) Lesión vascular
Paresia/ataxia crónica	EDI crónica Neoplasia Anomalías vertebrales	EDI crónica Mielopatía degenerativa Neoplasia Hemivértebra	EDI crónica OCD (jóvenes) Neoplasia
Lesiones no espinales	Lesión en MNI (SNP) Hipoadrenocorticismo Otras lesiones metabólicas Cardiomiopatías Lesión en unión neuromuscular	RLCC bilateral aguda	Trombosis aórtica Ruptura del tendón calcáneo Lesiones MNI OCD Lesión músculo iliopsoas Lesión en unión neuromuscular RLCC bilateral

EDI: Enfermedad discal intervertebral; MNI: motoneurona inferior; MUE: Meningoencefalomielitis de etiología desconocida; OCD: Osteocondrosis; RLCC: Rotura ligamento cruzado craneal; SNP: Sistema nervioso periférico.

Tabla 1. Resumen de los posibles diagnósticos diferenciales según sintomatología y localización de la lesión. (Jeffery et al., 2013)

Tras la identificación y localización del problema a nivel de la columna vertebral, y tras la realización del diagnóstico diferencial, se recurre a pruebas de diagnóstico por imagen para disponer de la información necesaria acerca del tipo de lesión y de la gravedad de esta.

La radiografía simple es una técnica de diagnóstico por imagen no invasiva. Consiste en la exposición de una determinada zona (en este caso en la zona de la columna vertebral de la que se sospeche la lesión) a un haz de radiación ionizante. Esta técnica diagnóstica se puede utilizar como primera prueba de aproximación ya que, pueden aparecer cambios que se asocian con signos clínicos característicos de hernias discales como una disminución de la distancia entre vértebras o una reducción del espacio entre los procesos articulares, pero generalmente la realización de radiografías simples no suele aportar suficiente información como para realizar un diagnóstico definitivo (Lamb et al., 2002).

Hay una técnica radiográfica más avanzada que se realiza por medio de un contraste radiográfico introducida mediante inyección intratecal pudiendo observar así el espacio subaracnoideo espinal a este procedimiento se le denomina mielografía. Se toman las imágenes a tiempo real mediante fluoroscopia (haz de rayos X continuo o pulsado, proyectado en una pantalla). No se suele realizar para este tipo de diagnóstico (Toombs y Bauer, 1993).

Por ello, es necesario pruebas de imagen más avanzadas como son las pruebas realizadas por IRM (Imagen por Resonancia Magnética) y TC (Tomografía computarizada) frente a la mielografía y la radiografía simple, ya que estas dos técnicas aportan más información (Sánchez-Valverde, 1997).

El TC genera imágenes de corte transversal muy sensible a los cambios de densidad radiológica, permitiendo de esta manera poder observar el material calcificado dentro del canal vertebral (Jeffery et al., 2013). Se realizan cortes transversales a intervalos de 1.5-10 mm para estudiar una determinada zona (Brawner, 1993). El inconveniente de esta técnica es que si el material extruido (sobre todo en Hansen tipo I) no está lo suficientemente calcificado puede ser compleja su detección, cosa que en la mielografía no es dependiente de la calcificación (Israel et al., 2009), por lo que en ocasiones se realizarán mielo-TC que es la realización de un TC junto con una mielografía que en este caso se realiza como se ha descrito anteriormente y tras la administración y tiempo de espera para que el contraste se haya dispersado por la zona de estudio se procede a realizar el TC.

Por el contrario, las IRM no muestran el hueso si no que ofrecen imágenes detalladas de los tejidos blandos, ya que esta prueba no depende de las densidades de los tejidos si no de las interacciones de parámetros físicos que incluyen movimientos en masa de protones, difusión, susceptibilidad magnética... etc. Es una prueba más compleja en veterinaria que en medicina humana, debido a que las columnas de los perros en concreto son largas y móviles, la colocación no resulta fácil y el diámetro de la médula espinal es más pequeña (Toombs y Bauer, 1993).

Para la realización de estas técnicas de imagen más avanzadas es necesaria la sedación o anestesia del animal.

3. Justificación y objetivos

Esta revisión bibliográfica se realiza por varios factores, uno de ellos son los altos porcentajes de hernias discales que presentan en la actualidad los animales de compañía, y en mayor proporción los perros frente a los gatos. Otro factor se produce por la dificultad en el diagnóstico clínico ya que, varía de unos pacientes a otros la sintomatología, debido al grado de la lesión, la localización, el tipo de lesión, etc. También, la necesidad de realizar pruebas diagnósticas complejas como son el TAC o la IRM son factores que complican el diagnóstico ya que, no todos los propietarios se pueden permitir o están de acuerdo en realizar y cubrir económicamente estas técnicas de diagnóstico. El último factor importante es el tratamiento que se recomienda para la resolución de las diferentes hernias.

Además, es una patología que si no se realiza un buen diagnóstico y tratamiento puede dejar importantes secuelas neurológicas tanto a nivel motor, como a nivel funcional.

Por ello, se considera que es necesario aumentar el conocimiento tanto de porqué se producen estas lesiones, que consecuencias tienen y que tratamientos quirúrgicos son los mejores para cada tipo de hernia así, como la introducción de métodos nuevos de cirugía de mínima invasión que se realizan en la actualidad en medicina humana como es el caso de la discólisis percutánea. Este tipo de cirugías mínimamente invasivas aportan rapidez en la intervención por lo que, se reduce el tiempo de anestesia, no es necesario incidir sobre la columna, permite el tratamiento simultaneo de más de una hernia en la misma cirugía, evitando de esta manera la reintervención. Supondrían un tratamiento más económico y más rentables que las técnicas quirúrgicas convencionales.

Por ello, en este trabajo se persiguen los diferentes objetivos:

- Describir las causas de los dos tipos de degeneración discal, cuáles son sus consecuencias y la sintomatología en perros.
- Conocer los tipos de resoluciones quirúrgicas más habituales en veterinaria en la actualidad.
- Describir y detallar nuevos procedimientos quirúrgicos de mínima invasión que se está realizando en medicina humana y su posible adaptación a la clínica veterinaria.

4. Metodología

El trabajo presentado es una revisión bibliográfica sobre las hernias discales, los tratamientos quirúrgicos actuales y la información referente a la discólisis percutánea que se realiza en medicina humana. Por ello, la metodología se ha basado en la búsqueda de información por medio de artículos publicados en revistas científicas indexadas en bases de datos fiables como son Mendeley, Pubmed y Endnote, al igual que la utilización de diferentes libros cuyo contenido tiene relación con este tema.

La primera acción fue considerar las diferentes fuentes bibliográficas a las que se podía acudir para poder conseguir diferentes tipos de conocimiento acerca del tema. Entre estas fuentes se encontraba la biblioteca de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Zaragoza donde se utilizaron diferentes libros para comprender la anatomía normal, fisiopatología, sintomatología y diferentes tratamientos quirúrgicos con el tema a tratar.

Las siguientes fuentes de consulta On-line, fueron:

- Asociación veterinarios españoles especialistas en pequeños animales (AVEPA)
- World Small Animal Veterinary Association (WSAVA)
- National Center for Biotechnology Information (NCBI)
- US National Library of Medicine and National Institutes of Health (PubMed)

Las *MESH words* empleadas para la búsqueda de información sobre la patología discal fueron: “intervertebral disk diseases”, “IVDD type I”, “IVDD type II”, “herniated disk veterinary”.

Para la búsqueda de información acerca de las técnicas quirúrgicas se han buscado palabras claves como “ hemilaminectomy procedures”, “fenestration”, “percutaneous discolysis”.

El *time-line* aplicado en los buscadores de información on-line ha sido, en su gran mayoría de los últimos 10 años, intervalo comprendido entre el 2010-2021. Este periodo de tiempo se ha aplicado para disponer de información actual sobre las técnicas quirúrgicas y los procedimientos para la resolución de las hernias discales en medicina veterinaria. Entre los artículos seleccionados para la creación del trabajo hay artículos originales (investigaciones experimentales), aportando así datos más precisos sobre determinados parámetros interesantes acerca de las probabilidades de presentación, recidiva, etc.

Para la búsqueda de información sobre la discólisis percutánea no se ha aplicado una limitación temporal, ya que por el momento este tipo de técnicas no se utilizan de manera habitual en medicina veterinaria.

Para la búsqueda de información de las técnicas quirúrgicas convencionales se ha recurrido a bibliografía de años anteriores al 2010 ya que, no ha habido cambios en la realización de estas técnicas desde que se describieron por primera vez.

5. Resultados y discusión.

La columna vertebral es una compleja estructura ósea y cartilaginosa articulada que se origina en el cráneo extendiéndose hasta la pelvis, está formada por 30 huesos (en el caso de los perros) que se conocen como vértebras. Estas vértebras se agrupan en 4 regiones; cervical (C1-C7), torácica (T1-T13), lumbar (L1-L7) y coccígea (S1-S3). Las funciones principales de la columna son las de sostén y protección de la médula espinal.

La presentación de hernias discales a lo largo de la columna varía, siendo la región toracolumbar, con el mayor porcentaje de afección, entre un 84-86% de los casos (Toombs y Bauer, 1993) y, de la región toracolumbar, los discos intervertebrales más frecuentes en la que se producen estos daños se sitúan entre un 75-80% de los casos entre T11-L1 (Jeffery et al., 2013). La alta incidencia de esta región es debido a la fuerte musculatura que une la parte torácica con la lumbar y la gran movilidad a la que está sometida. En un porcentaje similar se ve afectada la región cervical, en concreto entre los espacios intervertebrales de C2 a C4. Las hernias crónicas se producen con mayor frecuencia en la zona cervical caudal, unión toracolumbar y en la zona L7-S1.

Existe tanto tratamiento conservador como quirúrgico para la resolución de esta patología. La elección del tratamiento depende del tipo de lesión, de la ausencia o presencia de dolor, de la elección del propietario en cuanto al tratamiento, por lo que será muy importante comunicarse correctamente con el cliente para que conozca cuales son las distintas posibilidades de resolución, complicaciones asociadas y el éxito de cada una de las técnicas.

Para ello, es imprescindible realizar un estadiaje del paciente y localizar la región vertebral afectada. Welch Fossum (2002), crea unas tablas en las que dependiendo de la zona de la lesión y la utilización de radiografías en las que se observan diferentes hallazgos anatómicos realiza un estadiaje recomendando diferentes tipos de tratamientos y pronósticos. Por tanto, para la región cervical existen 7 estadijes (Tabla 2) y para la zona de la región toracolumbar se establecen 4 estadijes.

Tanto en la zona cervical como en la toracolumbar desde los primeros estadios ya se recomienda la fenestración, por lo que se puede entender que el tratamiento quirúrgico es algo fundamental para la resolución de las hernias discales.

Estadio	Signos clínicos	Radiografía	Tratamiento	Pronóstico
I	Episodio único de dolor moderado o esporádico	Evidencia de degeneración discal	Conservativo y/o Fenestración	Favorable
II	Primer episodio de dolor severo o segundo de dolor moderado	Disco extruido en el canal vertebral	Conservativo/ Ventral slot	Reservado/ Excelente
III	Grave dolor o episodios repetidos	Disco en el canal/ Disco extruido intraforaminal	Ventral slot/ Hemilaminectomía dorsolateral	Excelente/ Favorable
IV	Tetraparesis ambulatoria con o sin dolor	Disco extruido en canal vertebral	Conservativo/ Ventral slot	Reservado/ Favorable
V	Tetraparesis ambulatoria débil con o sin dolor	Disco extruido en canal vertebral	Ventral slot	Excelente a favorable
VI	Tetraparesis no ambulatoria con o sin dolor y con ausencia de déficit sensoriales en las extremidades anteriores	Disco extruido desde C2 a C4/ Disco extruido desde C4 a C7	Ventral slot	Excelente/ Favorable
VII	Tetraparesis no ambulatoria con o sin dolor con déficits sensoriales en las extremidades anteriores	Disco extruido en canal vertebral	Ventral slot	Reservado

Tabla 2. Sistema de estadiaje para ayudar a determinar el tratamiento médico vs. El quirúrgico y pronóstico de animales con enfermedad discal cervical en Small animal surgery (Welch-Fossum, 2002, p. 1232).

5.1. Tratamiento conservador.

El objetivo principal del tratamiento conservador es el confinamiento del animal durante 7-14 días junto con el uso de medicación, principalmente fármacos antiinflamatorios para controlar el dolor. Este tratamiento únicamente se realiza cuando se observa dolor como signo clínico y por primera vez, que no aparezca estrechamiento en el espacio intervertebral de la zona afectada o ese estrechamiento sea mínimo, si no es así, el tratamiento conservador está contraindicado (Sánchez-Valverde, 1997).

Los principales fármacos que se utilizan son los antiinflamatorios, en especial los antiinflamatorios esteroideos como la dexametasona o metilprednisolona. En el caso de las lesiones cervicales, que no suelen causar edema ni traumatismo, se recomiendan dosis mínimas de este tipo de antiinflamatorios, utilizándose no más de 72 horas.

En el caso de las hernias discales de la región cervical, aunque el tratamiento médico puede contener tanto la inflamación como el dolor, la principal acción que mejora esta situación es la contención y el reposo forzado del animal durante un periodo de 7 a 14 días. El comienzo del ejercicio será progresivo comenzando con actividades físicas leves.

Para el tratamiento conservador de las hernias discales de la región toracolumbar, se basa en 5 puntos estratégicos, siendo el reposo la parte más importante del tratamiento. Los siguientes puntos importantes son el acceso fácil a agua y comida para aquellos animales que no puedan moverse, así como controlar la cantidad de ingesta, cama cómoda y blanda para aquellos animales que no puedan andar, así como cambiar de lado al paciente que se encuentre en decúbito lateral cada 2-4 horas para evitar la formación de úlceras de decúbito. Otro de los puntos es la asistencia y el control, tanto en la defecación como en la micción, ya que en algunos casos tanto la motoneurona inferior como la superior pueden estar dañadas, ocasionando problemas. Y, finalmente la rehabilitación del paciente para el mantenimiento del tono muscular. El tratamiento médico se pauta de igual forma que en el caso de las hernias cervicales.

5.2. Tratamiento quirúrgico.

Cuando no es posible el tratamiento conservador se recurre al tratamiento quirúrgico. El objetivo principal del tratamiento quirúrgico de las hernias discales es la descompresión de la porción de médula espinal afectada así como, evitar la inflamación de la zona y la vascularización normal de la región afectada.

La cirugía se indica (Sturges, 2005) generalmente cuando:

- Está demostrado que el tratamiento quirúrgico tiene mayor beneficio que el tratamiento médico.
- El problema no remite con el tratamiento médico.
- Los signos clínicos son graves o progresan rápidamente.
- Inestabilidad de la columna vertebral.

Los casos más comunes por el que se elige la cirugía según Sturges (2005), son en la enfermedad degenerativa discal, la espondilomielopatía caudal cervical, la estenosis lumbosacra degenerativa, traumatología y por último la presencia de neoplasias.

Existen diferentes alternativas quirúrgicas para la resolución de las hernias discales. A continuación, se va a explicar de forma detallada los procedimientos quirúrgicos más utilizados en perros. Las diferencias entre ellas se basan en las partes de la vertebra extraídas para la

descompresión de la médula. Para ello es necesario conocer las diferentes partes de las vértebras (Figura 6).

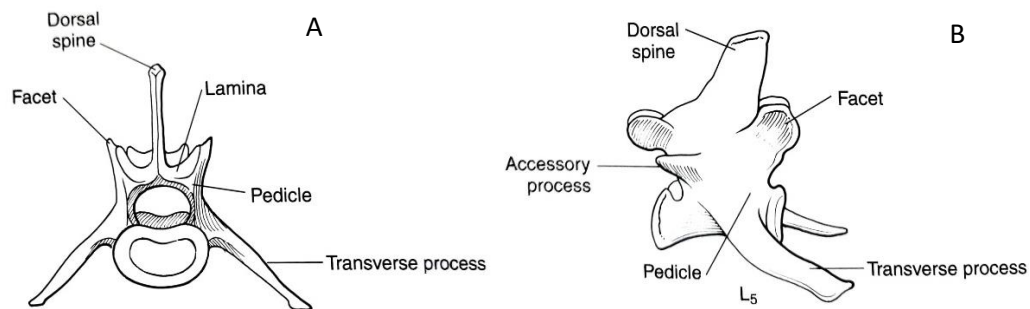


Figura 6. Detalle de las diferentes partes que componen las vértebras desde una visión tanto cráneo-caudal (A) como lateralmente (B). (Welch-Fossum, 2002, p. 1270)

5.2.1. Fenestración.

La fenestración (Figura 7) es una técnica quirúrgica que consiste en exponer el anillo fibroso creando una abertura en los discos intervertebrales afectados, eliminando el núcleo pulposo. Se puede considerar tanto técnica terapéutica (se realiza sobre el disco herniado) como técnica profiláctica (en discos adyacentes al disco herniado).

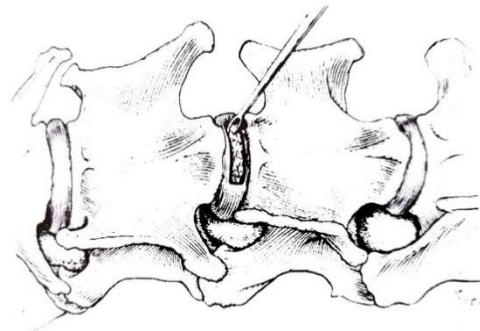


Figura 7. Detalle de la eliminación del núcleo pulposo durante una fenestración de abordaje ventral. (Wheeler y Sharp citado en Bojrab, 2000, p. 767).

La técnica está indicada para el tratamiento en la zona cervical de C2-C7 y en caso de la región toracolumbar de T11-L2 (Toombs, 1993). En la actualidad hay diferentes tipos de abordajes que se presentan a continuación.

Para la región cervical el paciente se posiciona en decúbito dorsal, se realiza una incisión media ventral desde la laringe hasta la entrada torácica. Se diseccionan los músculos más superficiales hasta llegar a los músculos largos del cuello, donde se identifican las prominencias ventrales de la primera y segunda vértebra. Se seccionan las inserciones del músculo largo del cuello, ligamento longitudinal ventral y las fibras anulares ventrales y se procede con la fenestración.

Antes de la realización de la fenestración de un disco intervertebral es necesario comprobar la integridad de este ya que la manipulación de un disco parcialmente roto o inestable puede provocar extrusión dorsal del material del disco y agravamiento de los signos clínicos. El éxito de la cirugía, tanto para la región cervical como para la torácica, depende en gran medida de la extracción total del núcleo.

En la región toracolumbar el acceso se puede realizar de tres formas diferentes:

- Fenestración dorsolateral: Este abordaje ofrece una buena aproximación para las vértebras situadas en T10 y L5.
- Fenestración lateral: Se accede a discos localizados desde T9 a L5. El paciente se coloca en decúbito lateral, la incisión se realiza siguiendo los procesos espinosos dorsales desde T9 hasta la cresta ilíaca si fuese necesario.

En la zona del disco intervertebral herniado, se retira la musculatura hacia dorsal y ventral para crear un campo visual amplio (Figura 8).

Se incide el anillo intervertebral con bisturí Nº 11 y se realiza una ventana con forma de rectángulo y se retira con un raspador la cantidad de núcleo pulposo necesario.

- Fenestración ventral: Con este tipo de abordaje se acceden a los discos intervertebrales situados desde L1 a L6. Se realiza un abordaje paracostal con el animal en decúbito dorsal. La técnica de fenestración es similar a la anterior. En esta técnica no se puede utilizar técnicas quirúrgicas descompresivas por lo tanto no alivia la compresión de la médula espinal.

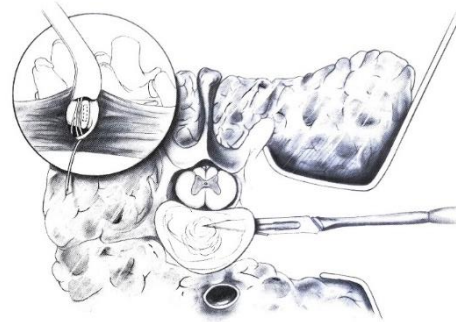


Figura 8. Detalle lateral y transversal de una fenestración por abordaje lateral en un disco intervertebral de la región lumbar. (Slatter, 1993, p. 1083).

Esta técnica no permite extraer el material discal que ya se encuentra en el canal medular, por lo que necesita técnicas de descompresión (laminectomía, hemilaminectomía, pediclectomía...) para conseguir la descompresión de la médula.

En estudios realizados (Berry, 2014) se ha demostrado que la realización de fenestraciones en discos adyacentes reduce la recurrencia ya que, se obtuvo un 7.45% de recurrencia en discos situados entre T11-L4 habiéndose realizado fenestraciones múltiples y de 3-41% en los casos en los que no se ha realizado fenestraciones adyacentes al disco lesionado.

No se recomienda la fenestración en razas medianas y grandes con enfermedad degenerativa discal en la región cervical debido a la posibilidad de producir cierta inestabilidad vertebral tras la intervención.

5.2.2. Hemilaminectomía.

La hemilaminectomía (Figura 9) es una técnica quirúrgica que se basa en la descompresión de la médula por medio de la retirada de la mitad del arco vertebral (lámina, proceso articular y pedículo vertebral). Considerada como la mejor técnica para la gran mayoría de patologías que afectan a la región toracolumbar, la médula espinal y las raíces nerviosas. Se utiliza en hernias que se localizan desde T3 hacia caudal (Berry, 2014). Aunque, en aquellas hernias cervicales en las que no se pueda realizar la técnica del slot ventral, se recomienda la utilización de la hemilaminectomía (Sturges, 2005).



Figura 9. Sección transversal de una hemilaminectomía en la región lumbar antes de la retirada del material extruido en el canal vertebral (Slatter, 1993, p. 1085).

En el abordaje de la región toracolumbar el paciente se coloca en decúbito esternal para realizar la incisión dorsolateral a la columna vertebral. La disección se realiza por el lado de la lesión. Una vez se disecciona el tejido subcutáneo, se retiran las inserciones de los músculos que se encuentran sobre las apófisis espinales para dejar expuestos los discos intervertebrales.

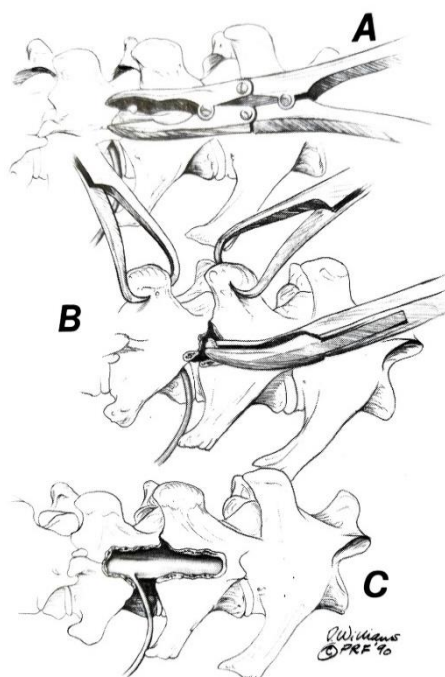


Figura 10. (A) Comienzo de la hemilaminectomía con la eliminación del proceso articular. (B) Aplicación de tracción sobre los procesos espinosos consiguiendo una mayor abertura en el espacio creado anteriormente para la introducción de instrumental quirúrgico. (C) Detalle de la hemilaminectomía. (Slatter, 1993, p. 1086)

La hemilaminectomía se inicia con la eliminación del proceso articular mediante la utilización de un Rongeur de doble acción (Figura 10). Se realiza una suave tracción desde los procesos espinosos de las vértebras craneales y caudales del disco intervertebral afectado mediante el uso de cangrejos Backhaus, facilitando la introducción de una rama de un Lempert (Figura 10). Conforme se va eliminando el hueso de la lámina y de los pedículos, se produce la exposición de la médula espinal. Los laterales se alisan mediante instrumental como Lempert y curetas.

Las ventajas de este tipo de intervención son:

- Se mantiene la estabilidad de la columna vertebral, ya que se conservan las apófisis espinosas y las estructuras ligamentosas.
- Es un acceso fácil para cuando se quiere acceder a la cara lateral del disco intervertebral.

5.2.3. Laminectomía.

La laminectomía consiste en extirpar las apófisis espinosas dorsales, las láminas dorsales y cantidades variables de las apófisis y pedículos articulares de por lo menos dos vértebras consecutivas (Figura 11). Aunque la preservación de los procesos articulares es muy importante para mantener la integridad de la columna vertebral.

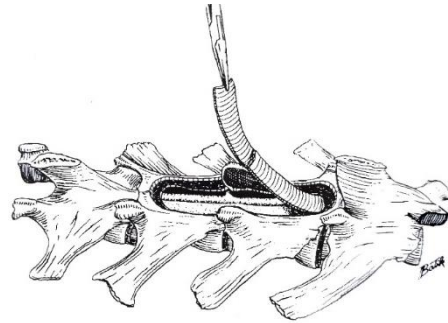


Figura 11. Detalle del proceso de una laminectomía dorsal en la que se está retirando la capa cortical interna vertebral. (Bojrab, 2000, p.793)

Esta técnica está indicada (Sturges, 2005) cuando:

- Es necesario para la intervención una mayor exposición del canal vertebral.
- la lesión se encuentra dorsal o dorsolateral de la médula espinal.
- Cuando hay múltiples lesiones compresivas ventrales.
- Tumores.

Se posiciona al paciente en decúbito esternal, siendo el abordaje dorsal a la columna vertebral. La longitud de la incisión depende del número de vértebras a las que el cirujano quiere acceder. Se diseccionan los tejidos hasta llegar a la lámina vertebral. Una vez se alcanza la lámina vertebral se retira la cantidad de hueso necesaria y siempre se realiza de craneal a caudal.

Uno de los contras de esta técnica mencionada por Toombs (1993), es la dificultad de proporcionar una adecuada exposición y descompresión sin predisponer a fibrosis constrictiva posoperatoria (sobreformación de tejido fibroso) de la médula espinal, cuanto más arco vertebral se extirpe mayor probabilidad de que se produzca este problema.

Además esta técnica puede llegar a generar cierta inestabilidad en la columna vertebral por lo que no suele realizarse en la zona torácica, utilizándose frecuentemente para la zona lumbosacra.

Existen 4 variaciones de la laminectomía dorsal que son las siguientes:

- Funkquist A: Extirpación de los procesos articulares, reducción de los pedículos hasta aproximadamente la mitad de su altura dorsoventral en ambos lados. Aunque esta

técnica ofrece una buena exposición dorsal, lateral y ventrolateral es la que más probabilidad de fibrosis puede causar (Sharir, Milgram y Shahar, 2006). (Figura 12)

- Funkquist B: Conserva los pedículos y los procesos articulares craneales y parte de los caudales. El inconveniente de esta técnica no es la aparición de fibrosis, si no la poca exposición del canal vertebral que se consigue. Además, la eliminación de masas compresivas situadas ventral y ventrolateralmente puede causar un trauma en la médula espinal iatrogénico. Ofrece una exposición del canal vertebral dorsal y está indicada en para la acción sobre más de 3 vértebras consecutivas. (Figura 12)
- Laminectomía dorsal modificada: Extirpación de las apófisis articulares caudales, mantenimiento íntegro de las apófisis articulares craneales y extirpación en ambos lados de la cara medial de los pedículos. Ofrece una exposición dorsal y ventrolateral del canal vertebral y no se usa para más de 2 vértebras consecutivas.
- Laminectomía dorsal profunda modificada: Extirpación de los procesos articulares y todo el pedículo en ambos lados creando una buena exposición de la parte dorsal, lateral y ventral del canal espinal, médula espinal y nervios. Está indicada para la acción a lo largo de una misma vértebra y genera una exposición dorsal, lateral y ventral del canal espinal, médula espinal y de los nervios (Figura 12).

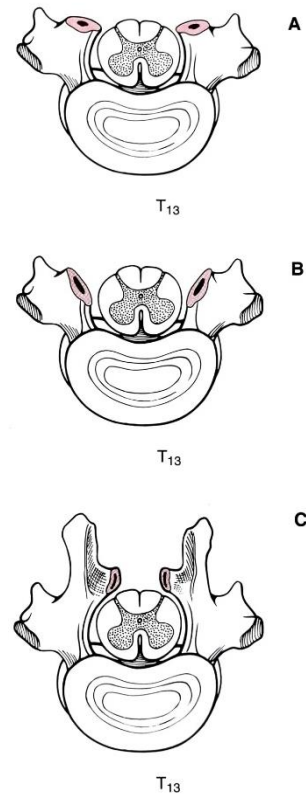


Figura 12. Detalle de las técnicas Funkquist A (A), Funkquist B (B) y Laminectomía dorsal profunda modificada (C), en ellas se pueden apreciar las diferentes partes de hueso de la vértebra extraída. (Welch-Fossum, 2002, p. 1273)

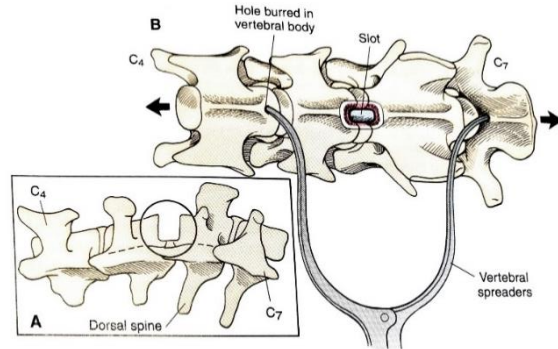
La laminectomía dorsal modificada mejora la exposición debido a la retirada de las apófisis articulares caudales pero se deja la principal parte de cada apófisis articular craneal intacta, de forma que no se incrementa el riesgo de fibrosis constrictiva posoperatoria.

La recuperación de la percepción del dolor profundo es de un porcentaje del 86-96% y se mantienen en ingreso ambulatorio de 10-12 días (Berry, 2014).

5.2.4. Ventral slot.

Esta técnica se utiliza para conseguir una amplia entrada y visualización del canal espinal cervical para la descompresión producida por protusiones del disco intervertebral. Se puede combinar con procedimientos de estabilización de la región cervical.

La recuperación suele ser rápida debido a que se realiza una manipulación mínima de la médula espinal y el tiempo quirúrgico es menor que en abordajes dorsales.



El abordaje es ventral por lo que se coloca al paciente en decúbito dorsal. La técnica consiste en la creación de una pequeña ventana rectangular entre los dos cuerpos vertebrales al nivel del espacio intervertebral afectado (Figura 13). Para ello, se realiza una fenestración del disco intervertebral en forma de rectángulo que no exceda más de la mitad del ancho del disco intervertebral y se elimina el anillo fibroso ventral que se ha cortado así como el núcleo pulposo del disco evitando no forzar material discal dentro del canal vertebral (Berry, 2014) (Figura 14).

Figura 13. (A) Detalle de la profundidad que debe alcanzar el ventral slot en el cuerpo de la vértebra. (B) Detalle de la técnica entre C5-C6. (Welch-Fossum, 2002, p. 1245).

Es necesaria la irrigación frecuente de la zona cuando se esté eliminando la parte de los cuerpos ventrales vertebrales para disipar el calor, evitar la quemadura del hueso y mantener los tejidos húmedos. El defecto creado debe localizarse justo en el centro de las dos vertebrales para cuando se alcance el canal vertebral y debe evitarse que el slot sea mayor a un cuarto de la longitud del cuerpo vertebral para evitar que se produzcan daños en el seno venoso vertebral (Figura 14).

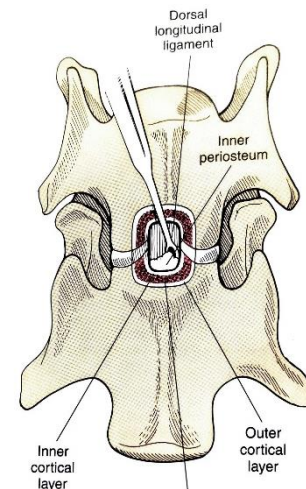


Figura 14. Detalle del ventral slot en el que se observa las tres capas del hueso retirado y la longitud y anchura del mismo. (Welch-Fossum, 2002, p. 1220).

La profundidad del slot se consigue cuando se visualizan 3 capas diferentes de hueso (Figura 14). La primera capa es la cortical del cuerpo vertebral, la siguiente es la médula ósea que será la más hemorrágica de las 3, y finalmente se observará la cortical interior. Se elimina el anillo fibroso dorsal y se expone el ligamento dorsal longitudinal que se incidirá para conseguir finalmente una adecuada descompresión de la médula vertebral.

En resumen, hay una gran cantidad de técnicas quirúrgicas convencionales por lo que, ninguna de ellas está específicamente recomendada porque todas tienen gran cantidad de desventajas y terminan siendo muy invasivas pudiendo perjudicar al paciente. Por ello, existe cierta controversia en la utilización del tratamiento quirúrgico convencional frente al tratamiento conservador por la espontánea recuperación de las funciones del sistema nervioso en las zonas con lesión.

Recientemente Levine et al. (2007), realizaron un estudio y concluyeron que el 50% de los perros mejoraron de su estado neurológico mediante el tratamiento conservador, pero aproximadamente entre el 15-20% terminó en fracaso (hay que tener en cuenta que el fracaso que se declara en el artículo no es fiable ya que los propietarios al no obtener unos resultados rápidos optaron, bien por la eutanasia o bien, por el tratamiento quirúrgico). En otro estudio realizado por Olby, Harris y Burr (2004), concluyeron que los perros que son tratados mediante cirugía el éxito es del 90%.

Por lo tanto, tras la comparación de estos estudios, la intervención quirúrgica para conseguir la descompresión de la médula espinal está muy recomendada frente al tratamiento conservador, ya que proporciona y acelera la recuperación del paciente.

Para hernias tipo Hansen II de la zona cervical, se demostró que entre los 12-18 meses tras cirugía hay pocos beneficios (Da Costa et al., 2008). Por lo que, la cirugía en aquellos animales de edad avanzada se deberá valorar si realmente le van a producir beneficios.

Para seleccionar un procedimiento quirúrgico Sturges (2005), considera que se debe tener en cuenta diferentes factores como la ubicación de la lesión, la afección del sistema nervioso, el objetivo que se quiere conseguir con el tratamiento (descompresión, escisión...), la cantidad de hueso que se puede extraer, el impacto en la biomecánica y en la estabilidad de la columna.

En la región cervical los tratamientos quirúrgicos recomendados son la fenestración (como profiláctico y terapéutico) acompañado de técnicas de descompresión que para esta zona se recomiendan la hemilaminectomía o el ventral slot. Siendo esta última la recomendada para los estadios desde el 2 al 7. La utilización de una u otra dependerá de la localización del material extruido (Tabla 3).

En la región toracolumbar hay multitud de técnicas quirúrgicas que se pueden realizar como la fenestración y técnicas descompresivas como la laminectomía, hemilaminectomía, pediculectomía, corpectomías, etc. Las técnicas más utilizadas según autores (Seim, 2002a) son la hemilaminectomía, pediculectomía, laminectomía dorsal modificada, laminectomía Funkquist

B. La selección del procedimiento quirúrgico variará dependiendo de la localización del material extruido para poder extraerla de forma atraumática y sencilla.

Localización	Técnica quirúrgica	Característica técnica	Localización hernia	Tiempo recuperación	Pronóstico
Región cervical	Fenestración ventral	Ventana en disco intervertebral y extracción del núcleo pulposo	C2-C7 solo dolor, sin otros hallazgos	<u>Hospitalización post-quirúrgica:</u> 24-48 horas. <u>Pacientes ambulatorios:</u> -Confinamiento 2-3 semanas -Fisioterapia 2-3 semanas post-cirugía -Paseos ligeros: 4-8 semanas post cirugía <u>No ambulatorios:</u> Se debe mantener al paciente con fisioterapia, sondaje vesical, exámenes neurológicos diarios	Favorable
	Hemilaminectomía	Eliminación de lámina, procesos articulares y pedículo	Laterales Intraforaminales		Favorables en estadio 3
	Ventral slot	Ventana rectangular entre dos cuerpos vertebrales	Dorsolateral Dorsomedial		Favorable en estadio desde 2 a 7.
Región toracolumbar	Fenestración	Ventana en disco intervertebral y extracción del núcleo pulposo	En abordajes ventrales, laterales y dorsolaterales.		Favorable en estadios 1 y 2
	Hemilaminectomía	Eliminación de lámina, procesos articulares y pedículo	En compresiones laterales, dorsolaterales y ventrolaterales de la médula espinal.		Favorable en estadios 3 y 4.

	Laminectomía dorsal modificada	Extirpación de apófisis espinosas y articulares caudales, cara medial de los pedículos y lámina.	En compresiones dorsales, laterales y ventrales de la médula espinal.	hasta fase ambulatoria	Favorable en estadios 3 y 4.
	Laminectomía Funkquist B	Extirpación de apófisis espinosas dorsales, láminas dorsales y procesos articulares caudales	En compresiones dorsales de la médula espinal.		Favorable en estadios 3 y 4.

Tabla 3. Resumen de las técnicas de elección en región cervical y toracolumbar con sus respectivas especificaciones, indicaciones, tiempo de recuperación y pronósticos. Fuente: elaboración propia.

5.3. Técnicas mínimamente invasivas aplicadas en medicina humana. Discólisis percutánea.

En medicina humana desde hace años se utilizan técnicas mínimamente invasivas para la resolución de hernias discales que permiten el tratamiento simultáneo de varias zonas, un tiempo quirúrgico corto y un postoperatorio rápido.

Actualmente, la discólisis percutánea es el procedimiento que más se emplea en medicina humana. Esta técnica consiste en inyectar en el interior del núcleo pulposo algún material, corriente eléctrica o bien, el uso de alta temperatura con el objetivo de provocar una reducción de la presión intradiscal o la deshidratación del núcleo pulposo, provocando que la porción herniada del disco intervertebral retroceda y de esta forma el anillo fibroso puede contener el disco en tensión. La descompresión de la hernia discal se puede realizar mediante

quimionucleólisis, discólisis con láser, nucleoplástia, etc. procedimientos muy similares que precisan técnicas por imagen para llevarse a cabo.

Las ventajas que presenta estos tipos de técnicas mínimamente invasivas de forma general son las siguientes:

- Reducción en los tiempos de recuperación y rehabilitación.
- Sencillez del tratamiento además, no altera la morfología de la columna vertebral.
- Tratamiento de varias hernias discales en la misma intervención quirúrgica, aunque se encuentren separadas anatómicamente.
- Reducción de las necesidades de tratamientos farmacológicos.
- Reducción de posibles infecciones post operatorias.
- Reducción en el tiempo de anestesia que no suele superar la hora.
- Es posible realizar múltiples inyecciones discales en aquellas zonas de amplia tumefacción medular, se evita de esta forma laminectomías extensas.

De forma generalizada la técnica se debe realizar bajo control fluoroscópico y con medidas de radioprotección para los interencionistas. En medicina humana el abordaje quirúrgico dependerá de la zona de la columna vertebral que se vaya a tratar (Kelekis et al., 2005):

- Región cervical: el paciente se posiciona en decúbito dorsal y el abordaje se realiza anterolateralmente en el lado derecho, introduciendo el trocar entre la laringe y los vasos yugular-carotídeos hasta alcanzar el ligamento longitudinal anterior.
- Región torácica: el paciente se posiciona en decúbito esternal y se realiza una proyección oblicua lateral, siendo el punto de inyección posterolateral.
- Región lumbar: el paciente se posiciona en decúbito esternal y el abordaje es similar a la región torácica pero se busca una proyección anteroposterior.

En medicina humana el paciente se coloca sobre un soporte radiolúcido y no tiene por qué administrarse anestesia general, con la anestesia local se puede realizar la intervención. Esto en medicina veterinaria está descartado, es necesario la anestesia general para este tipo de intervención en el que el paciente debe estar totalmente inmóvil.

Generalmente, se realiza una proyección oblicua del disco intervertebral dañado para visualizarlo en su mayor amplitud. Además, es preciso realizar una discografía (inyección de contraste en el disco) previa a la intervención para comprobar la integridad del disco. En medicina humana esta prueba se realiza para verificar que el disco intervertebral en el que se está realizando la discografía es el que provoca el dolor pero, es necesario que el paciente este

despierto, debido a que en medicina veterinaria es necesaria la anestesia general no se puede aplicar este sistema diagnóstico.

En medicina humana, la zona de acceso al disco por el que se introduce la aguja para aplicar el tratamiento elegido se realiza en el llamado “Triángulo de Kambin” (Figura 15). Este triángulo está delimitado por el nervio espinal, la placa terminal de la vértebra contigua y el proceso articular superior.

Una vez localizada esta región anatómica se procede a la introducción del trocar en un ángulo de 45° con respecto a la línea media del paciente y siempre bajo control fluoroscópico para asegurar la correcta colocación de la aguja.

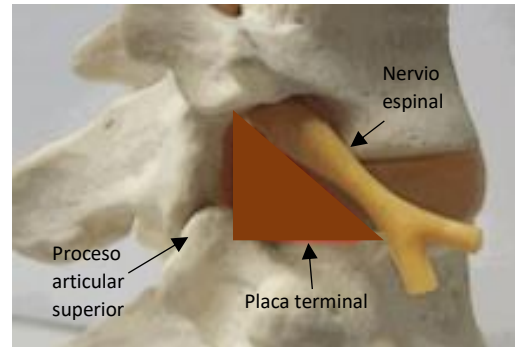


Figura 15. Se muestra el “Triángulo de Kambin” (zona triangular marrón), delimitada por el nervio espinal, proceso articular superior y la placa terminal. Fuente: elaboración propia.

Los trocares que se utilizan para el abordaje del disco intervertebral será de 18G para la región lumbar y 21G para la zona cervical. La aguja (Gupta et al., 2006) se posiciona un centímetro por encima del centro del disco intervertebral y en el centro de las dos placas terminales.

Todo esto son aspectos generales de este tipo de intervenciones pero dependiendo de la técnica que se elija dentro de la discólisis presentara unas características más concretas. Se van a desarrollar más en profundidad la quimionucleólisis y la discólisis por láser.

La quimionucleólisis ya se realiza en veterinaria, y es la variante más utilizada en medicina humana (Sato et al., 2002), consiste en la disolución química del núcleo pulposo del disco intervertebral mediante la colocación de agujas dobles en el núcleo y el depósito de enzimas nucleolíticas. Una de las primeras sustancias químicas que se usó era la quimopapaína mostrando una eficacia del 80% en tratamientos de hernias lumbares y un 85% en hernias cervicales (Guarnieri et al., 2009) pero había un alto índice de reacciones anafilácticas por lo que fue retirado del mercado (Hall y McCulloch, 1983). Debido a este problema se buscó otro tipo de químicos que no produjeran reacciones adversas ni anafilácticas recurriendo al etanol puro gelificado, (DiscoGel®) ya que provoca la división molecular de los proteoglicanos en el núcleo pulposo, provocando una reducción del volumen nuclear y la regresión del disco herniado (Riquelme et al., 2001) sin producir reacciones adversas y/o anafilácticas en el paciente. En un estudio realizado por Herrera, Diaz y Pizzolon (2011) comprobaron que tampoco se difunde más allá de la zona de inyección como ocurría en el caso del etanol líquido.

Para la visualización del etanol puro gelificado en radioscopia se le añade un metal inerte (Tungsteno) que se deberá homogeneizar para conseguir una mezcla homogénea. La eficacia de este método es de 89.5% tanto en columna cervical como lumbar (Theron et al., 2010).

La inyección intradiscal se realiza con jeringa de 1 ml bajo control fluoroscópico continuo (Figura 16) para evitar la fuga de etanol en el espacio epidural, administrándose un volumen de 0.3-0.5 ml en la región cervical y de 0.8-1.5 ml en la región lumbar (Herrera, Diaz y Pizzolon, 2011). En perros, se realizó un estudio (Mackenzie et al., 2014) en el que el TC consiguió las tasas más altas de éxito, con la menor cantidad de contaminación de tejido adyacente sobre cadáveres. Tras la cirugía y la recuperación postanestésicas se administra a los pacientes opioides y AINEs pero con una reducción del tiempo de administración notable (Herrera, Diaz y Pizzolon, 2011)

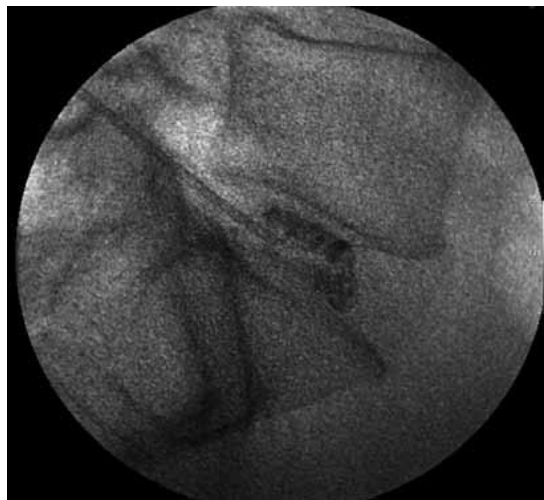


Ilustración 16. Introducción del etanol puro gelificado en el interior del disco intervertebral. Herrera, Diaz y Pizzolon (2011).

Esta técnica puede sustituir a la hemilaminectomía toracolumbar y la descompresión ventral de la zona cervical. Por tanto, todos los discos intervertebrales de la especie canina y felina pueden ser tratados por esta técnica.

Las indicaciones para la utilización de la quimionucleólisis son:

- Presentan dolor como único signo de la herniación y no responden al tratamiento conservador durante más de dos semanas.
- Pacientes con deficiencias neurológicas pronunciadas.
- Recidivas en pacientes que les ha funcionado el tratamiento conservador.
- Pacientes sin dolor profundo y función motora voluntaria.

La discólisis por láser se aprobó por la FDA (Food and Drug Administration) en 1999 para la utilización en medicina humana. Consiste en la ablación no termal del disco intervertebral consiguiendo una reducción del 10-20% del volumen del disco (Andreula, 2009), permite de esta forma que la presión ejercida por el disco sobre el saco dural y los nervios disminuya. Para ello, se introduce a través de una fibra óptica un electrodo en el núcleo pulposo y con la administración de radiofrecuencia se produce la rotura de diferentes moléculas, generando

fluidos y gases (oxígeno, nitrógeno, dióxido de carbono, etc.), este material formado será eliminado por medio de la propia aguja introducida (Menchetti®) (Figura 17).

La temperatura aplicada es baja (50-70º), la penetración del calor es localizada y se produce en un período de tiempo muy corto por lo que los daños asociados a la utilización de la radiofrecuencia son mínimos. Esta técnica es utilizada en medicina humana para aquellos casos en la que la protusión del disco es superior al 75% de diámetro y, en pacientes en los que el tratamiento conservador no es efectivo.

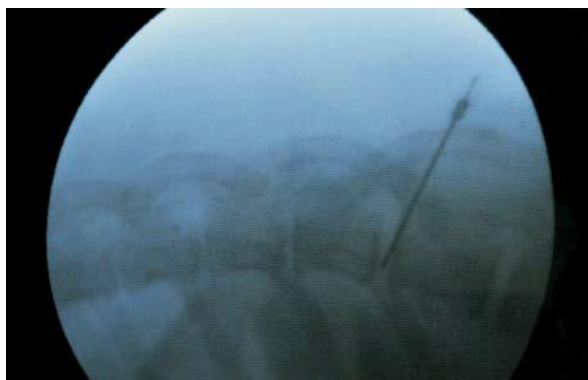


Figura 17. Imagen C-arm de la implantación de la aguja entre T13-L1. Barczewska, et al.(2015)

Lew-Kojrys et al. (2013), fue el primero en realizar esta técnica para el tratamiento de la disinergia del esfínter uretral en una hembra de pastor alemán asociado a una extrusión de disco situado entre L6-L7 (Figura 18). Los resultados fueron la total recuperación del control del esfínter urinario.

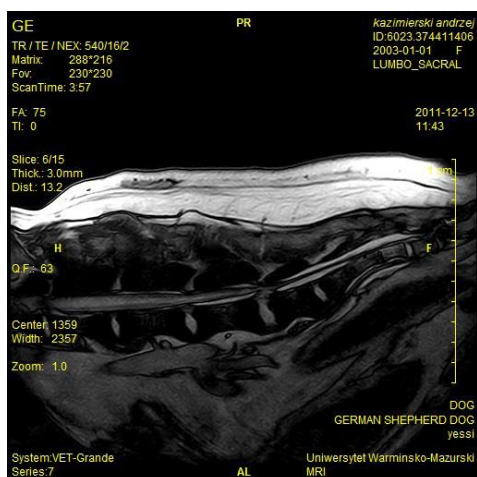


Figura 18. Imagen de TC, en el que se muestra la lesión del paciente entre L6-L7. Lew-Kojrys, et al.(2013).

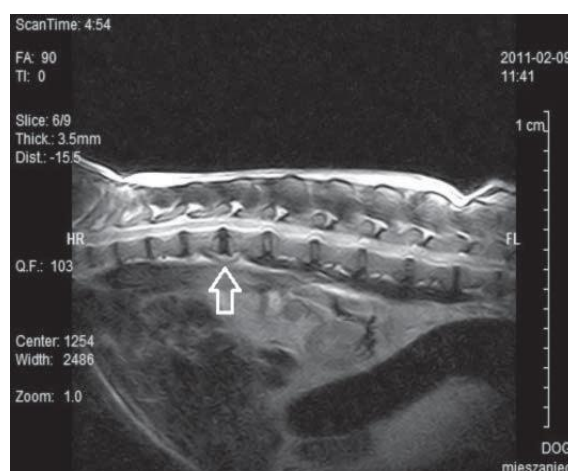


Figura 19. Imagen de TC en el que se observa la lesión del paciente entre T13-L1. Barczewska et al.,(2015).

Monika Barczewska et al. (2015), realizó una discólisis percutánea por láser en una perra de raza mestiza con una protusión de disco localizado en T13-L1 (Figura 19). El dolor y la ataxia producidas por la extrusión del disco desaparecieron en el segundo día tras la cirugía y la función motora voluntaria junto con las respuestas normales al dolor comenzaron a ser fisiológicas dos semanas después de la cirugía.

En ambos casos, el tratamiento fue bajo anestesia general con el paciente colocado en decúbito esternal, y en ambos casos se utilizaron los mismos valores en el láser, siendo 80 W y 980 nm diodo (Sato et al., 2001).

Las tasas de éxito en pacientes en los que se ha aplicado quimionucleólisis se encuentran entre el 65-80% (Andreula, 2009). En el caso concreto del uso del Discogel® en un estudio (Theron et al., 2007), se obtuvo una tasa de éxito del 91.4%. Por otro lado, los resultados mediante la descompresión de la médula espinal con láser ronda el 85% (Gangi et al, 1996)

Las técnicas de mínima invasión son procedimientos de los que se requiere cierto entrenamiento, no se suelen producir fracasos y se puede acceder a todos los discos intervertebrales. La complicación más común en este tipo de técnicas es la discitis con una tasa de aparición del 0.24% por paciente y 0.091% por disco de paciente (Gibby, 2002).

En general, mediante la utilización de estas técnicas se consigue la disminución del dolor en el postoperatorio inmediato, la reducción en el uso de analgésicos endovenosos y también la suspensión de los opiáceos y la reducción notable del tiempo de hospitalización y recuperación, ya que, en el caso de la discólisis percutánea por láser el postoperatorio se reduce a 2 días.

En las técnicas quirúrgicas convencionales el porcentaje de éxito es alto, pero no se pueden aplicar las técnicas para cualquier tipo de hernia ni en cualquier lugar por lo que tienen diferentes especificaciones de uso (Tabla 3), el periodo de administración de fármacos postquirúrgicos es largo, el tiempo de hospitalización en pacientes ambulatorios es mínimo de dos días pero, la completa recuperación del paciente puede llevar a más de 4-8 semanas tras la cirugía ya que, todavía en ese periodo continúan con los cuidados postoperatorios.

Las complicaciones asociadas a la cirugía dependerán del tipo de cirugía por ejemplo, las hemilaminectomías y pediclectomías están asociadas a trauma iatrogénico de la médula espinal, seromas, infecciones o dehiscencia, las laminectomías pueden generar inestabilidad de la columna vertebral. También el número de discos intervertebrales operados, el conocimiento del cirujano y su manejo durante la cirugía y el instrumental utilizado. Mackenzie et al. (2015), determinó que aunque el porcentaje de éxito sea alto en algunas técnicas, los contras, como son el prolongado tiempo de recuperación del paciente y la invasión quirúrgica en las técnicas convencionales a diferencia de las técnicas de mínima invasión deben tenerse en cuenta. En el futuro, se debe seguir investigando , sobre las técnicas mínimamente invasivas que se utilizan en medicina humana y que son adaptables a la veterinaria, ya que existen muchas similitudes en el proceso de la enfermedad y estas técnicas se asocian a tasas más bajas de complicaciones y tiempo de hospitalización.

En conclusión, la discólisis percutánea puede llegar a ser una realidad en la clínica veterinaria de pequeños animales de compañía ya que, la cirugía es rápida, sencilla y causa una pronta recuperación en el paciente como ya se ha demostrado.

6. Conclusiones.

Finalmente, tras la realización del trabajo se ha conseguido cumplir con los objetivos que se habían planteado desde el inicio, siendo los siguientes:

1. Las hernias Hansen tipo I se producen por una degeneración del núcleo pulposo y produce la extrusión del anillo, siendo frecuente en las razas condrodistróficas, en cambio las hernias Hansen tipo II se producen por una degeneración del anillo fibroso produciendo una protusión del núcleo pulposo en el interior del canal medular, frecuente en razas no condrodistróficas.
2. La sintomatología es muy variable (dolor, ataxia, pérdida propiocepción, etc.) y se produce cuando se ven afectadas estructuras nerviosas (medula espinal, nervios espinales, etc.).
3. Las técnicas quirúrgicas más habituales en veterinaria son la hemilaminectomía, pediclectomía, laminectomía dorsal modificada y la laminectomía Funkquist B en el caso de la región toracolumbar. En el caso de la región cervical son el ventral slot y en su defecto la hemilaminectomía.
4. De químicos, corriente eléctrica o con altas temperaturas se consigue reducir la presión intradiscal o la deshidratación del núcleo pulposo, reduciendo de esta forma la compresión a la que está sometida la medula espinal.
5. Las ventajas que ofrecen son reducciones en el tiempo de recuperación y de intervención quirúrgica, altos porcentajes de éxito, reducción en los tratamientos farmacológicos posteriores a la intervención. Teniendo como inconveniente que debe realizarse con material quirúrgico específico y el intervencionista debe tener conocimientos adecuados para realizar la operación.
6. La quimionucleólisis es la técnica de mínima invasión más utilizada en veterinaria y consiste en la disolución del núcleo pulposo por medio del depósito de enzimas nucleolíticas. Actualmente, se está utilizando etanol puro gelificado.
7. La discólisis por láser es una técnica en la que se utiliza radiofrecuencia para la destrucción del núcleo pulposo. También se ha utilizado en veterinaria con resultados muy favorables. Es posible aplicar estas técnicas intervencionistas adaptándolas de medicina humana a medicina veterinaria.

6.1. Conclusions.

Finally, after realizing the present study, it has been possible to reach the objectives set from the beginning, being the followings:

1. Type I Hansen hernias are produced by a degeneration of the nucleus pulposus and produces the fibrous ring extrusion, being frequent in the chondrodystrophic breeds. On the other hand, type II Hansen hernias are caused by a degeneration of the fibrous ring producing a protrusion of the nucleus pulposus into the medullary channel, frequent in non-chondrodystrophic breeds.
2. The symptoms are highly variable (pain, ataxia, proprioception loss, etc.) and occurs when nerve structures are affected (spinal cord, spinal nerves, etc.)
3. The most common surgical techniques in veterinary medicine are hemilaminectomy, pediculectomy, modify dorsal laminectomy and Funkquist B laminectomy in the case of the thoracolumbar region. In the case of the cervical region, there is the ventral slot, and failing that the hemilaminectomy.
4. Chemicals, electric current, or high temperatures help reduce intra-discal pressure or the dehydration of the nucleus pulposus. Reducing the compression of the spinal cord.
5. The advantages that this techniques offer is, a reduction on surgical procedure and recovery time, high success rates, reduction in pharmacological treatments following the intervention. Having some disadvantages due to it must be performed with specific surgical equipment, and the interventionist must have adequate training to perform it.
6. Chemonucleolysis is the least minimally invasive technique frequently used in veterinary medicine and consists of the dissolution of the nucleus pulposus by the deposition of nucleolytic enzymes. Currently, pure ethanol gel is also being used.
7. Laser discolysis is a technique in which radiofrequency is used to destroy the nucleus pulposus. It has also been used in veterinary medicine with very favorable results. It is possible to apply these interventional techniques by adapting them from human medicine to veterinary field.

7. Valoración Personal.

Esta revisión bibliográfica me ha permitido profundizar en la teoría sobre técnicas quirúrgicas rutinarias que se realizan para la resolución de las hernias discales y las diferencias entre cada una y con ello poder conocer cuál de ellas se podría aplicar en cada paciente, al igual que conocer y comprender técnicas quirúrgicas más avanzadas y menos invasivas para el paciente.

La idea principal de este trabajo es que los veterinarios que siguen utilizando las técnicas quirúrgicas convencionales como son la hemilaminectomía, la laminectomía, el ventral slot, etc. se replanteen el uso de ellas y comiencen a incorporar entre sus técnicas la discólisis percutánea utilizadas en medicina humana y que se pueden incorporar a la práctica veterinaria debido a la similitud de la patología de las hernias discales tanto en humanos como en perros.

Personalmente considero que esta adaptación de medicina humana a veterinaria es posible, no involucra una inversión económica importante en hospitales donde ya se realizan las técnicas quirúrgicas convencionales además, son técnicas rápidas que favorecen la reducción del tiempo del postoperatorio, el tiempo de medicación con antiinflamatorios, reducen el tiempo anestésico durante la cirugía y mejoran el tiempo de rehabilitación siendo tiempos más cortos y teniendo unas tasas de éxito muy altas. Por estas ventajas, opino que deberían de estar ofreciéndose ya este tipo de servicios al cliente.

8. Bibliografía.

American College of Veterinary Surgeon. (2021). Disponible en: <https://www.acvs.org/small-animal-es/intervertebral-disc-disease>. [Consultado 08/04/2021]

Aikawa, T., Fujita, H., Shibata, M. y Takahashi, T. (2012). "Recurrent toracolumbar intervertebral disc extrusion after hemilaminectomy and concomitant prophylactic fenestration in 662 chondrodystrophic dogs". *Veterinary Surgery*, 41(3), pp. 381–390.

Andreula, C. (2009). "Percutaneous disc treatments". *The Neuroradiology Journal*, 22(Suppl. I), pp. 141-143.

Barczewska, M., Adamiak, Z., Pomianowski, A., Goldek, J., Przyborowska, P., Zhalniarovich, Y. y Maksymowicz, W. (2015). "Percutaneous disc decompression in a dog – a case report". *Veterinarski Arhiv*, 85(4), pp. 475-480.

Benneker, L.M., Heini, P.F. y Alini, M. (2004). "Vertebral endplate marrow contact channel occlusions and intervertebral disc degeneration". *Spine*, 30(2), pp. 167-173.

Bergknut, N., Smolders, L.A., Grinwis, G.C., Hagman, R., Lagerstedt, A.S., Hazewinkel, H.A.W., Tryfonidou, M.A. y Meij. B.P. (2013). "Intervertebral disc degeneration in the dog. Part 1: Anatomy and physiology of the intervertebral disc and characteristics of intervertebral disc degeneration". *Veterinary Journal*, 195(3), pp. 282–291.

Berry, W. (2014). *Intervertebral Disc Disease – Medical or Surgical?* Disponible en: <https://www.vin.com/apputil/content/defaultadv1.aspx?pId=12886&catId=57131&id=705487> 5. [Consultado 08-04-2021].

Bojrab, M. J., Ellison, G.W. y Slocum, B. (2000). *Técnicas actuales en cirugía de pequeños animales*. (4 ed.) Buenos aires: intermédica editorial.

Brawner, W.R. (1993). "Neuroradiology". En: Slatter, D. (Coord.). *Textbook of small animal surgery*. (2ª ed.). Filadelfia: W.B. Saunders Company, pp. 1008-1022

Breit, S. y Künzel, W. (2004). "A morphometric investigation on breed-specific feature affecting sagittal rotational and lateral bending mobility in the canine cervical spine (c3-c7)". *Anatomia Histologia Embryologia*, 33(4), pp. 244–250.

Brisson, B.A. (2010). "Intervertebral disc disease in dogs". *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 40(5), pp. 829– 858.

Brisson, B.A., Moffatt, S.L., Swayne, S.L. y Parent, J.M. (2004). "Recurrence of thoracolumbar intervertebral disk extrusion in chondrodystrophic dogs after surgical decompression with or without prophylactic fenestration: 265 cases (1995–1999)". *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 224(11), pp. 1808–1814.

Capello, R., Bird, J.L.E. y Pfeiffer, D. (2006). "Notochordal cells produce and assemble extracellular matrix in a distinct manner, which may be responsible for the maintenance of healthy nucleus pulposus". *Spine*, 31(8), pp. 873-882.

Carragee, E.J., Don, A.S., Hurwitz, E.L., Cuellar, J.M., Carrino, J.A. y Herzog, R. (2009). "Does discography cause accelerated progression of degeneration changes in the lumbar disc: a ten-year matched cohort study". *Spine*, 34(21), pp. 2338– 2345.

Chaves, R. O., Polidoro D. N., Feranti, J. P.S., Fabretti, A. K., Copat B., Gomes L.A. y Mazzanti, A. (2017). "Avaliação clínica de cães com doença do disco intervertebral (Hansen tipo I) submetidos à descompressão cirúrgica: 110 casos". *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 37(8), pp. 835-839.

Coppes, M.H., Marani, E., Thormeer, R.T. y Groen, G.J. (1997). "Innervation of "painful" lumbar discs". *Spine*, 22(20), pp. 2342–2350

Da Costa, R.C., Parent, J.M., Holmberg, D.L., Sinclair, D. y Monteith, G. (2008). "Outcome of medical and surgical treatment in dogs with cervical spondy- Canine Intervertebral Disk Degeneration 1331 lomyelopathy: 104 cases (1988–2004)". *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 233(8), pp. 1284–1290.

Davies, J.V. y Sharp, N.J.H. (1983). "A comparison of conservative treatment and fenestration for thoracolumbar intervertebral disc disease in the dog". *Journal of Small Animal Practice*, 24(12), pp. 721–729.

Evans, H.E. y Christensen, G.C. (1979). *Miller's Anatomy of the Dog*. (4ª ed.) Filadelfia: WB Saunders Co.

Fenn, J., Olby, N. J. y CANSORT-SCI. (2020). *Classification of intervertebral disc disease*. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fvets.2020.579025/full> [Consultado 08-04-2021].

Gangi, A., Dietemann, J.L., Ide, C., Brunner, P., Klinkert, A. y Warter, J.M. (1996). "Percutaneous laser disc decompression under CT and fluoroscopic guidance: indications, technique and clinical experience". *RadioGraphics*, 16(1), pp. 89–96.

Gangi, A., Dietemann, J.L. y Mortazavi, R. (1998). "CT-guided interventional procedures for pain management in the lumbosacral spine". *RadioGraphics*, 18(3), pp. 621-633.

Gibby, W. (2002). "Automated percutaneous discectomy". En: Williams, A.L., Murtagh, F.R. (eds). *Handbook of diagnostic and therapeutic spine procedures*. San Luis: C.V. Mosby, pp. 203–225.

Gogan, W.J. y Fraser, R.D. (1992). "Chymopapain: a 10-year, double-blind study". *Spine*, 17(4), pp. 388-94.

Guarnieri, G., Vassallo, P., Pezzulo, M., Laghi, F., Zeccolini, F., Ambrosanio, G., Galasso, R., Muto, M. y Izzo, R. (2009). "A comparison of minimally invasive techniques in percutaneous treatment of lumbar herniated discs. A review". *The Neuroradiology Journal*, 22(1), pp. 108– 121.

Gupta, A.K., Bodhey, N.K., Jayasree, R.S., Kapilamoorthy, T.R.K., Kesavadas, C., Krishnamoorthy, T. y Thomas, B. (2006). "Percutaneous laser disc decompression: Clinical experience at SCTIMST and long term follow up". *Neurology India*, 54(2), pp. 164-167

Hall, B.B. y McCulloch, J.A. (1983). "Anaphylactic reactions following the intradiscal injection of chymopapain under local anesthesia". *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 65(9), pp. 1215-1219.

Hansen, H.J. (1952). "A pathologic-anatomical study on disc degeneration in dog, with special reference to the so-called chondrosis intervertebralis". *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 11, pp. 1– 117.

- Herrera, P., Diaz, L. y Pizzolon, F. (2011). "Tratamiento percutáneo de hernias discales y dolor discogénico de columna cervical y lumbar con etanol gelificado radiopaco". *Revista Chilena de Radiología*, 17(3), pp. 128-133.
- Hoerlein, B.F. (1956). "Further evaluation of the treatment of disc protrusion paraplegia in the dog". *Journal American Veterinary Medicine Association*, 129(11), pp. 495–502.
- Israel, S.K., Levine, J.M., Kerwin, S.C., Levine, G.J. y Fosgate, G.T. (2009). "The relative sensitivity of computed tomography and myelography for identification of thoracolumbar intervertebral disk herniations in dogs". *Veterinary Radiology and Ultrasound*, 50(3), pp. 247–252.
- Jeffery, N.D., Levine, J.M., Olby, N.J. y Stein, V.M. (2013). "Intervertebral disk degeneration in dogs: Consequences, diagnosis, treatment, and future directions". *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 27(6), pp. 1318-1333.
- Kelekis, A.D., Filippiadis, D.K., Martin, J.P. y Brountzos, E. (2010). "Standars of practice: Quality assurance guidelines for percutaneous treatments of intervertebral discs". *CardioVascular and Interventional Radiology*, 33(5), pp. 909-913.
- Kelekis, A.D., Somon, T., Yilmaz, H. Brountzos, E.N., Lovblad, K., Rufenacht, D. y Martin, J.B. (2005). "Interventional spine procedures". *European Journal of Radiology*, 55(3), pp. 362–383.
- Klesty, A., Forterre, F. y Bolln, G. (2019). "[Outcome of intervertebral disk disease surgery depending on dog breed, location and experience of the surgeon: 1113 cases]". *Tierärztliche Praxis Ausgabe K: Kleintiere/Heimtiere*, 47(4), pp. 233-241.
- Kranenburg, H.J., Grinwis, G.C., Bergknot, N., Gahrman, N., Voorhout, G., Hazewinkel, A.W. y Meij, B.P. (2013). "Intervertebral disc disease in dogs—Part 2: Comparison of clinical, magnetic resonance imaging, and histological findings in 74 surgically treated dogs". *Veterinary Journal*, 195(2), pp. 164–171.
- Krause, D., Drape, J.L., Jambon, F., deSouza-Lima, A., Tongio, J., Maitrot, D., Orenstein, D., Giannetti, A., Boyer, P. y Srour, R. (1993). "Cervical nucleolysis: indications, technique, results-190 patients". *Journal of Neuroradiology*, 20(1), pp. 42-59.
- Lamb, C.R., Nicholls, A., Targett, M. y Mannion, P. (2002). "Accuracy of survey radiographic diagnosis of intervertebral disc protrusion in dogs". *Veterinary Radiology and Ultrasound*, 43(3), pp. 222–228.
- Lanz, O.I. y Rossmeisl, J.H. (2012). "Chapter 33: Lumbosacral spine". En: Tobias, K.M., Johnston, S.A. (eds.). *Veterinary Surgery: Small Animal*. San Luis: Elsevier Saunders, pp. 476–486.

- Levine, J.M., Levine, G.J., Johnson, S.I., Kerwin, S.C., Hettlich, B.F. y Fosgate, G.T. (2007). "Evaluation of the success of medical management for presumptive thoracolumbar intervertebral disk herniation in dogs". *Veterinary Surgery*, 36(5), pp. 482–491.
- Lew-Kojrys, S., Adamiak, Z., Pomianowski, A., Maksymowicz, W., Barczewska, M. y Majchrowski, A. (2013). "Percutaneous laser disc decompression in the treatment of detrusor-urethral dyssynergia in a female German Shepherd: a case report". *Veterinárna Medicina*, 58(6), pp. 327-330.
- Mackenzie, S., Brisson, B.A., Gaitero, L., Caswell, J.L., Liao, P., Sinclair, M. y Chalmers, H.J. (2015). "Distribution and short and long term effects of injected gelified ethanol into the lumbosacral intervertebral disc in healthy dogs". *Veterinary Radiology and Ultrasound*, 57(2), pp. 180-190
- Mackenzie, S., Caswell, J., Brisson, B., Gaitero, L. y Chalmers, H.J. (2014). "Comparison between computed tomography, fluoroscopy, and ultrasonography for guiding percutaneous injection of the canine intervertebral disc". *Veterinary Radiology and Ultrasound*, 55(5), pp. 571– 581.
- McKee, M. (2002). "Intervertebral disc disease in the dog 2. Management options". *In Practice*, 22(8), pp. 458– 471.
- Olby, N., Harris, T. y Burr, J. (2004). "Recovery of pelvic limb function in dogs following acute intervertebral disc herniations". *Journal of Neurotrauma*, 21(1), pp. 49–59.
- Olsson, S.E. (2004). "On disc protrusion in dog (enchondrosis intervertebralis); a study with special reference to roentgen diagnosis and to the value of disc fenestration". *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 8, pp. 1–95.
- Riquelme, C., Musacchio, M., Mont'Alverne, F. y Tournade, A. (2001). "Chemonucleolysis of lumbar disc herniation with ethanol". *Journal of Neuroradiology*, 28(4), pp. 218– 229.
- Robertson, I. y Thrall, D.E. (2011). "Imaging dogs with suspected disc herniation: Pros and cons of myelography, computed tomography, and magnetic resonance". *Veterinary Radiology and Ultrasound*, 52(1 Suppl 1), pp. S81–S84.
- Sánchez-Masian, D., Beltrán E., Mascort J. y Luján-Feliu-Pascual, A.(2012). "Enfermedad discal intervertebral (I): anatomía, fisiopatología y signos clínicos". *Clínica veterinaria de pequeños animales*, 32(1), pp.7-12.
- Sánchez-Valverde, M.A. (1997). "Afecciones de los discos intervertebrales". En: Sánchez-Valverde, M.A. (Coord.). *Traumatología y ortopedia de pequeños animales*. (1º ed.). España: McGraw-Hill Interamericana, pp. 367-383.

Sato, M., Ishihara, M., Arai, T., Asazuma, T., Kikuchi, T., Hayashi, T., Yamada, T., Kikuchi, M. y Fujikawa, K. (2001). "Use of a new ICG-dye-enhanced diode laser for percutaneous laser disc decompression". *Lasers in Surgery and Medicine*, 29(3), pp. 282–287.

Seim, H.B. "Surgery of the cervical spine". (2002a). En: Welch Fossum, T. (Coord.). *Small animal surgery*. (2ª Ed.). San Luis: Mosby inc, pp. 1213-1268.

Seim, H.B. "Surgery of the toracolumbar spine". (2002b). En: Welch Fossum, T. (Coord.). *Small animal surgery*. (2ª Ed.). San Luis: Mosby inc, pp. 1269-1301.

Sharir, A., Milgram, J. y Shahar, R. (2006). "Structural and functional anatomy of the neck musculature of the dog (*Canis familiaris*)". *Journal of Anatomy*, 208(3), pp. 331–351.

Slatter, D. (1993). *Textbook of small animal surgery*. (2ª ed.). Filadelfia: W.B. Saunders company.

Sturges, B. (2005). "The neurosurgical referral: What, when, why, where, how", *2nd annual veterinary neurology symposium*. Davis: IVIS.

Theron, J., Cuellar, H., Sola, T., Guimaraens, L., Casasco, A. y Courtheoux, P. (2010). "Percutaneous treatment of cervical disk hernias using gelified ethanol". *American Journal of Neuroradiology*, 31(8), pp. 1454-1456.

Theron, J., Guimaraens, L., Casasco, A., Sola, T., Cuellar, H. y Courtheoux, P. (2007). "Percutaneous treatment of lumbar intervertebral disk hernias with radiopaque gelified ethanol: a preliminary study". *Journal of Spinal Disorders and Techniques*, 20(7), pp. 526–532

Toombs, J.P. y Bauer M.S. (1993). "Intervertebral disc disease". En: Slatter, D. *Textbook of small animal surgery*. (2ª ed.) Filadelfia: W.B. Saunders company, pp. 1070-1087.

Welch Fossum, T. (2002). *Small animal surgery*. (2ª Ed.) San Luis: Mosby in.