



Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza



Trabajo Fin de Grado en Veterinaria

Beneficios de la acupuntura y electroacupuntura en el tratamiento de las hernias discales en
perro

Benefits of acupuncture and electroacupuncture in the treatment of herniated discs in dogs

Autor/es:

Melania Sánchez Martín

Director/es:

María Azucena Gálvez Torralba

Facultad de Veterinaria

Año académico 2019-2020

Índice

Abreviaturas	1
1. Resumen.....	2
2. Introducción	3
3. Justificación y objetivos.....	6
4. Metodología	6
5. Resultados	7
5.1. Trabajos científicos sobre la efectividad de la acupuntura y electroacupuntura en el tratamiento de las hernias discales.....	7
5.1.1. Estudios que comparan el tratamiento quirúrgico con el tratamiento con acupuntura/electroacupuntura	7
5.1.2. Estudios que comparan el tratamiento médico/conservador con el tratamiento con acupuntura/electroacupuntura	10
5.1.3. Estudios que comparan la acupuntura con la electroacupuntura	10
5.2. Efectos positivos de la acupuntura y la electroacupuntura en el tratamiento de las hernias discales	11
5.2.1. Efectos analgésicos	11
5.2.2. Efectos antiinflamatorios	16
5.2.3. Neuromodulación, neuroprotección y neurogénesis.....	17
5.2.4. Remodelación de la matriz extracelular discal.....	19
5.3. Casos clínicos de pacientes afectados por hernia discal y tratados con acupuntura y/o electroacupuntura.....	20
6. Discusión	24
7. Conclusiones.....	30
8. Valoración personal.....	32
9. Agradecimientos	34
10. Bibliografía.....	34

Abreviaturas

AC. Acupuntura

ACTH. Hormona adrenocorticotrófica

Beta-EP. Beta-endorfina

CGRP. Péptido relacionado con el gen de la calcitonina

CRF. Factor liberador de corticotropina

EA. Electroacupuntura

FCDP. Factor de crecimiento derivado de plaquetas

GABA. Ácido γ -aminobutírico

GFAP. Proteína ácida fibrilar de la glia

HHA. Eje hipotalámico-hipofisario-adrenal

IFN- γ . Gamma-interferón

IVDD. Enfermedad del disco intervertebral (Intervertebral Disc Disease)

MBP. Proteína básica de mielina

MEC. Matriz extracelular

NAU. Unidad de Acupuntura Neural

NO. Óxido nítrico

NSC. Células madres neurales

OM. Medicina Oriental

OMS. Organización Mundial de la Salud

PGE2. Prostaglandina E2

PTEN. Proteína fosfatasa y del homólogo de fosfatasa y tensina

TNF. Factor de necrosis tumoral

1. Resumen

La enfermedad del disco intervertebral es el síndrome neurológico más común en la especie canina, el cual puede ser muy grave e incapacitante. La sintomatología clínica más frecuente es la presencia de dolor en la columna y la pérdida y enlentecimiento de la propiocepción de las extremidades, con la consiguiente deambulación anómala, sin olvidar las deficiencias neurológicas que se derivan y que van desde la ataxia leve y paresia, hasta la paraplejía.

Los objetivos perseguidos en esta revisión bibliográfica son, en primer lugar, hallar estudios científicos y trabajos acerca de la efectividad de la acupuntura en el tratamiento de las hernias discales y, en segundo lugar, demostrar los efectos positivos más importantes que se derivan de su uso. Con la intención de poder comprender mejor los efectos alcanzados mediante la AC y EA, se muestran al final algunos casos clínicos reales de pacientes cánidos afectados de hernia discal y tratados con estas técnicas.

Existen una gran cantidad de artículos e investigaciones con validez científica que demuestran la efectividad de la AC y EA en el tratamiento de hernias discales. Asimismo, los principales efectos positivos de ambas técnicas en pacientes con IVDD, pueden resumirse en su poder analgésico por diferentes vías (local, espinal y supraespinal), antiinflamatorio, neuromodulador, neuroprotector y neurogénico, así como por su capacidad para remodelar la MEC y mejorar la microcirculación de la zona.

La AC y EA son técnicas sin efectos secundarios indeseables observados a día de hoy y de gran valor terapéutico, ya sea aplicándolas como tratamiento de elección o bien como terapias complementarias. De hecho, en muchos casos, como lo es la IVDD, han resultado ser más efectivas y, en ocasiones, conseguir mejores resultados que los métodos quirúrgicos y conservadores, proporcionando una buena calidad de vida al animal cuando no era posible mediante otras alternativas.

Abstract

Intervertebral disc disease is the most common neurological syndrome in the canine species, which can be very serious and disabling. The most frequent clinical symptomatology is the presence of pain in the spine upon palpation and the loss and slowing down of proprioception of the extremities with the consequent abnormal ambulation, without forgetting the neurological deficiencies that arise, ranging from mild ataxia and paresis until paraplegia.

The objectives pursued in this bibliographic review are, firstly, to find scientific studies and works about the effectiveness of acupuncture in the treatment of herniated discs and, secondly, to demonstrate the most important positive effects derived from its use. With the intention of being able to better understanding of the effects achieved by AC and EA, some real clinical cases of canid patients affected by herniated disc and treated with these techniques are shown at the end.

There are a large number of articles and research with scientific validity that demonstrate the effectiveness of AC and EA in the treatment of herniated discs. Likewise, the main positive effects of both techniques in patients with IVDD can be summarized in their analgesic power through different routes (local, spinal, and supraspinal), anti-inflammatory, neuromodulatory, neuroprotective and neurogenic, as well as their ability to reshape the MEC and improve the microcirculation of the area.

AC and EA are techniques without undesirable side effects, observed to date, and with a great therapeutic value, either applying them as the treatment of choice or as complementary therapies. In fact, in many cases, such as IVDD, they have turned out to be more effective and achieve better results than surgical and conservative methods, providing a good quality of life for the animal when it was not possible through other alternatives.

2. Introducción

La enfermedad del disco intervertebral es el síndrome neurológico más común en la especie canina, habiéndose descrito en un gran número de razas (Bonafonte, 1997). Existen dos tipos de hernias discales, las de Hansen tipo I y Hansen tipo II (Figura 1) (Barranco, Bartolomé y Díez de Castro, 2018). En las de tipo I existe una prevalencia muy alta especialmente en las razas condrodistróficas, debido a su osificación característica que los hacen más susceptibles a padecerla, siendo además la obesidad un factor predisponente, por lo que la clínica se suele presentar entre los 3 y los 6 años como máximo. Las de tipo II, sin embargo, son consideradas como consecuencia de la edad, diagnosticándose casi siempre en pacientes mayores. La diferencia entre ambas radica en el hecho de si el material nuclear escapa o no del anillo fibroso. De esta manera, estaremos ante una hernia Hansen tipo I cuando tenga lugar la degeneración del núcleo pulposo o extrusión, de manera que el contenido del núcleo pulposo sale al exterior del canal medular, y ante una Hansen tipo II cuando lo que suceda sea la degeneración del anillo fibroso o protrusión. En este caso lo que ocurre es una deformación del anillo que, al protruir hacia el canal medular, puede presionar estructuras sensibles como

son la médula espinal o los nervios que lo rodean y que es lo que causa el dolor (Fossum, 2019).

Las hernias de Hansen tipo II presentan por lo general una sintomatología menos severa que las de tipo I, dado que las compresiones medulares son lentas y progresivas, cosa que no ocurre cuando hay extrusión (Hansen tipo I), puesto que el núcleo pulposo penetra en el canal medular de forma aguda o subaguda. Los síntomas pueden ser variables y, en algunos casos, muy graves e incapacitantes siendo la sintomatología clínica más frecuente la presencia de dolor en la columna y la pérdida y enlentecimiento de la propiocepción de las extremidades con la consiguiente deambulación anómala. Las deficiencias neurológicas van desde la ataxia leve y paresia hasta la paraplejía, siendo variable en función de la región afectada y del grado de lesión (Bonafonte, 1997; Sharp y Wheeler, 2006).

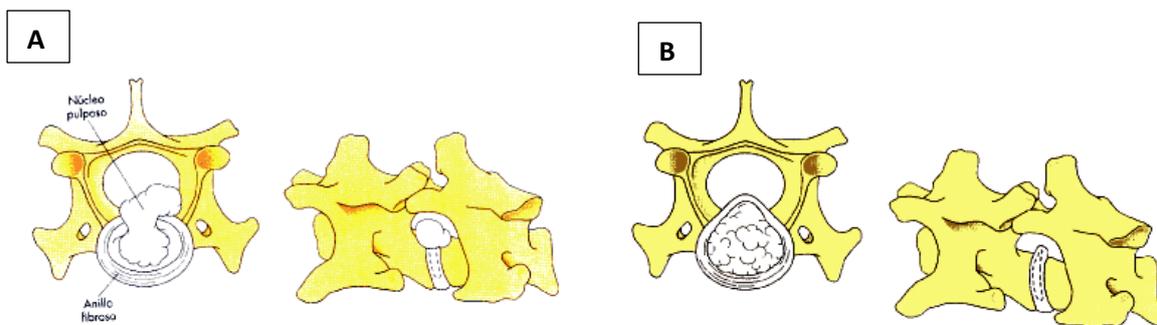


Figura 1. Tipos de hernias discales. A) Hansen I-Degeneración condroide (extrusión); B) Hansen II-Degeneración fibroide (protrusión) (Barranco, Bartolomé y Díez de Castro, 2018).

El tratamiento a aplicar puede ser conservador y/o quirúrgico. La terapia conservadora se basa en el reposo del animal y el uso de fármacos antiinflamatorios y analgésicos para controlar la inflamación y el dolor. Los fármacos de primera elección son los AINE, aunque con mucha frecuencia para un mayor resultado, se usan en su lugar corticosteroides, narcóticos o benzodiazepinas. Sin embargo, hay que tener precaución con el uso continuado de AINE, ya que presentan riesgos importantes como puede ser el desarrollo de úlceras gastrointestinales, presencia de náuseas y/o vómitos junto con cólicos y malestar, disminución de la función renal e hipertensión con retención de líquidos (Sharp, y Wheeler, 2006; *American College of Rheumatology, 2020*). Asimismo, el uso prolongado de corticosteroides puede dar lugar a nerviosismo y ansiedad, aparición del Síndrome de Cushing, cataratas, hiperglucemia y cambios de humor notorios (*Arthritis Foundation, 2016*). Por tanto, la opción farmacológica únicamente debe aplicarse a aquellos casos en los que el estrechamiento vertebral es mínimo

y es la primera vez que manifiesta dolor. Además, se ha observado que hay una incidencia de los signos clínicos en más del 30% de perros que llevan a cabo este tipo de tratamiento (Sharp y Wheeler, 2006).

En el caso que haya estrechamiento o el dolor y/o los síntomas neurológicos sean reiterados se optará por proceder quirúrgicamente, eligiendo la técnica quirúrgica que mejor convenga en función de la zona afectada. Los procedimientos más utilizados son: descompresión ventral, hemilaminectomía y laminectomía, según si la hernia es cervical, toracolumbar o lumbosacra, respectivamente. Ahora bien, también en este tipo de tratamiento puede haber complicaciones, tanto intraoperatorias como postoperatorias, relacionándose principalmente con el dolor continuo, el empeoramiento del deterioro neurológico, hemorragias, formación de seromas, infecciones de orina y/o complicaciones respiratorias (Fossum, 2019). Por ello, a veces, incluso después de una intervención quirúrgica, es necesario el uso de fármacos, acompañado de un programa de rehabilitación postoperatoria.

Ante esta situación, la preocupación tanto por parte de propietarios como de profesionales veterinarios respecto a los efectos adversos causados por la administración continuada de fármacos, así como por las complicaciones que pueden surgir con la cirugía, van en aumento y constituyen un punto crítico en la toma de decisiones, especialmente cuando ningún método resulta ser del todo resolutivo en la enfermedad (Belshaw, Asher y Dean, 2016). Por esta razón, surge la necesidad de poner en práctica otras estrategias complementarias que ofrezcan buenos resultados y sean, a su vez, menos agresivas para el animal, algo que quizás puede ofrecer la terapia con acupuntura y/o electroacupuntura.

La acupuntura (AC) es una rama de la medicina China con más de 5000 años de historia. Sus inicios datan en la Edad de Piedra, en la que los puntos de acupuntura se estimulaban mediante cuchillos de piedra rudimentarios y otros instrumentos afilados. Posteriormente, el uso de esta práctica ha seguido perpetuándose en el tiempo, habiendo registros históricos de su práctica en Oriente ya desde desde el siglo XI a.C. Entre ellos se encuentra el informe Bo-Le (659-621 a.C), en el cual se hace referencia a la acupuntura veterinaria y se detallan los procedimientos para llevarla a cabo (Sumano y López, 1990).

Por otro lado, existe también la electroacupuntura (EA), una variante de la acupuntura datada alrededor de los años 60 en China, que consiste en incorporar a la técnica tradicional la estimulación eléctrica mediante la unión de las agujas a un electroestimulador. La frecuencia de onda (Hz) empleada varía en función del objetivo que se persigue, aplicándose frecuencias bajas cuando se pretende la estimulación frente a parálisis y paresias y siendo altas cuando lo

que se busca son efectos sedantes, anestésicos, y/o analgésicos (Vecino y Bonafonte, 1997). Por lo general, para tratar la compresión medular, como lo es la hernia de Hansen, está indicada la estimulación con bajas frecuencias (2-10Hz) puesto que reducen el deterioramiento del disco y ayudan a su regeneración. Sin embargo, no se aconseja la aplicación de frecuencias extremadamente altas, entorno a 100Hz, ya que sus efectos son justamente los contrarios, afectando negativamente a la regeneración discal (Joaquim et al., 2010).

3. Justificación y objetivos

La hernia discal es una enfermedad con una elevada casuística en la especie canina, afectando a animales independientemente de su raza, sexo y edad y, en muchos casos, aún combinando los tratamientos conservadores con los quirúrgicos, los resultados no son todo lo satisfactorios que deberían ser. Es por ello que la acupuntura y electroacupuntura podrían constituir una herramienta muy útil y beneficiosa con la que trabajar, tanto por sí sola, como es el caso de estadíos iniciales de la enfermedad, como de apoyo a las técnicas habituales empleadas. Además, hay que tener en cuenta que es un tratamiento que carece de efectos secundarios adversos y complicaciones, algo que es muy positivo y seguro, tanto en lo que respecta al bienestar del animal como al bienestar de los propietarios, puesto que pueden gozar de mayor tranquilidad.

Así bien, los objetivos de esta revisión bibliográfica serán el averiguar si existen trabajos y estudios científicos sobre la efectividad de la acupuntura en el tratamiento de hernias discales así como demostrar los principales efectos positivos que se derivan de su uso.

4. Metodología

Para la realización de este trabajo se ha llevado a cabo una revisión bibliográfica basada en libros y revistas de interés, presentes en la base de datos de la Biblioteca de la Universidad de Zaragoza, así como en otros buscadores de validez científica como son Alcorze, ScienceDirect y Dialnet. También se han consultado fuentes como Hindawi, Pubmed y Scopus.

Durante el proceso de búsqueda de información se ha incluido la terminología “Acupuncture y “Electroacupuncture” así como “Chinese traditional medicine”, siempre acompañada de los conceptos “Intervertebral disc disease (IVDD)”, “Discopathy”, “Intervertebral compression”, “Disc degeneration”, “Hansen”, “Discoespondylitis” o “Disc herniation”. También se emplearon durante la búsqueda todos estos términos en español, aunque con poco éxito en comparación

con las búsquedas realizadas en inglés, las cuales resultaron mostrar muchos más artículos de interés recopilados.

Por otro lado, aunque es cierto que este trabajo está más enfocado a la aplicación de la AC y EA en cánidos, también se han tenido en consideración los artículos y estudios experimentales de gran interés y base científica realizados en otras especies animales, incluyendo la humana. El motivo es que la mayoría de los mecanismos de acción, estructuras y procesos moleculares que se derivan del uso de estas técnicas son comunes a todos los mamíferos, y por ello, podemos incorporar a nuestro objeto de estudio aquellos resultados obtenidos en otras especies. Cabe mencionar que se han excluido de esta revisión bibliográfica otros métodos como son la moxibustión, la acupotomía y la inyección de sustancias y/o colocación de implantes en puntos de acupuntura, entre otros.

Por último, para ilustrar y comprender mejor los efectos derivados de la AC y EA, se mostrarán algunos casos clínicos reales de pacientes cánidos afectados de hernia discal y que fueron tratados con estas técnicas.

5. Resultados

5.1. Trabajos científicos sobre la efectividad de la acupuntura y electroacupuntura en el tratamiento de las hernias discales

5.1.1. Estudios que comparan el tratamiento quirúrgico con el tratamiento con acupuntura/electroacupuntura

Aunque en la mayoría de los casos el tratamiento quirúrgico sea la principal opción, en ocasiones pueden presentarse situaciones en las que otras alternativas, como la AC o la EA, resultan más idóneas para la resolución de la patología. Por otro lado, ambas técnicas también pueden resultar necesarias y extremadamente útiles en el postoperatorio, ya que influyen positivamente en que el animal tenga una buena recuperación y disminuyen el dolor que éste pueda sentir en los días posteriores a la operación.

Cabe mencionar que el porcentaje de éxito de la cirugía depende en gran medida del estado de afectación en el que se encuentre el animal. Se ha observado que a medida que avanza el tiempo desde que empiezan los primeros signos de afectación neurológica, la tasa de éxito tras la cirugía se reduce significativamente (Laitinen y Puerto, 2005).

En un estudio llevado a cabo en 40 perros afectados por la enfermedad del disco intervertebral (IVDD) (Joaquim et al., 2010), se seleccionaron a animales que presentaban signos neurológicos durante hacía más de dos días y que mostraban una paraparesia o parálisis clara, incluyéndose por tanto, en los grados IV y V de IVDD, respectivamente. En este caso, los distintos grados de IVDD se establecieron en función de la severidad de los signos neurológicos manifestados en el paciente, representados en la Tabla 1 (Joaquim et al., 2010).

	Síntomas neurológicos
Grado I	Dolor en la región vertebral afectada sin signos neurológicos anormales.
Grado II	Déficit de propiocepción. Paraparesia ambulatoria. Capacidad para soportar peso.
Grado III	Falta de coordinación muy notoria. Incapacidad para soportar peso. Percepción del dolor profundo. Hiperreflexia o reflejos espinales intactos.
Grado IV	Paraparesia no ambulatoria. Déficit de propiocepción. Percepción del dolor profundo.
Grado V	Cualquiera de los síntomas que se presentan en los grados anteriores. Paraplejía. Ausencia de percepción del dolor profundo. Disfunción de la vejiga.

Tabla 1. Clasificación de los distintos grados de IVDD en función de la severidad de los síntomas neurológicos manifestados en el paciente (Joaquim et al., 2010).

Se dividieron a los animales en tres grupos. Con el primero, se realizó únicamente el tratamiento quirúrgico. Con el segundo, EA de manera exclusiva y con el tercero, se combinaron el tratamiento quirúrgico y EA. Tras seis meses los resultados fueron los que se muestran en la tabla 2 (Joaquim et al. 2010).

Myelopathy score	Group		
	DSX	EAP	DSX + EAP
Unchanged	6/10	4/19	3/11
Improvement	4/10	15/19	8/11

Tabla 2. Pacientes con IVDD en grado IV y V sometidos al estudio, en el que se muestra la mejora neurológica observada según el grado de mielopatía antes del tratamiento y tras 6 meses después de haber sido tratados mediante descompresión quirúrgica (DSX), electroacupuntura (EAP) y descompresión quirúrgica + electroacupuntura (DSX + EAP), respectivamente (Joaquim et al., 2010, p. 1227).

Del total de pacientes caninos, hubo una clara diferencia especialmente entre aquellos que no habían recibido EA y los que sí lo habían hecho. Así bien, en el grupo 1, tratados exclusivamente mediante cirugía (DSX), únicamente se recuperaron satisfactoriamente 4/10. Sin embargo, en el grupo 2, tratados con EA y grupo 3, tratados con EA tras la DSX, el número de pacientes con mejoría de la patología fue mucho más notable, siendo de 15/ 19 y 8/11, respectivamente. Al cabo de los 6 meses, prácticamente la totalidad de animales había conseguido pasar del grado IV o V de enfermedad discal al grado I o II, siendo notable la diferencia entre los pacientes que habían recibido EA y los que no.

Si bien, cabe destacar que el número de sesiones de EA que los animales necesitaron para conseguir adquirir dichos grados varió del grupo 2 (EAP) al grupo 3 (DSX + EAP). Mientras aquellos que habían recibido tratamiento con electroacupuntura tras la cirugía únicamente habían requerido 5 sesiones, aquellos que únicamente se trataron con electroacupuntura requirieron un total de 11 sesiones, es decir, el doble.

En este caso, únicamente se seleccionaron para el estudio los pacientes afectados de hernia discal con déficits neurológicos severos, situación en la que se ha comprobado que el éxito del tratamiento quirúrgico en muchos casos con suerte llega al 30%. Es por ello que, el uso de la EA, sea como terapia complementaria a la cirugía o como única terapia a realizar, acaba siendo un elemento clave y muy efectivo para la recuperación del paciente. En el caso de su utilización para una mejor rehabilitación en el postoperatorio, se ha visto que los resultados son mucho más notorios cuanto menos tiempo pasa entre la cirugía y el inicio del tratamiento (Gálvez et al., 2001), siendo recomendable empezar los días siguientes a la intervención.

5.1.2. Estudios que comparan el tratamiento médico/conservador con el tratamiento con acupuntura/electroacupuntura

Según un estudio publicado en la American Journal of Chinese Medicine, en el que se evaluaron 80 perros parapléjicos a causa de la IVDD, los resultados fueron claramente beneficiosos en cuanto al uso de AC y EA (Han et al., 2010). Se dividieron en dos grupos y compararon los resultados respectivos de cada uno. La diferencia entre ambos era que el primero fue tratado únicamente con tratamiento convencional, a base de prednisolona, mientras que el segundo grupo se trató combinando el tratamiento convencional junto con AC y EA en la zona próxima a la columna vertebral y de forma bilateral. Los resultados obtenidos demostraron que la recuperación de la función neurológica era notablemente mejor en el grupo tratado con AC y EA, no solo por la escasa tasa de recaídas, sino porque también disminuyeron considerablemente tanto el dolor toracolumbar como la deambulacion errante del animal.

En otro estudio realizado por la Facultad de Veterinaria de São Paulo (Brasil), también se observó que de los 50 pacientes caninos, afectados únicamente por hernia discal, aquellos en los que se combinaba el tratamiento médico junto con la EA, la tasa de éxito era, con diferencia, mucho mayor de aquellos que solo recibieron tratamiento médico. Los perros con tratamiento combinado necesitaron un tiempo mucho más reducido para poder caminar por sí solos y para recuperar la percepción del dolor profundo (Hayashi, Matera y Bradão de Campos, 2007).

5.1.3. Estudios que comparan la acupuntura con la electroacupuntura

Una investigación interesante es la llevada a cabo por el Instituto de Medicina Tradicional China de Taiwán, junto con la Universidad Nacional Yang-Ming. En este caso, fueron escogidos 25 perros que presentaban signos de discopatía en la zona toracolumbar y se distribuyeron de forma aleatoria en los grupos A y B para ser tratados con AC y EA, respectivamente. Tan solo una semana tras la primera sesión, 16 de los sujetos ya mostraron una mejoría significativa, valorando dicha evolución según la medición de la función neurológica y desaparición del dolor.

Tras finalizar el estudio, la tasa de éxito fue de 7/9 perros en el caso del grupo A (tratados con AC) y de 9/9 en aquellos del grupo B (tratados con EA). El 100% de animales del grupo B se recuperó sin ninguna disfunción neurológica tras 4 semanas realizando EA, mientras que en el grupo A quedaron dos pacientes que, tras 12 sesiones de AC en 6 semanas, aún presentaban marcha atáxica. Por ende, la electroacupuntura resultó dar lugar a una mejora mucho más

significativa y en un periodo menor de tiempo respecto a la acupuntura, suponiendo ambas técnicas una mejora para la función neurológica en enfermedades como la afección del disco intervertebral (Lin y Chen, 2019).

Diversos modelos de laboratorio e investigaciones realizadas acerca de ambas técnicas, también han resaltado los beneficios de su aplicación para el tratamiento de afecciones neurológicas y dolorosas en animales, destacando entre ellas la IVDD, así como otras mielopatías (Roynard et al., 2018).

En otro estudio, se comparó la eficacia de la AC y EA tras tratar a un total de 136 personas afectadas de discopatía lumbar. Los resultados después del tratamiento en los pacientes fue de una mejoría del 88.9% en aquellos tratados con EA frente a un 71.1% en aquellos tratados con AC (Wang, 2013). Por tanto, si bien es cierto que la efectividad en ambos casos fue muy satisfactoria, queda reflejado como para el tratamiento de las hernias discales, la electroacupuntura ha resultado ser más efectiva en todos los aspectos que la acupuntura clásica.

5.2. Efectos positivos de la acupuntura y la electroacupuntura en el tratamiento de las hernias discales

5.2.1. Efectos analgésicos

Las acciones analgésicas de la acupuntura y electroacupuntura tienen su comienzo en el sitio de inserción de la aguja en la piel y tejidos subyacentes. Hay una conexión íntima entre los tejidos del lugar de punción y el sistema nervioso, que juega un papel esencial en los efectos analgésicos de ambas técnicas. Una vez que la aguja se inserta y se manipula, las fibras de colágeno y elastina se enrollan en ella, induciendo a la unión entre la aguja y el tejido conectivo del área. Al mismo tiempo, también actúa sobre los fibroblastos, así como en la vascularización local y las terminaciones nerviosas.

En un estudio se comparó la analgesia obtenida con EA frente a la conseguida con fármacos en perras durante el operatorio y postoperatorio, tras realizarles una ovariectomía (OHE). El resultado fue que, en todos aquellos pacientes en los que se había aplicado EA, habían experimentado analgesia prolongada al menos durante 24 horas tras la operación, así como menor necesidad de isoflurano durante la intervención. Sin embargo, aquellos tratados con medicamentos, siendo butorfanol en este caso, necesitaron suplementos de tramadol y ketorolaco para el alivio del dolor en el postoperatorio (Groppetti et al., 2011). Por tanto, algunas de las sustancias involucradas en la transmisión del estímulo doloroso, como son los péptidos opioides, las citocinas, los receptores adrenérgicos, la serotonina, el ácido gamma-

aminobutírico (GABA), la sustancia P, el glutamato, la noradrenalina, la dopamina, las células gliales, así como las moléculas de señalización, pueden ser modificadas por la EA al interferir en la conducción de dicho estímulo y, gracias a ello, se consigue disminuir considerablemente la transmisión de señales nocivas que entran a nivel espinal desde las fibras nerviosas que transmiten los impulsos nerviosos en los lugares de inserción de las agujas (Figura 2) (Zhang et al., 2014).

Mientras que la serotonina desempeña su papel en el control del dolor crónico, la noradrenalina, junto con la beta-endorfina (beta-EP), se relacionan con el manejo del dolor agudo, generando un importante efecto analgésico, en especial, a corto plazo (Zijlstra et al., 2003).

La EA, por un lado, activa el eje hipotalámico-hipofisario-adrenal (HHA) para disminuir la COX-2, lo cual hace aumentar los niveles de opioides endógenos. Por otro lado, activa las fibras nerviosas simpáticas, para mejorar la migración de las células que contienen dichos opioides hacia el lugar donde está la inflamación y bloqueando la liberación de citocinas proinflamatorias de los leucocitos polimorfonucleares y las células mononucleares, así como de aminoácidos excitadores. Por tanto, la disminución de la vía COX-2 conlleva a un alivio del dolor (Zhang et al., 2014).

Cuando se emplea AC disminuye la sustancia P, la cual involucrada en la transmisión del impulso doloroso, y aumentan los niveles del GABA, el cual inhibe la sensación de dolor, facilitando por tanto la analgesia (Collazo, 2012). Así lo demostró un estudio realizado en roedores, cuyo objetivo era evaluar los efectos que la AC causaba en la excitabilidad del neurotransmisor GABA. Para la valoración de los efectos de la técnica se usaron métodos electrofisiológicos. Los resultados fueron concluyentes en que la AC influía en la activación del GABA, teniendo un efecto inhibitorio de la transmisión nervioso (Yang et al., 2010).

La oxitocina, por otro lado, también juega un papel muy importante en la modulación del dolor y la analgesia, habiéndose visto que sus niveles aumentan, tanto en la periferia como en el SNC, cuando aplicamos AC. También se sabe que el factor liberador de corticotropina (CRF) bloquea el dolor al estimular la liberación de opioides de las células inmunes (Mousa et al., 2007), siendo muy probable que la AC y EA induzcan a los fibroblastos de la piel a liberar el CRF, estimulando e inhibiendo así el dolor.

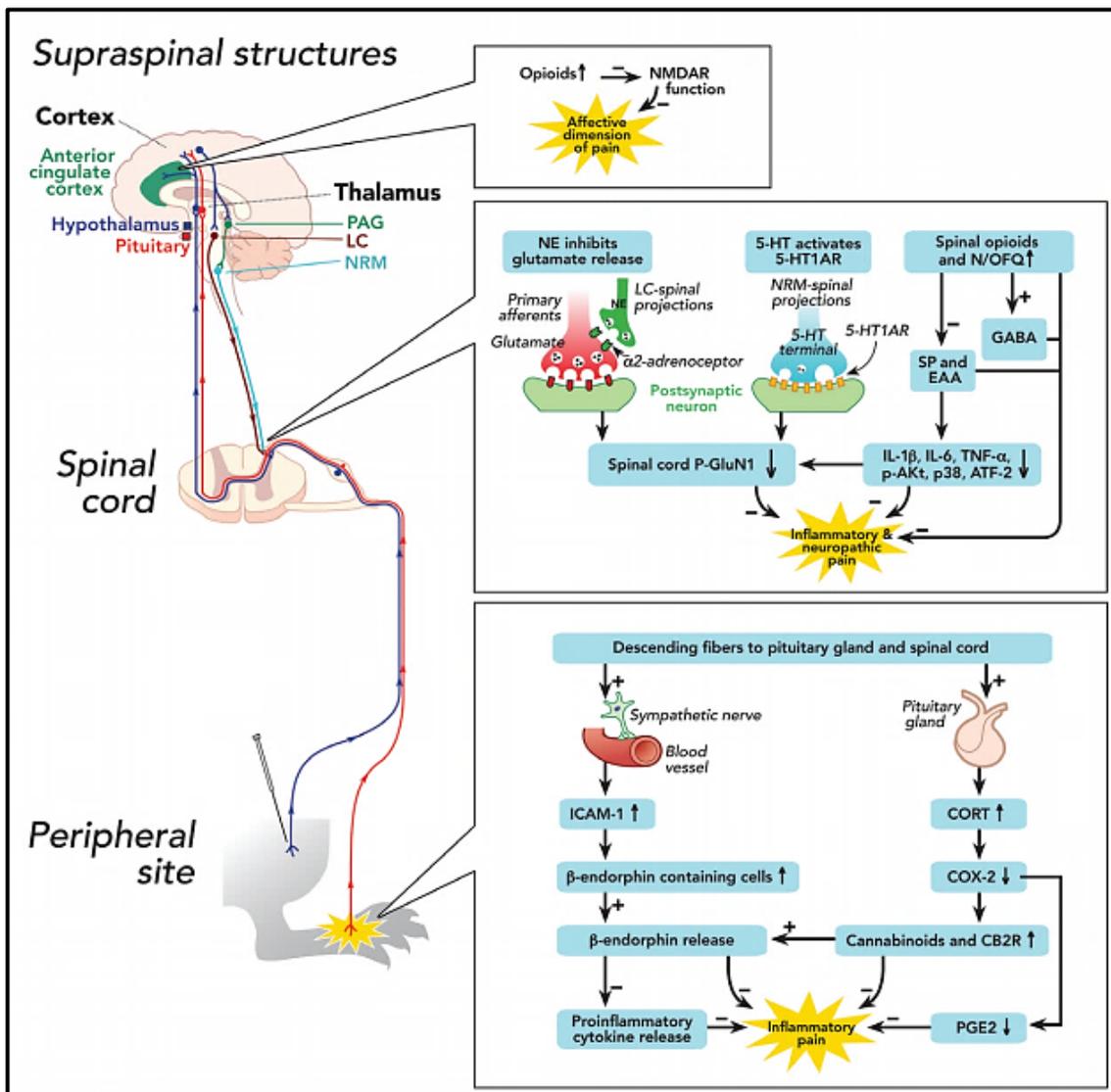


Figura 2. Relación entre las estructuras nerviosas periféricas, espinales y supraespinales en los mecanismos de analgesia de la acupuntura y electroacupuntura (Zhang et al., 2014, p. 486). ATF-2 = factor de transcripción activador-2; CB2R = receptor cannabinoide 2; CORT = corticosterona; COX-2 = ciclooxigenasa-2; EAA = aminoácido excitador; GABA = ácido γ -aminobutírico; ICAM-1 = molécula de adhesión intracelular-1; IL-6 = interleucina-6; IL-1 β = interleucina-1 β ; LC = locus coeruleus; NE = noradrenalina; NMDAR = N-metil-d-aspartato receptor; N / OFQ = nociceptina / orfanina FQ; NRM = núcleo rafe magnus; PAG = gris periacueductal; p-Akt = Akt fosforilado; PGE2 = prostaglandina E2; p-GluN1 = GluN1 fosforilado; SP = sustancia P; TNF- α = factor de necrosis tumoral- α ; 5-HT1AR = receptores de 5-hidroxitriptamina 1A.

Cuando se inserta la aguja de AC/EA en un punto concreto del cuerpo, aplicando estimulación, bien sea mecánica o eléctrica, activamos los diversos mecanorreceptores de la zona, activando, a su vez, a varios componentes neurológicos, situados en la piel, músculo y tejido

conectivo que rodea la zona en la que tenemos insertada la aguja. Este conjunto de estructuras neuroactivas distribuidas en la zona de inserción es lo que se conoce como Unidad de Acupuntura Neural (NAU) y se ha demostrado que son una pieza fundamental en el mecanismo de la analgesia acupuntural, siendo las NAU que contienen estructuras neuronales más concentradas, las que dan lugar a una respuesta a la terapia mucho más eficiente. Dichas estructuras neuroactivas no son neuronas, sino que son células que liberan diversos mediadores neuroactivos capaces de graduar la transmisión aferente de las fibras nerviosas sobre las que actuamos (Zhang, Wang y McAlonan, 2012). Los elementos neuroactivos más importantes en este proceso son los mastocitos, las glándulas sudoríparas, las células de endotelios inervados por el sistema simpático, así como las células de vasos linfáticos. Entre los mediadores neuroactivos que liberan destaca la histamina y la sustancia P.

Otras células, como los macrófagos, los linfocitos, los fibroblastos, los queratinocitos y las plaquetas, participan también en la modulación local de la señal nerviosa, al liberar factores inflamatorios e inmunes y neurotransmisores que contactan con los receptores de las fibras aferentes periféricas, modulando así la transmisión nerviosa hacia la médula espinal. Así bien, sustancias como la acetilcolina, noradrenalina, ácido γ -aminobutírico, óxido nítrico, sustancia P o las β -endorfinas, actúan como inhibidores de la excitabilidad de las fibras aferentes mientras que las citocinas, prostaglandinas, bradiquina y otros factores proinflamatorios causan el efecto contrario, actuando como estimuladores. Sin embargo, hay sustancias, como la serotonina y la histamina, que pueden ejercer ambas acciones en función de los receptores sobre los que actúan. Sin embargo, hay que tener en cuenta que el tratamiento con AC y EA tiene como efecto principal la activación de los mecanismos inhibitorios, consiguiendo por tanto la supresión del dolor. De hecho, el proceso por el cual se adquiere la analgesia es algo complejo, ya que diversas vías, tanto espinales como supraespinales, se han asociado con la analgesia producida por ambas técnicas. Hoy en día, se sabe que a través de las vías neuronales periféricas, las señales aferentes se transportan desde la zona de inserción de la aguja hasta el tronco del encéfalo y de allí a la zona cortical y subcortical del cerebro, produciendo un efecto analgésico (Zhang, Wang y McAlonan, 2012). En la tabla 3 (Zhang et al., 2014) se muestra, de manera resumida, las sustancias que intervienen en la atenuación del dolor persistente con el uso de la EA, en función del tipo de dolor con el que se relacionan (inflamatorio, neuropático, cancerígeno o visceral) y según la vía analgésica mediante la cual actúan (periférica, espinal o supraespinal).

Bioactive Chemicals Involved in Electroacupuncture Attenuation of Persistent Pain in Animal Models			
Models	Peripheral	Spinal cord	Supraspinal
Inflammatory pain	Adenosine	5-HT1AR, 5-HT2AR	CCK-8
	Cannabinoids	Acid-sensing ion channel 3	GABA
	CB2R, Corticosterone	Akt, α 2-adrenoceptors	IL-1 receptor type I
	COX-2, CRF	Dopamine D2 receptors	Opioids
	IAM-1	Glutamate-aspartate transporter	
	IL-1 β , IL-6, PGE2	Glutamate transporter-1, GluN2A	
	Opioids, TNF- α	GluA1, p-GluN1, Glutamate, IL-1 β , IL-6 Muscarinic cholinergic receptor Norepinephrine, Opioids, Serotonin Substance P, N/OFQ p-38 MAPK, PI3K, TNF- α	
Neuropathic pain	IL-1 β , IL-6, TNF- α	5-HT1AR, 5-HT3R, α 2-adrenoceptors	
		Aspartate, COX-2, extracellular signal-regulated kinases	
		GABA, GABA receptor A, GABA receptor B	
		GDNF, GFR α -1, Glutamate	
		Glutamine, Glycine, IL-6, IL-1 β	
		Inducible Nitric Oxide Synthases	
		Matrix Metalloproteinase-2/-9	
		Muscarinic M(1) receptors, Norepinephrine	
		Opioids, p38 MAPK, PGE2, Serotonin	
		Somatostatin, Superoxide anion Taurine, TNF- α	
Cancer pain	β -endorphins	IL-1 β , dynorphines, Substance P, TRPV1	β -endorphins
Visceral pain	β -endorphins, NK1 receptors	p38 MAPK	5-HT, β -endorphins
	Substance P, TNF- α , VIP	Serotonin	CRF, GluN1
	VIP receptors		Substance P

Tabla 3. Sustancias implicadas en la disminución del dolor persistente mediante el uso de electroacupuntura en modelos animales (Zhang et al., 2014, p. 483). 5-HT1AR (receptores de 5-hidroxitriptamina 1A); 5-HT2AR (receptores de 5-hidroxitriptamina 2A); CB2R (receptores cannabinoides CB2); CCK-8 (Péptido 8 de colecistoquinina); COX-2 (ciclooxigenasa-2); CRF (factor liberador de corticotropina); GABA (ácido gamma-aminobutírico); GDNF (factor neurotrófico derivado de la línea de células gliales); GDR α -1 (receptor de la familia GDNF α -1); IAM (molécula de adhesión intracelular -1); IL-6 (interleucina-6); IL-1 β (interleucina -1 β); NK-1 (neuroquinina 1); N/OFQ (nociceptina/orfanina FQ); p-38 MAPK (p-38 proteína quinasa activada por mitógeno); PGE-2 (prostaglandina E2); p-GluN1 (GluN1 fosforilado); TNF- α (factor de necrosis tumoral α); TRPV1 (receptor potencial del canal transitorio de cationes subfamilia V miembro 1); VIP (polipéptido intestinal vasoactivo).

El tracto espinotalámico y espinorreticular son las dos vías más importantes que se han identificado en este proceso, las cuales activan la inhibición del dolor descendente enviando la información al asta dorsal y bloqueando la entrada de cualquier señal nociva que provenga de la periferia. Además, este sistema inhibitorio descendente también recibe señales de distintas

zonas cerebrales como son el hipotálamo, la amígdala, la corteza prefrontal y orbitaria, así como el córtex anterior cingulado. Esta modulación cerebral tras insertar la aguja se inicia a través de la reacción local que se produce en las zonas NAU, la cual desencadena toda la cascada de reacciones bioquímicas hasta llegar a las regiones espinales y cerebrales.

La estimulación de las terminaciones nerviosas con la aguja da lugar a un reflejo axonal local, que induce a una cascada liberadora de sustancias que produce vasodilatación y la degranulación de los mastocitos. Asimismo, también se liberan una gran variedad de neuropéptidos, entre ellos el péptido relacionado con el gen de la calcitonina (CGRP), el factor de crecimiento nervioso y la sustancia P (Fry et al., 2014). Todos estos cambios contribuyen tanto al alivio del dolor local como a una mejor curación, habiéndose demostrado muy de cerca en un estudio en ratas, las cuales mostraron mayor nivel de regeneración y cicatrización al ser tratadas con AC en comparación con otros tratamientos de medicina convencional (Lee et al., 2011). También forman parte de este proceso los opioides endógenos que se liberan, los cuales desensibilizan los nociceptores periféricos y reducen las citocinas proinflamatorias a nivel periférico y espinal (Zhang et al., 2014).

Diversos estudios han observado como al aplicar AC o EA, se produce este reflejo, que no es otra cosa sino la respuesta local tisular frente a la lesión “positiva” que se aplica con la aguja. Gracias a ello, se transmite el estímulo aplicado en una rama nerviosa a otras ramas cercanas hasta llegar al punto de división del nervio para, finalmente, llegar al lugar diana. Por lo tanto, se consigue una transmisión nerviosa desde un extremo nervioso a otro gracias a la liberación de los mediadores mencionados anteriormente (Yaprak, 2008). Dicho reflejo axonal es relevante, en especial, a la hora de controlar los distintos tipos de dolor, incluido el neuropático, algo verdaderamente importante en los casos de IVVD.

5.2.2. Efectos antiinflamatorios

La inserción de la aguja en AC y EA, induce cambios marcados en toda la zona adyacente y, más tarde, a nivel sistémico, viéndose que tras la sesión se produce un aumento de la vasodilatación en la piel que contribuye a mejorar la funcionalidad de los tejidos. Además de intervenir en la analgesia, se ha demostrado que el CGRP es proinflamatorio, puesto que da lugar a la formación y liberación de citoquinas proinflamatorias (Raud et al., 1991). Sin embargo, en dosis bajas tiene una potente acción antiinflamatoria, la cual podría estar regulada por la sustancia P, dado que se ha visto que ésta ayuda a la liberación del CGRP de las terminaciones nerviosas. En cualquier caso, la terapia acupuntural reduce estos niveles proinflamatorios de CGRP y produce la activación de neuropéptidos que liberan citocinas

antiinflamatorias, derivadas, a su vez, de linfocitos y macrófagos (McDonald, Cripps y Smith, 2015).

Por otro lado, a largo plazo, las interacciones entre las B-endorfinas y las citoquinas que derivan de la AC, podrían dar lugar a una disminución en la liberación de los neuropéptidos y citoquinas proinflamatorias, así como a la liberación de aquellas antiinflamatorias, como la interleucina 10 (IL-10) (Zijlstra et al., 2003). En este proceso cabe destacar el papel del óxido nítrico (NO), puesto que se ha visto que sus niveles aumentan en procesos inflamatorios e inmunes (Coleman, 2002). Éste es inducido por citoquinas proinflamatorias como IL-1, factor de necrosis tumoral (TNF) y gamma-interferón (IFN- γ). De esta forma, la AC produce una disminución de estas citoquinas proinflamatorias y, por ende, los niveles de NO también disminuyen.

En un estudio realizado en ratas (Zhang et al., 2005), cuyo objetivo era el de clarificar el efecto que la EA puede ejercer en la inflamación, se observó cómo el uso de esta técnica redujo significativamente los síntomas inflamatorios gracias a la activación del eje HHA.

Además, hay investigaciones recientes que incluyen el descubrimiento de una nueva vía antiinflamatoria colinérgica inducida por la acción acupuntural (McDonald, Cripps y Smith, 2015), así como la existencia de la proliferación de macrófagos liberadores de opioides en tejidos inflamados en respuesta a la terapia acupuntural. Esta vía antiinflamatoria involucra tanto a al sistema parasimpático como simpático, y en ella, se ha demostrado que los receptores de dopamina actúan de manera selectiva.

En cuanto a la mejora del sistema inmune que resulta de estas terapias, se ha visto que la acupuntura activa los sistemas de defensa, tanto a nivel de inmunidad específica como de inespecífica, consiguiendo llegar a un equilibrio entre la liberación de sustancias proinflamatorias y antiinflamatorias liberadas por T-helper 1 y T-helper 2, y aumentando los linfocitos CD3, CD4 y CD8 (Zijlstra et al., 2003).

5.2.3. Neuromodulación, neuroprotección y neurogénesis

Una de las consecuencias más graves de la lesión de médula espinal es la pérdida neuronal que supone. Sin embargo, la AC y EA pueden inducir la proliferación y movilización de las células madres neurales (NSC), las cuales contribuyen a la regeneración del sistema nervioso dañado y, por tanto, a la recuperación del animal (Fan et al., 2018). Para evidenciar este hecho, en un estudio se realizó EA en ratas con afección discal a nivel de T10 (Jiang et al., 2014) y tras la

terapia se concluyó que ésta había supuesto el aumento en la supervivencia de las NSC, así como su migración hacia el área dañada.

Además, se ha comprobado que ambos tratamientos producen cambios en la comunicación que se establece entre las neuronas, es decir, modula su neuroplasticidad, favoreciendo la recuperación motora. Gran parte de la restauración de la actividad motora también se debe a que la AC y, más especialmente la EA, aumentan la expresión de las moléculas de adhesión, como la molécula de adhesión L1, encargadas de la recuperación locomotora tras una lesión. También se ha observado que ambas técnicas provocan un aumento del marcador astrocítico de la proteína ácida fibrilar de la glia (GFAP), necesario para la disminución del área dañada, promoviendo respuestas astrocíticas regenerativas en las etapas iniciales por parte de la GFAP, así como la activación de células madre (Wei et al., 2017). La terapia con electroacupuntura ha demostrado tener un importante papel neuroprotector al reducir los niveles de p53, de proteína fosfatasa y del homólogo de fosfatasa y tensina (PTEN), e incrementar la proteína básica de mielina (MBP) (Wei, Zhao y Schachner, 2018).

Por otro lado, la AC y EA pueden reducir la apoptosis celular y promover la reparación de los tejidos después de una lesión en la médula espinal, algo muy prometedor para el tratamiento del disco intervertebral degenerado, ya que se ha observado un alto índice de células apoptóticas en los discos intervertebrales de los animales afectados por esta patología.

Así se muestra en diversos estudios, entre ellos uno en el que se trataron con AC 80 conejos que padecían lesión aguda de la médula espinal. Tras varios días de tratamiento, se observó que la terapia había derivado en una inhibición de la apoptosis neuronal en el segmento de la médula espinal lesionada (Quan et al., 2014). En otra investigación, en la que se empleó EA para observar sus beneficios en lesiones de médula espinal, se observó lo mismo. En este caso, se experimentó en ratas y los resultados fueron que, aumentó tanto el número como la funcionalidad de las neuronas motoras de las extremidades al aumentar la actividad de la acetilcolinesterasa, la cual regula la actividad del factor neurotrófico derivado de la línea celular glial. También se inhibió la apoptosis neuronal, la astrogliosis y disminuyó el factor de crecimiento derivado de plaquetas (FCDP), siendo indicios favorables de regeneración (Zhang et al., 2017). Se cree que muy posiblemente estos efectos de neurogénesis sobre las áreas nerviosas dañadas tengan relación con la inhibición de la vía apoptótica mitocondrial.

En otra investigación, se eligieron ratas con hernia de Hansen tipo I y se les aplicó EA. Se observó como se redujo el grado de vacuolización de la sustancia blanca y, al mismo tiempo, aumentó el número de neuronas normales de la sustancia gris de la médula espinal en el

tramo afectado. Esto supuso la recuperación de las funciones neurológicas y por tanto, la recuperación de la movilidad del tercio posterior (Jiang et al., 2015).

Por tanto, la EA, con su doble papel, tanto mecánico como electroestimulador, no solo reduce la degeneración celular sino que también ejerce un efecto neuroprotector y neurogénico al mejorar la actividad neuronal.

5.2.4. Remodelación de la matriz extracelular discal

El disco vertebral es una estructura constituida por el anillo fibroso (AF), hecho de láminas concéntricas resistentes y ricas en colágeno, y por el núcleo pulposo (NP), hecho de proteoglicanos (PG), agua y colágeno. Los discos intervertebrales son almohadillas avasculares de fibrocartilago con baja densidad celular y una capacidad limitada para adaptarse a las demandas mecánicas. En un disco normal, las láminas de colágeno son concéntricas y bien organizadas en el anillo fibroso mientras que en el disco degenerado se observan las fibras de colágeno desorganizadas, aumentando los enlaces cruzados y acompañándose de una disminución del nivel de proteoglicanos.

Diversas investigaciones han demostrado que la degeneración del disco intervertebral se caracteriza por una reducción y alteración de la matriz extracelular (MEC) (Wang et al., 2009; Liao et al., 2013), que a su vez, está relacionado con los fenómenos de apoptosis celular y estrés mecánico al que se somete la zona dañada. El estrés mecánico es un factor que, sin duda, contribuye a la discopatía. Durante la degeneración de la hernia discal, el colapso que sufre la MEC induce a la apoptosis celular y, por otro lado, muchas células dañadas no mueren, sino que empiezan a producir productos de matriz inapropiados.

Asimismo, se ha observado que la apoptosis es un procedimiento de muerte celular dirigido por un grupo de genes y proteínas apoptóticas, dentro de los cuales tiene un papel relevante el gen bcl-2 y el gen Bax. La proteína Bcl-2 se encuentra en la membrana mitocondrial, el retículo endoplásmico y la membrana nuclear, y tiene como función el prolongar la vida celular, por lo que es considerado un gen antiapoptótico. Bax, sin embargo, es un gen cuya función inhibe la función antiapoptótica de Bcl-2, al unirse a él. Así pues, la relación de Bax y Bcl-2 es esencial para el futuro de las células (Kroemer, 1999).

En un estudio experimental en conejos (Huang et al., 2015), se quiso averiguar si la EA podía estimular la remodelación de la MEC dañada, al inhibir la apoptosis de la zona afectada y adyacente. Los resultados fueron que la terapia con EA aumentó el contenido de MEC e indujo a su reorganización y remodelación. Además, se aumentó la expresión de las proteínas Bcl-2 y se redujo la de la proteína Bax, disminuyendo muy considerablemente el grado de apoptosis, e

influyendo positivamente a la regeneración de la matriz extracelular discal. Por tanto, la electroacupuntura no solo impide la degeneración de la MEC, sino que ayuda a que ésta alcance de nuevo sus características normales. Los datos se tomaron 28 y 56 días tras el comienzo de la terapia, realizando una sesión diaria durante 30 minutos. Además, algo interesante a valorar fue que durante el tratamiento con EA los animales permanecieron despiertos y relajados y sin mostrar signos evidentes de angustia.

Por otro lado, se ha podido corroborar como la aplicación de AC y EA, consiguen mejorar la microcirculación a nivel medular, puesto que promueve la formación de microvasos a este nivel. Así se observó en un estudio con ratas que padecían hernia discal tipo I (Jiang et al., 2015). En ellas se vio como, tras realizar EA, la densidad de microvasos alrededor de los segmentos discales tratados, era mayor respecto al inicio del tratamiento, lo que supuso un mayor flujo sanguíneo, beneficioso para la reparación de la zona y la recuperación favorable del animal.

5.3. Casos clínicos de pacientes afectados por hernia discal y tratados con acupuntura y/o electroacupuntura

Se reporta un informe del Centro Veterinario de la Universidad de Minnesota, en el que un gato doméstico común de 14 años es ingresado al presentar problemas de ataxia, atrofia y paresia graves en el cuarto posterior (Choi y Hill, 2009). Tras el examen físico, neurológico y una resonancia magnética (Figura 3), se observan múltiples sitios de compresión discal y se diagnostica IVDD con protrusión del disco vertebral a lo largo de toda la región torácica y craneo-lumbar.

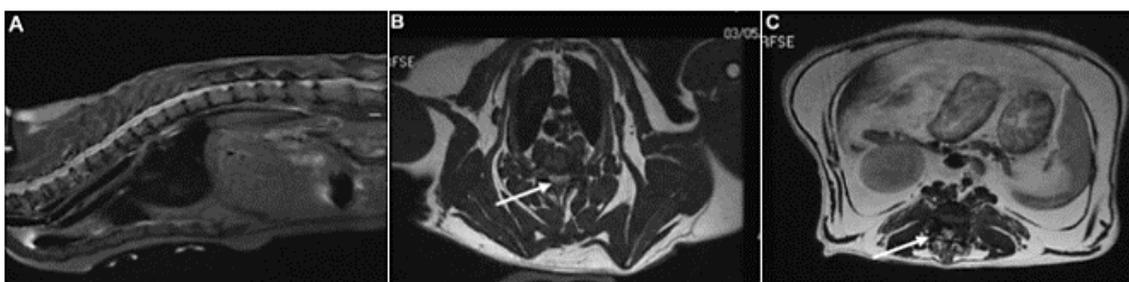


Figura 3. Resonancia magnética del paciente con IVDD multifocal. (A) Vista sagital en la que se observan múltiples zonas de protrusión discal y degeneración ósea, siendo las compresiones medulares más notorias entre T2-T6 y L2-L5. (B) Vista transversal del espacio discal T3-T4, en la que se observa como el disco intervertebral sobresale del espacio discal. (C) Vista transversal del espacio discal L3-L4, en el que se observa del mismo modo como protruye el disco intervertebral del espacio discal lumbar (Choi y Hill, 2009, p.707).

También se llevó a cabo un examen en base a la Medicina Oriental (OM) y el diagnóstico fue el mismo. En un inicio, se trató con prednisolona diariamente a dosis altas (1,25mg/kg), aunque sin éxito, dado que el animal seguía con un cuadro clínico severo y sin ninguna mejoría.

Por esta razón, se realizaron sesiones de acupuntura y electroacupuntura, así como rehabilitación con fisioterapia, viéndose una clara mejoría en cuanto a movilidad, propiocepción y estado postural. Cuatro meses después del comienzo del tratamiento, tras 5 sesiones de terapia con AC y EA, el paciente ya podía levantarse, caminar y correr con total normalidad (Figura 4).

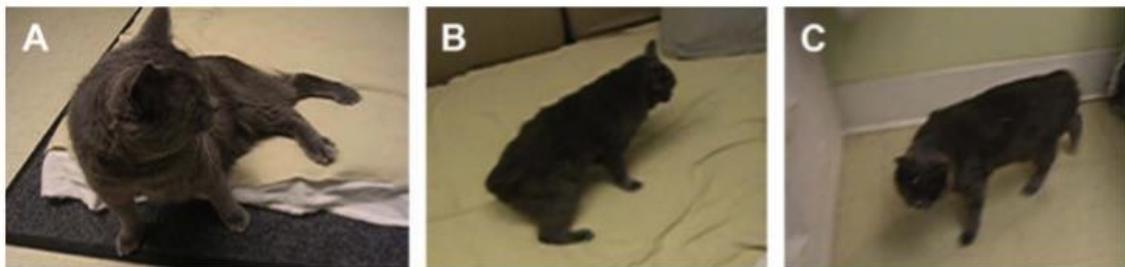


Figura 4. Evolución del animal tras el tratamiento con AC y EA. (A) Muestra al paciente pasados 10 días tras la medicación diaria con prednisolona y antes de empezar con las sesiones. En este momento, el gato presentaba deficiencias neurológicas severas incluyendo la ataxia y parálisis de las patas traseras. (B) Muestra al paciente después de la tercera sesión con AC, momento en el que empieza a dejar de estar postrado de forma permanente y a poder levantar el tercio posterior durante algunos segundos. (C) Muestra al paciente después de la quinta sesión acupuntural. El animal había recuperado la movilidad de las extremidades por completo y ya caminaba por sí solo de forma normal (Choi y Hill, 2009, p.709).

Por otro lado, el Servicio de Acupuntura de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza, ha llevado a cabo la terapia con AC y EA con una amplia variedad de pacientes caninos afectados de patología medular (Vecino et al., 1999), tal y como sucede en la hernia discal. Uno de estos casos es el de un perro de 10 años de edad, raza Pastor alemán. El animal presentaba ataxia con déficit propioceptivo en los miembros posteriores debido a varias compresiones medulares, siendo la más grave a nivel de L6-L7 y la otra, algo menos pronunciada, a nivel de T13-L1. Debido a las múltiples compresiones, el animal únicamente podía caminar arrastrando las extremidades traseras. Tras tratarse conjuntamente con AC y EA en un total de 5 sesiones, al cabo de un mes, el animal consiguió recuperar la movilidad y caminaba de nuevo como anteriormente, sin mostrar signos de recidiva durante todo el tiempo que duró el seguimiento.

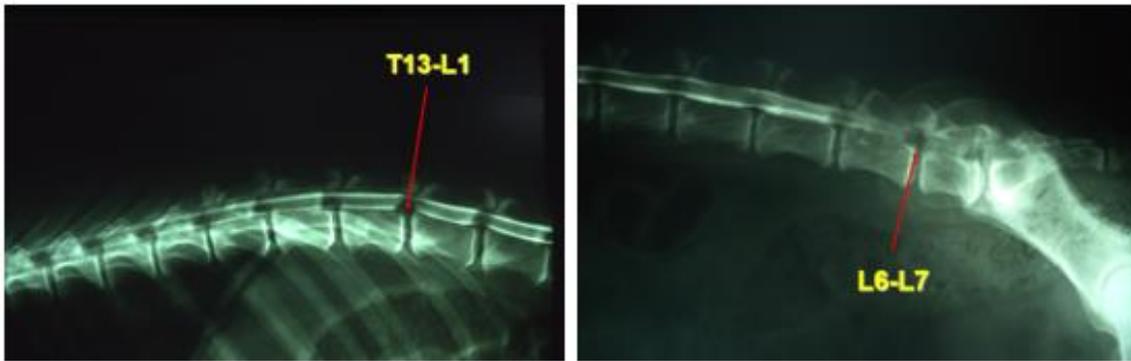


Figura 5 y 6. Mielografías correspondientes al paciente en los lugares de compresión medular. Se observa como a nivel de T13-L1 la línea de contraste ventral se estrecha, así como un bloqueo total de ésta a nivel de L6-L7 (Vecino et al., 1999, p. 72) (Imágenes cedidas por Azucena Gálvez).

Otro caso fue el de una perra, también con 10 años de edad, raza Chihuahua. Ésta no podía sostenerse sobre las patas traseras, además de presentar durante la exploración, una clara disminución de la propiocepción de la extremidad posterior derecha. Al realizar las radiografías y mielografías correspondientes, se observó una clara compresión discal a nivel de T9-10, así como la lumbarización de S1. Se aplicaron AC y EA durante 22 días, repartiendo el tratamiento en 7 sesiones, y el resultado tras este tiempo fue la recuperación total del animal. En ningún caso se empleó otro tratamiento complementario a la AC y EA, por lo que los resultados positivos tras un mes de terapia, resultaron únicamente gracias al uso de estas técnicas. Tampoco se observaron efectos secundarios no deseados.

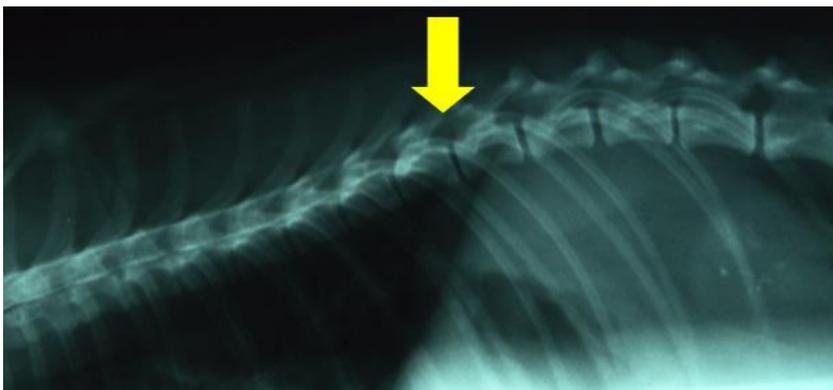


Figura 8. Mielografía correspondiente a la paciente, en la que se aprecia como a nivel de T9-T10 hay una obstrucción del contraste debido a la compresión medular por IVDD (Vecino, et al., 1999, p. 74) (Imagen cedida por Azucena Gálvez).

Se muestra otro caso, de un Bullgog Inglés de 7 meses de edad, con hernia discal cervical a nivel de C3 y C4, así como una protrusión inespecífica a nivel de C2 y C3 (Suárez, Cano y Folch,

2009). Todo ello le causaba al animal un dolor agudo en el cuello, imposibilidad de movimiento, como correr o saltar, rigidez e hiperestesia cervical. Aunque en un primer momento se opta por tratar con fármacos sumado al reposo, se observa como el animal tras dos semanas no experimenta ninguna evolución, por lo que vuelve a acudir al centro y se plantea tratarle también con AC. Tras la primera sesión, el animal ya presentaba una notable mejoría a la hora de mover el cuello. La segunda sesión se realiza al cabo de 1 semana y, tras ésta, el paciente ya no manifestaba signos de dolor a la exploración, además de caminar con normalidad y mostrar un comportamiento muy activo. Posteriormente, se realizan 6 sesiones más, cuatro de ellas semanalmente, otra a los 15 días y la última pasadas 3 semanas desde la última sesión. Los resultados son, no solo la ausencia de los síntomas iniciales con los que acudió a la clínica, sino también la sanación sin recidiva ni necesidad de medicación.

En esta otra situación, se trata de una perra mestiza de 5 años de edad, que acude a consulta tras haber sufrido accidentalmente una caída (Gálvez et al., 2001). Se observa cómo después del incidente, la propiocepción es nula en las patas traseras, presentando parálisis del tercio posterior. Al realizar una mielografía (Figura 9), se ve una compresión medular a nivel de T12-T13 debido a una protrusión discal, responsable del cuadro clínico.



Figura 9. Mielografía correspondiente a la paciente en la que se muestra el bloqueo de la línea de contraste a nivel de T12-13, correspondiente al estrechamiento medular por protrusión discal (Gálvez et al., 2001, p. 50) (Imagen cedida por Azucena Gálvez).

En este caso, se decide realizar la hemilaminectomía como tratamiento resolutivo y, tras la cirugía, es cuando se inicia el tratamiento con EA para una mejor recuperación. Se llevan a cabo 3 sesiones semanales durante los primeros 15 días, después 2 sesiones a la semana y ya, al final del tratamiento, se reduce a una sesión semanal. Los resultados son más que satisfactorios tras 7 meses de tratamiento, tiempo durante el cual el animal mejoró de manera

progresiva a medida que se le iban realizando las sesiones (Figura 10), hasta poder volver a caminar de manera normal como previamente al accidente y, además, sin tener recidiva en los años siguientes.

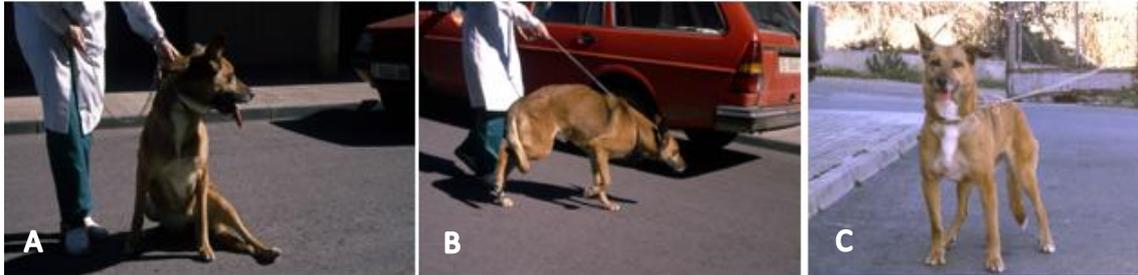


Figura 10. Evolución del caso tras el tratamiento con EA. (A) Muestra al paciente tras 2 semanas (6 sesiones). En este tiempo ya empieza a manifestar mejoría en los reflejos espinales, control de esfínteres y percepción de la sensibilidad. (B) Muestra al paciente después de 4 meses (21 sesiones). Alrededor de las 9 sesiones ya se sujetaba de pie, aunque sin alcanzar la recuperación de la propiocepción, y no es hasta realizadas las 21 sesiones que consigue salir a dar paseos cortos por los alrededores (Gálvez et al., 2001, p. 50) (C) Muestra al paciente al cabo de 1 año tras finalizar el tratamiento (24 sesiones), pudiendo caminar de manera totalmente normal y sin ninguna recidiva (Imágenes cedidas por Azucena Gálvez).

6. Discusión

Respecto a la búsqueda de trabajos científicos sobre la efectividad de la acupuntura y electroacupuntura en el tratamiento de las hernias discales, la información ha sido mucho mayor de la esperada al iniciar la revisión bibliográfica. Es por ello que, los resultados se han dividido en tres subapartados, diferenciando aquellos trabajos en los que se compara el tratamiento quirúrgico y conservador con la AC/EA, de aquellos que comparan ambas técnicas entre sí. Sin embargo, algo común en todos ellos, es la evidencia del gran beneficio que supone utilizar estas terapias en pacientes afectados de discopatía.

En el caso de los animales en los que se había realizado intervención quirúrgica, resultó que, si tras la operación se les aplicaba AC o EA, su recuperación era mucho más temprana y con una menor probabilidad de recaída, en comparación con aquellos animales a los que no se les había realizado. Por otro lado, su uso también implicaba el poder disminuir la dosis de los fármacos usados durante los días posteriores a la operación, puesto que la AC y EA ejercen un potente efecto analgésico y antiinflamatorio, sustituyendo así los efectos de los medicamentos y reduciendo su nivel en sangre. En cuanto al uso de tratamiento conservador combinado con AC o EA, resultó que aquellos que combinaron prednisona u otros medicamentos con la AC o

EA, necesitaron mucho menos tiempo para poder caminar por sí solos y recuperar las funciones neurológicas, además de presentar una menor tasa de recidiva que aquellos que únicamente recibieron terapia farmacológica. Por otro lado, en pacientes afectados de IVDD con déficits neurológicos severos, se ha podido comprobar que el éxito de la cirugía con suerte llega al 30% de los casos. Por tanto, aunque la recuperación de la función neurológica se puede conseguir ya sea mediante tratamientos quirúrgicos como a través de la AC y/o EA, podemos decir que, en muchos casos de pacientes con hernia discal, en especial cuando se tratan de grados de afección altos, los resultados obtenidos con AC y EA son, no solo comparables a los tratamientos quirúrgicos, sino incluso más satisfactorios (Janssens, 1992).

Así lo demuestra, a su vez, una comparativa de varios estudios (Tabla 4) en los que se trataron a pacientes cánidos afectados de hernia discal con distintos tipos de tratamientos, entre ellos la medicina conservadora y la cirugía, así como la acupuntura y la fisioterapia. Los resultados mostraron como la AC alcanzó la tasa de éxito más elevada de entre todas las técnicas empleadas, para cualquiera de los distintos grados de afección del IVDD, siendo hasta un 10-15% más efectiva que la cirugía en todos los casos. Por detrás de la terapia acupuntural y la opción quirúrgica, se situarían con una marcada diferencia, los métodos conservadores y la fisioterapia, siempre en los casos que constituyan el tratamiento único. Además, estas opciones terapéuticas, tanto la conservadora como la fisioterapéutica, dan lugar en muchas ocasiones a recidivas (Janssens, 1994), algo que, como ya hemos citado anteriormente, es raro que ocurra tras el uso de AC y EA.

Group	Olson (1951)	Funquist (1971)	Jadeson (1961)	Hoerlein (1964)	Denny (1978)	Hoerlein (1969)	Gambardella (1980)	Janssens (1982)
Treatment	Vit B1 = C*	S† C	P‡ C	S C	S	S C	Fast (<36 hrs)	Acupuncture
Number of patients	49	216	82	388	30	926	98	75
Grade I	S = 85% C = 50%	Equal results S = no relapses	C = 59% P = 71%	C = 24% S = 69%	100% (2 Cases)	C = 28% S = 75%		97%
Grade II		C = relapses	Relapses { C = 14% P = 0%	C = 3% S = 88%	100% (4 Cases)	C = 7% S = 88%		95%
Grade III				C = 14% S = 80%	100% (15 Cases)	C = 14% S = 80%	89.5%	85%
Grade IV	S = 80% C = 45%	No remarks	Relapses { C = 50% P = 69% C = 30% P = 4%	Not treated Hopeless	66%	Not treated Hopeless	50%	30%

* C = Conservative
† S = Surgery
‡ P = Physiotherapy

Tabla 4. Comparación del éxito obtenido en varios estudios en relación al tipo de tratamiento elegido al tratar pacientes con diversos grados de IVDD (Janssens, 1994, p. 183).

Sin embargo, sí que es cierto que, en la mayoría de estudios realizados en veterinaria y, más concretamente en perros, la muestra de pacientes de la que se parte es algo escasa, sobre todo en comparación con otros estudios equivalentes que se han llevado a cabo en medicina humana. Por este motivo, lo ideal sería poder repetir en un futuro dichos estudios con un número mayor de pacientes, con tal de poder confirmar con aún más seguridad de la que ya se tiene, los óptimos resultados obtenidos con ambas técnicas. Esta es una de las razones por las que se ha incluido el artículo de Wang (2013) en la revisión bibliográfica, ya que no solo es muy representativa la cantidad de pacientes objeto de estudio, sino que además, tras los resultados se obtuvo la mejoría del 88.9% de aquellos que fueron tratados con EA y del 71.1% de aquellos tratados con AC.

Respecto a la diferencia entre la efectividad de la AC y de la EA frente a la IVDD, tal y como han demostrado diversas investigaciones, la electroacupuntura ha resultado ser mucho más efectiva en todos los niveles. Ahora bien, se ha de tener en cuenta que el grado de efectividad de la EA está íntimamente ligado con la frecuencia e intensidad que se aplica, de manera que deberemos saber muy bien qué es lo adecuado para cada circunstancia, grado de afección y tipo de paciente. En términos generales, se ha visto que las frecuencias idóneas para el tratamiento de la IVDD, son aquellas bajas, entre 2-10 Hz, ya que favorecen la regeneración de las estructuras musculares y neurológicas. Sin embargo, eso no significa que en diversas situaciones, como en el caso de las hernias de Hansen de evolución aguda, resulte favorable emplear frecuencias más altas, entorno a 50-80 Hz, con tal de conseguir aliviar la inflamación y atenuar el dolor agudo. Al final, todo se basa en la alternancia de hercios (Hz) y amperios (A) en función de la situación y necesidades de cada animal.

Nuestro segundo objetivo era el de hallar investigaciones que confirmarán qué efectos positivos se derivan de la AC y EA. Podría decirse que ambas técnicas pueden dividirse en dos grupos terapéuticos principales. Por un lado, el de la terapia analgésica y, por otro lado, el de la curativa. Mientras que los efectos analgésicos se obtienen con AC y EA a corto plazo, la terapia curativa requiere tratamientos más a largo plazo para obtener resultados satisfactorios (Zijlstra et al., 2003).

La EA activa el sistema nervioso, inhibiendo el dolor inflamatorio y neuropático, entre algunos de ellos, y nuevamente teniendo en consideración que la frecuencia con la que apliquemos el tratamiento será clave para con lo que queremos conseguir. La EA bloquea el dolor al activar una variedad de productos químicos bioactivos a través de varios mecanismos locales y periféricos, tanto espinales como supraespinales. Sin embargo, el proceso por el cual se

adquiere el efecto analgésico es algo muy complejo. Hoy en día se sabe que, a través de las vías neuronales periféricas y zonas NAU, se inician los impulsos que envían las señales aferentes, que se transportan desde la zona de inserción de la aguja hasta el tronco del encéfalo, y desde ahí, hasta la zona cortical y subcortical del cerebro, produciendo un efecto inhibitorio para estímulos nocivos (Zhang, Wang y McAlonan, 2012). Si bien, cabe decir que los mecanismos periféricos y espinales que dan lugar a la analgesia mediante la EA se han estudiado mucho más que los mecanismos cerebrales. De hecho, no se sabe con seguridad como trabajan entre sí las diversas regiones cerebrales para inhibir el dolor (Zhang et al., 2014). A su vez, tampoco está del todo claro como consiguen activar ambas técnicas los mecanismos antiapoptóticos que suponen la recuperación de las zonas nerviosas dañadas (Quan et al., 2014). Esto denota que, aunque se han llevado a cabo numerosas investigaciones entorno a las terapias acupunturales y electroacupunturales, aún queda un largo camino para lograr comprender toda la complejidad de sus procesos.

Respecto a los efectos antiinflamatorios, cada vez quedan más corroborados sus beneficios en numerosas afecciones inflamatorias (Zijlstra et al., 2003) y además, recientemente se está descubriendo una nueva vía antiinflamatoria colinérgica como resultado de la acción de la AC sobre el organismo. Aún así, el uso de ambas técnicas en enfermedades típicas inflamatorias, sigue siendo cuestionado por muchos pese al conocimiento cada vez mayor que se tiene acerca de los mecanismos de actuación y efectos positivos derivados. Por otro lado, algunos autores afirman que es mejor que el NO disminuya tras realizar la AC. Sin embargo, múltiples estudios desvelan que el NO tiene acciones inhibitorias sobre la degranulación de los mastocitos, dando lugar a una evidente acción antiinflamatoria. En definitiva, el papel beneficioso del NO en dicho proceso tras iniciar la terapia, es todavía algo confuso y dudoso que se debe seguir investigando (Coleman, 2002).

En cuanto a su poder de neuromodulación, neuroprotección y neurogénesis, es uno de los aspectos más reveladores a tener en cuenta a la hora de tratar esta enfermedad, junto con la remodelación de la matriz extracelular. Gracias a la acción de la AC y EA, no solo se promueve la proliferación de NSC, dando lugar a una regeneración neuronal, tal y como se ha demostrado en varios estudios realizados, sino que también se ejerce un efecto neuroprotector y antiapoptótico en los discos afectados. Hay que tener en cuenta que en esta patología, la degeneración que tiene lugar en la zona afectada conlleva una disminución de la MEC, lo cual está íntimamente relacionado con el dolor y los signos clínicos que se presentan. Es por ello que su aplicación resulta tan útil, al haberse comprobado como estas terapias no solo ayudan a aumentar el contenido de MEC, sino también a su reorganización y

remodelación, dado que estimulan la expresión de las proteínas Bcl-2, antiapoptóticas y reducen la expresión de la proteína Bax, con efecto contrario. Gracias a ello, no solo pueden ayudar a evitar que el cuadro clínico progrese sino que también pueden ayudar a revertirlo.

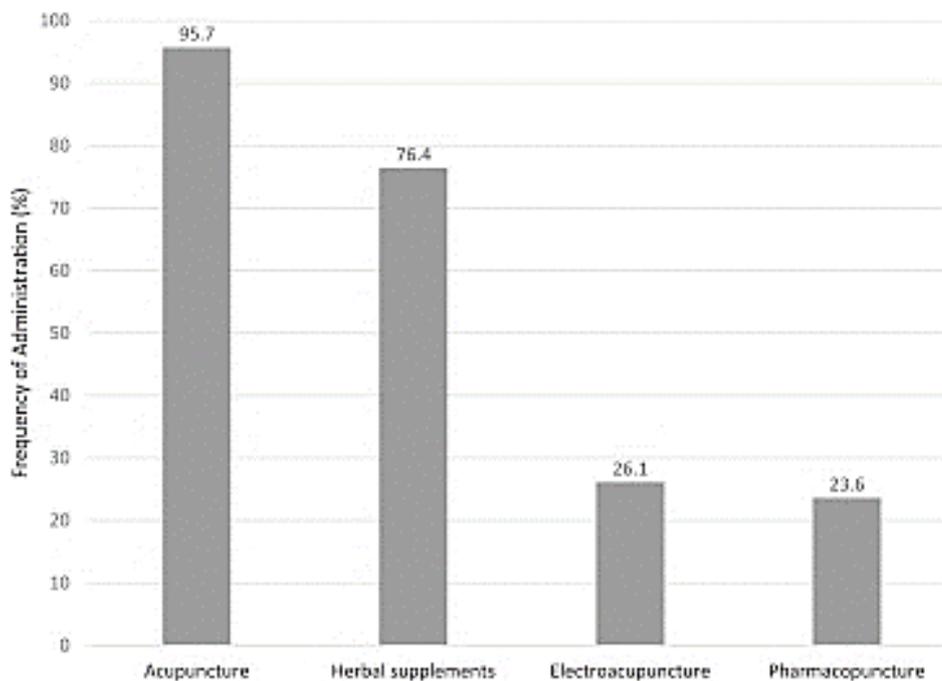
Por tanto, podemos afirmar que, tanto la AC como la EA, poseen importantes efectos analgésicos, antiinflamatorios, así como un destacado papel en la neuromodulación, la neuroprotección, la neurogénesis y la remodelación de la matriz extracelular discal. Además, se ha visto como ambas también tienen efectos beneficiosos en el sistema inmune, tanto sobre la inmunidad específica como la inespecífica, así como en la microcirculación de la zona afectada, ayudando a que haya una mejor irrigación y por ende, una exitosa reparación celular.

Por último, cabe destacar la presentación de los casos clínicos, en los que se muestran algunos ejemplos de aplicación de estas terapias en pacientes con IVDD. Este apartado se hizo por considerar interesante el poder ilustrar, de una manera más sencilla y práctica, qué ocurre al llevar a cabo el tratamiento con AC y/o EA. Y, en efecto, los resultados en todos los animales en los que se llevó a cabo, fueron más que satisfactorios. Aunque es cierto que el trabajo se centra en pacientes caninos, resulta conveniente incluir también el caso del gato con paresia y atrofia graves del tercio posterior, puesto que fue llevado a cabo por del Centro Veterinario de la Universidad de Minnesota y publicado en una revista de impacto. Además, cabe decir que, tanto el tratamiento con AC o EA, como la evolución, es muy similar en perros y gatos, ya que los mecanismos de actuación explicados con anterioridad son prácticamente los mismos.

Así bien, todos los pacientes que se muestran, pasaron de tener un grado IV o V de IVDD a poder caminar con normalidad y recuperar la movilidad, algo que en un inicio parecía casi imposible. Aunque en algunos de los casos se intentó, en primera instancia, resolver la situación administrando medicamentos como la prednisolona o mediante otros tratamientos, no fue suficientemente efectivo, razón por la que los propietarios se plantearon la AC/EA como una opción. De hecho, es interesante observar como en algunos casos la AC/EA resultó ser el tratamiento de elección para resolver la patología mientras que en otro caso en particular, se optó por realizar terapia acupuntural después de haber realizado la heminalectomía. En ambas situaciones, su uso resultó beneficioso, ya que como tratamiento complementario acortó significativamente el tiempo de recuperación del animal tras la cirugía, mientras que en el resto de casos, la AC y/o EA por sí sola, acabó resolviendo por completo los signos clínicos de la patología, dándole de nuevo al animal una buena calidad de vida. Además, en todos los casos la recuperación fue total y sin recidivas después de varios años de seguimiento.

Por otro lado, es una realidad que conforme avanzan los años los animales viven más tiempo, debido en gran parte, tanto a los avances que se han hecho en medicina veterinaria, como a la mayor concienciación y amor hacia nuestras mascotas. Es por esta razón que cada vez son más frecuentes las enfermedades neurodegenerativas asociadas a la edad, entre ellas las hernias de Hansen. Para muchos de los animales que la padecen, los tratamientos acupunturales acaban siendo su mejor alternativa y, en ocasiones, la única que tienen para vivir durante más años. Aunque es cierto que a veces la curación no es absoluta, sí que se mejora considerablemente la calidad de vida del animal, lo que supone un gran logro, tanto para él como para su propietario. Además, al tratarse de técnicas de las cuales no se ha observado ningún efecto adverso, se considera algo muy positivo en cuanto a su aplicación. De hecho, cada vez más propietarios se deciden a tratar a sus mascotas con estas terapias.

Un estudio en el que se recogieron 161 casos derivados al Servicio de Medicina Integrada (SMI) del Veterinary Teaching Hospital (VTH) de Florida, concluyó como la AC fue claramente la técnica más empleada, seguida de la fitoterapia, la electroacupuntura y la fármacopuntura (Gráfica 1) (Shmalberg, Xie y Memon, 2019).



Gráfica 1. Porcentaje de aplicación de acupuntura, fitoterapia, electroacupuntura y fármacoacupuntura, en pacientes, tanto caninos como felinos, remitidos al servicio de medicina integrada del VTH de Florida (Shmalberg, Xie y Memon, 2019, p. 162).

Estos datos fueron recogidos tras 2 años consecutivos analizando las consultas recibidas en el SMI del VTH. Asimismo, durante el estudio se vio como los perros fueron tratados con más

frecuencia mediante estas terapias que los gatos, siendo el porcentaje de un 91,9% frente a un 8,1%. Por otro lado, dentro de las patologías por las que los pacientes caninos acudían a recibir el tratamiento se encontraban, en primer lugar, las de tipo osteomuscular y muy seguidamente, las de tipo neurológico. Sin embargo, aunque esto muestra una mayor aplicación de la AC frente a la EA, es cierto que no se puede generalizar, ya que el uso de una terapia u otra varía en función del paciente a tratar, así como de los recursos de los que dispone cada centro o acupuntor. Es por ello que, ninguna es necesariamente mejor que otra, sino que simplemente se debe ajustar su uso a las necesidades y situación patológica del animal, constituyendo ambas una clara alternativa para sustituir o acompañar a aquellos procedimientos que más comunmente conocemos, como son la cirugía o la terapia médica.

Tal y como mencionó la OMS en 1979 tras haber asistido a un seminario en Pekín sobre acupuntura (Vecino y Bonafonte, 1997), podemos decir que “La acupuntura ciertamente no es una panacea para todas las enfermedades; pero el claro peso de las evidencias demanda que la acupuntura sea considerada seriamente como un procedimiento clínico de valor sustancial”. Si bien tiempo atrás se pensaba que funcionaba mediante efecto placebo, las respuestas generadas, tanto en animales como en humanos, así como la gran cantidad de artículos con evidencias científicas que se han publicado, han descartado esta posibilidad, puesto que la efectividad resulta ser más que notable y objetiva, y es por ello que la OMS la avala y el Instituto Nacional para la Salud de EE.UU reconoce desde 1997 sus beneficios en múltiples enfermedades, siendo la enfermedad que nos atañe una de ellas (Collazo, 2012).

7. Conclusiones

- ❖ Los resultados obtenidos permiten concluir que existe un amplio contenido con validez científica sobre la efectividad de la AC y EA en el tratamiento de las hernias discales.
- ❖ Estudios muestran que la AC y la EA fueron más efectivas que la cirugía descompresiva para recuperar la deambulación y la deficiencia neurológica en perros con problemas neurológicos graves no recientes. También se demostró que la cirugía junto con EA fue más efectiva que la cirugía por sí sola, con una rehabilitación más rápida y un menor uso de fármacos durante el postoperatorio.
- ❖ La recuperación de la función neurológica es notablemente mejor utilizando AC y EA junto con el tratamiento médico que si se usa solo medicación, necesitando menos tiempo para caminar por sí solos y para recuperar la percepción del dolor profundo. También disminuyen las recidivas, el dolor toracolumbar y la deambulación errante.

- ❖ Tanto la AC como la EA, ofrecen muy buenos resultados a la hora de tratar la IVDD. Sin embargo, la EA ha mostrado ser más efectiva en todos los aspectos.
- ❖ Existen varios tipos de efectos positivos de la AC y EA en el tratamiento de las hernias discales, que pueden resumirse en:
 - Efectos analgésicos por diferentes vías: local, espinal y supraespinal.
 - Efectos antiinflamatorios.
 - Efectos neuromoduladores, neuroprotectores y estimulantes de la neurogénesis.
 - Efectos remodeladores de la matriz extracelular discal.
- ❖ La AC y EA promueven la proliferación de NSC, dando lugar a una regeneración neuronal, además de proporcionar un efecto antiapoptótico.
- ❖ La terapia con EA aumenta el contenido de MEC del disco intervertebral e induce a su reorganización y remodelación, además de impedir su degeneración y apoptosis celular.
- ❖ La AC y EA tienen efectos beneficiosos sobre el sistema inmune y sobre la microcirculación de la zona dañada, promoviendo la formación de microvasos que ayudan a conseguir una exitosa reparación celular.
- ❖ La aplicación clínica de la AC y EA en el tratamiento de hernias discales produce un buen control del dolor e inflamación y la mejoría o completa curación de las deficiencias neurológicas.
- ❖ Cada vez más propietarios de perros optan por la AC para tratar las afecciones de sus mascotas, especialmente cuando se trata de patologías osteomusculares y neurológicas.
- ❖ No se observan efectos secundarios indeseables derivados de la aplicación de la AC o EA y, además, los animales aceptan bien el tratamiento.

Conclusions

- ❖ The results allowed to conclude that there is a broad content with scientific validity on the effectiveness of AC and EA in the treatment of herniated discs.
- ❖ Some studies found that AC and EA was more effective than decompressive surgery in recovering ambulation and neurological deficiency in dogs with non-recent severe neurological problems. Surgery along with electroacupuncture was also shown to be more effective than just surgery, with faster rehabilitation and less use of drugs during the postoperative period.

- ❖ Recovery of neurological function is markedly better using AC and EA in conjunction with medical treatment than only the use of medication, requiring less time to walk on their own and to regain perception of deep pain. They also decrease recurrences, thoracolumbar pain and wandering.
- ❖ Both of them, AC and EA, offer very good results when treating IVDD. However, EA has been shown to be more effective in all aspects.
- ❖ There are several types of positive effects of AC and EA in the treatment of herniated discs, which can be summarized as:
 - Analgesic effects by different routes: local, spinal and supra-spinal.
 - Anti-inflammatory effects.
 - Neuromodulatory, neuroprotective and stimulatory effects of neurogenesis.
 - Remodeling effects of the extracellular disc matrix.
- ❖ AC and EA promotes the proliferation of NSC, leading to neuronal regeneration, in addition to providing an anti-apoptotic effect.
- ❖ EA therapy increases the MEC content of the intervertebral disc and induces its reorganization and remodeling, in addition to preventing its degeneration and cell apoptosis.
- ❖ AC and EA have beneficial effects on the immune system and on the microcirculation of the damaged area, promoting the formation of microvessels that help achieve successful cell repair.
- ❖ The clinical application of AC and EA in the treatment of herniated discs produces good pain control and the improvement or complete cure of neurological deficiencies.
- ❖ More and more dog owners are choosing AC to treat their pets conditions, especially when it comes to musculoskeletal diseases as well as neurological.
- ❖ There are no undesirable side effects from the application of AC or EA. Furthermore, the treatment is well accepted by animals.

8. Valoración personal

Haber realizado este trabajo me ha permitido ampliar mis conocimientos en varios campos. Para empezar, ha sido muy útil recordar y volver a comprender lo entramado que es el sistema nervioso y la cantidad de componentes que lo forman. De hecho, al tratarse de una enfermedad con gran probabilidad de afección neurológica la hace, en mi opinión, algo más compleja por este motivo. Además, también me ha servido para recordar los diversos mecanismos que tiene el organismo de reaccionar frente al dolor y me resulta muy

prometedor como la acupuntura y electroacupuntura han demostrado ser una manera eficaz de luchar frente a él y paliarlo en la medida de lo posible.

A su vez, también he debido mejorar mi capacidad de búsqueda, selección y síntesis, con tal de extraer lo fundamental y más interesante de cada artículo, libro, estudios realizados, etc. He quedado sorprendida de la cantidad de información acerca de este tema de estudio, del cual no estaba segura que se hubieran realizado muchas investigaciones a nivel científico. Sin embargo, es justamente lo contrario, ya que continuamente se van incorporando nuevos estudios, lo que implica que cada día se sepa algo más acerca de ambas técnicas y de su relación a la hora de tratar las patologías.

Considero un factor muy importante el haber aprendido a citar correctamente, diferenciando las distintas maneras de hacerlo, en función de si se trata de un artículo de revista, un fragmento de un libro o una página web, entre algunos ejemplos. Lo cierto es que es algo que no suele enseñarse como tal durante nuestra formación y que resulta elemental para futuros proyectos que podamos realizar tras finalizar el grado.

Por otro lado, he encontrado un hecho muy curioso la manera que tiene la acupuntura de tratar las afecciones y el enfoque de las mismas, puesto que a diferencia de a lo que estamos habituados, esta ciencia divide al organismo en meridianos y acupuntos, en lugar de en sistemas y aparatos. Así bien, estas terapias más bien establecen un concepto de sistemas orgánicos-funcionales, en el que cada componente del cuerpo, por ínfimo que sea, está relacionado con el resto, y viceversa, englobando además en este término factores como las emociones o el clima. Esta forma de considerar las enfermedades ha sido de los aspectos que más ha llamado mi atención, ya que a pesar de ser un método totalmente distinto a nuestra manera de considerar la medicina, ha quedado más que evidenciada su efectividad.

Al leer acerca de estas técnicas de la MTC que se remontan a tantos años atrás, uno se da cuenta de que, además de ser un complemento muy útil para las terapias empleadas habitualmente, a veces, pueden constituir el tratamiento intrínseco, llegando a resolver con gran éxito la afección. Puede ser el caso de pacientes demasiado geriátricos como para que tenga éxito una intervención quirúrgica. En ellos, la AC y EA pueden ser la solución para atenuar los signos de la enfermedad e incluso lograr que ésta llegue a remitir, permitiéndoles tener una buena calidad de vida durante varios años más. También es el caso de propietarios que prefieren optar por métodos resolutivos menos agresivos, y mediante los cuales pueden conseguir efectos más que notorios a medida que avanzan las sesiones.

Por último, señalar que la acupuntura y electroacupuntura son opciones terapéuticas realmente complejas pero a la vez muy interesantes, para la cual el veterinario debe tener un amplio conocimiento, con la distinción de que están presentes muchos conceptos que distan de la medicina oriental tal y como la conocemos. Por suerte, es un hecho que ambas son técnicas cada vez más reconocidas y valoradas, tanto en medicina humana como en medicina veterinaria, cuyo auge sigue en aumento a día de hoy y de las que cada vez se sabe un poco más.

9. Agradecimientos

Agradecer en especial a Azucena Gálvez Torralba, mi tutora, por toda la orientación académica que me ha proporcionado durante la elaboración del trabajo, así como por toda la dedicación y tiempo que ha depositado para con éste. También me gustaría darle las gracias por su cercanía y por la posibilidad de haber asistido a diversas sesiones de electroacupuntura, lo cual ha sido muy distinto del resto de prácticas en clínica que habitualmente solemos hacer, y que han resultado de lo más gratificantes.

10. Bibliografía

American College of Rheumatology (2020). American College of Rheumatology. Disponible en: <https://www.rheumatology.org/I-Am-A/Patient-Caregiver/Tratamientos/AINEs> [Consultado: 23-10-2019].

Arthritis Foundation (2016). Arthritis Foundation. Disponible en: <http://espanol.arthritis.org/espanol/tratamientos/medicamentos/medicamentos-por-enfermedad/medicamentos-corticosteroides/> [Consultado: 23-10-2019].

Barranco Cabezudo, I., Bartolomé Medina, E. y Díez de Castro, E. (2018). "*Estudio de la hernia de disco en el perro*". Disponible en: <http://odont.info/hernia-discal-cervical.html> [Consultado: 23-10-2018].

Belshaw Z., Asher L. y Dean, R. (2016). "The attitudes of owners and veterinary professionals in the United Kingdom to the risk of adverse events associated with using non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) to treat dogs with osteoarthritis". *Preventive veterinary medicine*, 131(13), pp. 121–126. DOI:10.1016/j.prevetmed.2016.07.017.

Bonafonte Zaragozano, J. I. (1997). "Capítulo 28. Afección de los discos intervertebrales".

En: Sánchez - Valverde, M. A. *Traumatología y ortopedia de pequeños animales*. Murcia: McGraw-Hill Interamericana, pp. 367-403.

Choi, K. H. y Hill, S. A. (2009). "Acupuncture treatment for feline multifocal intervertebral disc disease". *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 11(8), pp. 706–710. DOI: 10.1016/j.jfms.2008.11.013.

Coleman, J. W. (2002). "Nitric oxide: A regulator of mast cell activation and mast cell-mediated inflammation", *Clinical and Experimental Immunology*, 129(1), pp. 4–10. DOI: 10.1046/j.1365-2249.2002.01918.x.

Collazo, E. (2012). "Fundamentos actuales de la terapia acupuntural". *Revista de la Sociedad Española del Dolor*, 19(6). Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1134-80462012000600007 [Consultado: 31-03-2020].

Fan, Q., Cavus, O., Xiong, L. y Xia Y. (2018). "Spinal Cord Injury: How Could Acupuncture Help?". *Journal of Acupuncture and Meridian Studies*, 11(4), pp. 124–132. DOI: 10.1016/j.jams.2018.05.002.

Fry, L. M., Neary, S. M., Sharrock, J. y Rychel, J. K. (2014). "Acupuncture for analgesia in veterinary medicine". *Topics in Companion Animal Medicine*, 29(2), pp. 35–42. DOI: 10.1053/j.tcam.2014.03.001.

Fossum, T. W. (2019). *Cirugía en pequeños animales*. (5ª ed.). Lugar de publicación: Barcelona, Elsevier.

Gálvez, A., Vecino, J. A., Labodia, A., Sopena, J., Mazo, R., Bonafonte, J. I, Sever, R. y White, A. (2001). "Rehabilitación posquirúrgica de las parálisis en el perro aplicando electroacupuntura". *Argos*, 26, pp. 50–51.

Groppetti, D., Pecile, A. M., Sacerdote, P., Bronzo, V. y Ravasio, G. (2011). "Effectiveness of electroacupuncture analgesia compared with opioid administration in a dog model: a pilot study". *British journal of Anaesthesia*, 107(4), pp. 612-618. DOI: 10.1093/bja/aer199.

Han, H. J., Yoon, H. Y., Kim, J. Y., Jang, H. Y., Lee, B., Choi, S. H. y Jeong, S. W. (2010). "Clinical effect of additional electroacupuncture on thoracolumbar intervertebral disc herniation in 80 paraplegic dogs". *American Journal of Chinese Medicine*, 38(6), pp. 1015–1025. DOI: 10.1142/S0192415X10008433.

Hayashi, A., Matera, J.M. y Brandão de Campos, A. (2007). "Evaluation of electroacupuncture treatment for thoracolumbar intervertebral disk disease in dogs". *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 231(6), pp. 913–918. DOI: 10.2460/javma.231.6.913.

Huang, G. F., Zou, J., Shi, J., Zhang, D. Y., Peng, H. F., Zhang, Q., Gao, Y., Wang, B. Y. y Zhang, T. F. (2015). "Electroacupuncture Stimulates Remodeling of Extracellular Matrix by Inhibiting Apoptosis in a Rabbit Model of Disc Degeneration". *Evidence Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015(ID386012), pp. 1-9. DOI: 10.1155/2015/386012.

Janssens, L. A. A. (1994). "Acupuncture for thoracolumbar and cervical disease". En: Schoen, A. M. *Veterinary Acupuncture. Ancient Art to Modern Medicine*. EE.UU.: Mosby, p. 183.

Janssens, L. A. A. (1992). "Acupuncture for the treatment of thoracolumbar and cervical disc disease in the dog". *Problems in veterinary medicine*, 4(1), pp. 107–116. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1581646> [Consultado: 12-03-2020].

Jiang, D. X., Lu, Z. S, Li, G. B, Sun, S. Y., Mu, X., Lee, P. y Chen, W. (2015). "Electroacupuncture improves microcirculation and neuronal morphology in the spinal cord of a rat model of intervertebral disc extrusion", *Neural Regeneration Research*, 10(2), pp. 237–247. DOI: 10.4103/1673-5374.152377.

Jiang, S. H, Tu, W. Z., Zou, E. M., Hu, J., Wang, S., Li, J. R., Wang, W. S., He, R., Cheng, R. D. y Liao, W. J. (2014). "Neuroprotective Effects of Different Modalities of Acupuncture on Traumatic Spinal Cord Injury in Rats". *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 2014(ID431580), pp. 1-9. DOI: 10.1155/2014/431580.

Joaquim, J. G. F., Luna, S. P. L., Brondani, J. T., Torelli, S. R, Rahal, S. C. y Freitas, F. D. (2010). "Comparison of decompressive surgery, electroacupuncture, and decompressive surgery followed by electroacupuncture for the treatment of dogs with intervertebral disk disease with long-standing severe neurologic deficits". *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 236(11), pp. 1225–1228. Disponible en: <https://www.veterinairepetcare.com/wp-content/uploads/2018/10/jean-joaquim-electroacp-for-canine-ivdd.pdf> [Consultado: 13-03-2020].

Kroemer, G. (1999). "Mitochondrial control of apoptosis: An overview". *Biochemical Society Symposium*, (66), pp. 1–15. DOI: 10.1042/bss0660001.

Laitinen, O. M. y Puerto, D. A. (2005). "Surgical decompression in dogs with thoracolumbar intervertebral disc disease and loss of deep pain perception: A retrospective study of 46 cases". *Acta Veterinaria Scandinavica*, 46(79), pp. 79–85. DOI: 10.1186/1751-0147-46-79.

Lee, J. A., Jeong, H. J., Park, H. J., Jeon, S. y Hong, S. U. (2011). "Acupuncture accelerates wound healing in burn-injured mice". *Burns*, 37(1), pp. 117–125. DOI: 10.1016/j.burns.2010.07.005.

Liao, J., Zhang, L., Ke, M. G. y Xu, T. (2013). "Effect of electroacupuncture intervention on expression of extracellular matrix collagen and metabolic enzymes". *Zhen Ci Yan Jiu*, 38(6), pp. 441-510. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24579357/> [Consultado: 12-02-2020]

Lin, S. C. y Chen, F. P. (2019). "Comparison of Acupuncture and Electroacupuncture for the Treatment of Dogs with Thoracolumbar Intervertebral Disc Disease: a Randomized Controlled Trial". *International journal of Veterinary and Animal Medicine*, 2(1), pp. 1-5. DOI: 10.31021/ijvam.20192118.

Ma, W. Z., Zhang, Y. M, Yuan, H. y Wang, W. Y. (2011). "Effects of balance-acupuncture stimulation of “back pain” and “hip pain” points on plasma beta-endorphin and ACTH contents in rats with lumbar disc herniation". *Zhen Ci Yan Jiu*, 36(5), pp. 357–360. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22073888> [Consultado: 31-03-2020].

McDonald, J. L., Cripps, A. W. y Smith, P. K. (2015). "Mediators, Receptors, and Signalling Pathways in the Anti-Inflammatory and Antihyperalgesic Effects of Acupuncture", *Acupuncture and Immunity*, 2015(975632), pp. 1-10. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/ecam/2015/975632/> [Consultado:26-04-2020]

Mousa, S. A., Bopaiah, C. P., Ritcher, J. F., Yamdeo, R. S. y Schäfer, M. (2007). "Inhibition of inflammatory pain by CRF at peripheral, spinal and supraspinal sites: Involvement of areas coexpressing CRF receptors and opioid peptides". *Neuropsychopharmacology*, 32(12), pp. 2530–2542. DOI: 10.1038/sj.npp.1301393.

Quan, R. F., Chen, R. L., Du, M. X., Zhang, L., Xu, J. W., Yang, Z. B. y Yang, D. S. (2014). "Anti-Apoptotic Signal Transduction Mechanism of Electroacupuncture in Acute Spinal Cord Injury". *Acupuncture in Medicine*, 32(6), pp. 463–471. DOI: 10.1136/acupmed-2014-010526.

Raud, J., Lundeberg, T., Brodda-Jansen, G., Theodorsson, E. y Hedqvist, P. (1991). "Potent

anti-inflammatory action of calcitonin gene-related peptide". *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 180(3), pp. 1429–1435. DOI: 10.1016/S0006-291X(05)81356-7.

Roynard, P., Frank, L., Xie, H. y Fowler, M. (2018). "Acupuncture for Small Animal Neurologic Disorders". *The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice*, 48(1), pp. 201–219. DOI: 10.1016/j.cvsm.2017.08.003.

Sharp, N. J. H. y Wheeler, S. J. (2006). *Trastornos vertebrales de pequeños animales. Diagnóstico y cirugía*. (1ª ed.) Madrid: Elsevier.

Shmalberg, J., Xie, H. y Memon, M. A. (2019). "Canine and Feline Patients Referred Exclusively for Acupuncture and Herbs: A Two-Year Retrospective Analysis". *Journal of Acupuncture and Meridian Studies*, 12(5), pp. 160–165. DOI: 10.1016/j.jams.2019.04.002.

Suárez, M., Cano, M. y Folch, A. (2009). "Empleo de la acupuntura en un caso de hernia discal en un Bulldog". *Clínica veterinaria de pequeños animales. Revista Oficial de AVEPA*, 29(4), p. 267. Disponible en: https://www.avepa.org/pdf/revista_cientifica/num4-2009.pdf [Consultado: 04-05-2020]

Sumano L., H. y López B., G. (1990). *Acupuntura veterinaria*. México D.F.: McGraw-Hill Interamericana.

Vecino Ferrer, J. A. y Bonafonte Zaragoza, J. I. (1997). "Capítulo 30. Fisioterapia y rehabilitación". En: Sánchez - Valverde, M. A. *Traumatología y ortopedia de pequeños animales*. Murcia: McGraw-Hill Interamericana, pp. 410–411.

Vecino, J. A., Gálvez, A., Bonafonte, J. I., Whyte, A., Labodía, A., Sopena, J. y Mazo, R. (1999). "Tratamiento conservador de las compresiones medulares por medio de la acupuntura". *Pequeños animales*, 20, pp. 71–75.

Wang, Y. L. (2013). "Observation on the therapeutic effect of lumbar disc herniation treated with different acupuncture therapies". *Zhongguo Zhen Jiu*, 33(7), pp. 605–8. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24032192> [Consultado: 25-10-2019].

Wang, X. X., Li, Y. C., Ma, X. P. y Han, Z. C. (2009). "Effects of electroacupuncture at Jiaji (EX-B 2) on extracellular matrix MMP-1, MMP-3 and TIMP-1 levels in the degenerated cervical intervertebral disc in rats". *Zhen Ci Yan Jiu*, 34(4), pp. 248–251. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19916288/> [Consultado: 08-07-2020]

Wei, Z., Wang, Y., Zhao, W. y Schachner, M. (2017). "Electro-Acupuncture Modulates L1

Adhesion Molecule Expression after Mouse Spinal Cord Injury". *American Journal of Chinese Medicine*, 45(1), pp. 37–52. DOI: 10.1142/S0192415X17500045.

Wei, Z., Zhao, W. y Schachner, M. (2018). "Electroacupuncture restores locomotor functions after mouse spinal cord injury in correlation with reduction of PTEN and p53 expression". *Frontiers in Molecular Neuroscience*, 11(411), pp. 1-12. DOI: 10.3389/fnmol.2018.00411.

Yang, C. H., Yoon, S. S., Hansen, D. M., Wilcox, J. D., Blumell, B. R., Park, J. J. y Steffensen, S. C. (2010). "Acupuncture inhibits GABA neuron activity in the ventral tegmental area and reduces ethanol self-administration". *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 34(12), pp. 2137–2146. DOI: 10.1111/j.1530-0277.2010.01310.x.

Yaprak, M. (2008). "The axon reflex". *Neuroanatomy*, 2008(7), pp. 17–19. Disponible en: http://www.neuroanatomy.org/2008/017_019.pdf [Consultado: 04-05-2020]

Zhang, Y. T., Jin, H., Wang, J. H., Wen, L. Y., Yang, Y., Ruan, J. W., Zhang, S. X., Ling, E. A., Ding, Y. y Zeng, Y. S. (2017). "Tail Nerve Electrical Stimulation and Electro-Acupuncture Can Protect Spinal Motor Neurons and Alleviate Muscle Atrophy after Spinal Cord Transection in Rats". *Neural Plasticity*, 2017(7351238), pp. 1-11. DOI: 10.1155/2017/7351238.

Zhang, R. X., Lao, L. X., Ren, K. y Berman, B. M. (2014). "Mechanisms of acupuncture-electroacupuncture on persistent pain". *Anesthesiology*, 120(2), pp. 482–503. DOI: 10.1097/ALN.000000000000101.

Zhang, R. X., Lao, L. X., Wang, X. Y., Fan, A., Wang, L. B., Ren, K. y Berman, B. M. (2005). "Electroacupuncture attenuates inflammation in a rat model". *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 11(1), pp. 135–142. DOI: 10.1089/acm.2005.11.135.

Zhang, Z. J., Wang, X. M. y McAlonan, G.M. (2012). "Neural Acupuncture Unit: A New Concept for Interpreting Effects and Mechanisms of Acupuncture". *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 2012(429413). Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/ecam/2012/429412/> [Consultado: 3-04-2020]

Zijlstra, F. J., van den Berg-de Lange, I., Huygen, F. J. P. M. y Klein J. (2003). "Anti-inflammatory actions of acupuncture". *Mediators of inflammation*, 12(2), pp. 59-69. DOI: 10.1080/0962935031000114943.