



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

MANEJO CLÍNICO-QUIRÚRGICO DE UN CANINO CON TRAUMA  
MEDULAR AGUDO A NIVEL CERVICAL REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y  
CASO CLÍNICO INTEGRADOR

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE MÉDICA VETERINARIA  
ZOOTECNISTA

PRESENTA:

MIRIAM TREJO NABTÉ

ASESOR: MVZ DAVID RAMÍREZ MARTÍNEZ

COASESOR: MVZ JUAN MIGUEL IBARRA MENDOZA

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO, 2016



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES-CUAUTITLÁN

ASUNTO: VOTO APROBATORIO

M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN  
PRESENTE

ATN: M. en A. ISMAEL HERNÁNDEZ MAURICIO  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos La Tesis:

MANEJO CLÍNICO-QUIRÚRGICO DE UN CANINO CON TRAUMA MEDULAR AGUDO A NIVEL CERVICAL  
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y CASO CLÍNICO INTEGRADOR

Que presenta la pasante: MIRIAM TREJO NABTE

Con número de cuenta: 30728869-5 para obtener el Título de: Médica Veterinaria Zootecnista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE

“POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU”

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 15 de abril de 2016.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
<b>PRESIDENTE</b>	Dr. José Gabriel Ruíz Cervantes	
<b>VOCAL</b>	M.V.Z. Carlos Javier González López	
<b>SECRETARIO</b>	M.V.Z. David Ramírez Martínez	
<b>1er SUPLENTE</b>	M.V.Z. Guadalupe Flores Ortiz	
<b>2do SUPLENTE</b>	M. en C. Ana María Hernández Villalobos	

NOTA: Los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

En caso de que algún miembro del jurado no pueda asistir al examen profesional deberá dar aviso por anticipado al departamento.  
(Art 127 REP)

IHM/ntm\*

## AGRADECIMIENTOS

*Agradezco a mi familia la confianza y el apoyo brindado durante todo este tiempo, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me han demostrado su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos.*

*Este nuevo logro es en gran parte gracias a ustedes, he logrado concluir con éxito un proyecto que en un principio pareció una tarea difícil e interminable, pero que gracias a Dios salí adelante aun cuando las cosas se llegaron a complicar.*

*Gracias Tata por todo el esfuerzo y sacrificio que realizaste para brindarme todo lo que estuvo en tus manos, por tus tantas maneras de demostrarme que me amas y estar siempre pendiente de mi, te admiro porque a pesar de los momentos difíciles siempre estas luchando por nosotras. Te amo **mucho mamá....***

*A mi querida Maita, tú eres la persona que siempre está dándome ánimos para continuar y no desistir, tarea difícil conmigo, gracias por tu paciencia, por estar a mi lado cuando lo necesito, por todas tus palabras para mis tristezas, para mis miedos, para los buenos y malos momentos, por no dejarme caer, por rescatarme a diario si me siento pérdida o cuando todo va mal y no encuentro salida, **por ayudarme a cumplir mis estudios, me siento orgullosa de ser tu hija...***

*A mi tía que siempre me apoya cada vez que la busco, que siempre ha tenido un consejo para mí, que al igual que mi mamá me sabe alentar para que siga echándole ganas, por su carisma para **sacarme una sonrisa, y por sus abrazos que aligeran las penas, te quiero mucho Chochi...***

*A mis primos Gaby y Erick con los que he crecido y prácticamente los veo como hermanos, gracias por la convivencia y porque a pesar de los momentos desagradables y una que otra discusión nos **mantenemos unidos. Los quiero mucho...***

*A las personas que ya no están hoy conmigo también les dedico este trabajo con mucho cariño, papá Guty y tío Alfonso cada triunfo que logre en la vida serán suyos también...*

*A mí querido vida que sin duda alguna tú fuiste mi inspiración y el mayor motivo que tuve para realizar esta tesis, le doy gracias a Dios por haberme permitido tenerte como mi mascota, y aunque tu partida me destrozó el corazón, se que siempre te llevare conmigo. Te ame desde el primer día que te vi y te seguiré **amando el resto de mis días...***

*Al Doc. David Ramírez Martínez gracias por haber aceptado ser mi asesor de tesis y por todo su **apoyo brindado...***

*Al Profe Carlos J. González muchas gracias porque siempre tuvo el tiempo disponible cuando yo lo necesitaba, por toda su ayuda y paciencia que me ha tenido, por todos sus consejos, por sus ánimos para motivarme a continuar con este trabajo, por reconocer mi esfuerzo en todo momento, por sus enseñanzas, y por **hacerme reír aun en los momentos desagradables...***

*A mis amigos que son realmente pocos pero que de igual manera han estado en este largo proceso de culminar mi carrera profesional, gracias por esas risas, por todos los momentos gratos que me hacen pasar y por esa amistad incondicional que me han demostrado a todo momento...*

## ÍNDICE

I.	Resumen.....	1
II.	Introducción.....	2
III.	Antecedentes.....	5
IV.	Justificación.....	5
V.	Objetivos.....	6
VI.	Metodología.....	6
VII.	Marco Teórico.....	7
1.	<b>Anatomía y Fisiología de la columna vertebral y cordón medular.....</b>	<b>7</b>
1.1	Descripción de vertebras cervicales.....	7
1.2	Articulaciones vertebrales.....	9
1.3	Ligamentos de la columna vertebral.....	10
1.4	Miología de la columna vertebral.....	11
1.5	Medula espinal.....	14
1.5.1	Estructura de la médula espinal.....	15
1.5.2	Meninges.....	16
1.5.3	Estructura funcional.....	16
1.5.4	Vascularización de la médula espinal.....	18
2.	<b>Fisiopatología de trauma medular agudo.....</b>	<b>19</b>
2.1	Discopatía cervical.....	19
2.1.1	Hansen tipo I.....	19
2.1.2	Hansen tipo II.....	20
2.2	Lesión primaria.....	21
2.3	Lesión secundaria.....	21
2.4	Lesión en el segmento cervical.....	23
3.	<b>Examen neurológico orientado a la lesión medular.....</b>	<b>23</b>
3.1	Exploración de la motricidad y postura.....	24
3.1.1	Actitud en estación.....	24
3.1.2	Actitud en marcha.....	24
3.1.3	Alteraciones de la marcha.....	24
3.1.4	Actitud en decúbito.....	25
3.2	Reacciones posturales.....	27
3.2.1	Propiocepción.....	27
3.2.2	Prueba de carretilla.....	28
3.2.3	Prueba de salto.....	28
3.2.4	Prueba táctil y visual.....	28
3.2.5	Prueba extensora de empuje.....	29
3.2.6	Prueba de hemimarcha- hemiestación.....	29
3.3	Exploración de los reflejos espinales.....	30
3.3.1	Reflejos del miembro torácico.....	31
3.3.1.1	Reflejo bicipital.....	31

3.3.1.2	Reflejo tricipital.....	31
3.3.1.3	Reflejo extensor carporadial.....	32
3.3.1.4	Reflejo flexor o de retirada.....	32
3.3.2	Reflejos del miembro pelviano.....	32
3.3.2.1	Reflejo tibialcraneal.....	32
3.3.2.2	Reflejo gastrocnemio.....	33
3.3.2.3	Reflejo patelar.....	33
3.3.2.4	Reflejo flexor o de retirada.....	33
3.4	Evaluación del ano y cola.....	34
3.5	Reflejos Especiales.....	34
3.5.1	Reflejo de babinsky.....	34
3.5.2	Reflejo extensor cruzado.....	35
3.5.3	Reflejo cutáneo del tronco.....	35
3.6	Sensibilidad.....	36
4.	<b>Diagnóstico por imagen.....</b>	<b>37</b>
4.1	Radiografía simple.....	37
4.2	Mielografía.....	39
4.3	Tomografía.....	43
4.4	Resonancia magnética.....	44
5.	<b>Tratamiento médico.....</b>	<b>45</b>
6.	<b>Tratamiento no quirúrgico.....</b>	<b>48</b>
7.	<b>Tratamiento quirúrgico.....</b>	<b>49</b>
7.1	Manejo pre-quirurgico del paciente.....	51
7.2	Manejo pos-quirurgico del paciente.....	52
7.3	Instrumental.....	53
7.4	Cerclaje y hemicerclaje.....	54
7.5	Cirugía del segmento cervical.....	54
8.	<b>Rehabilitación y Fisioterapia.....</b>	<b>63</b>
8.1	Finalidad de la rehabilitación y fisioterapia.....	64
8.2	Indicaciones de su aplicación.....	64
8.3	Hidroterapia.....	65
8.4	Propiedades físicas del agua.....	65
8.5	Efectos fisiológicos de la hidroterapia.....	67
8.6	Beneficios terapéuticos de la hidroterapia.....	68
8.7	Casos indicados para hidroterapia.....	69
8.8	Contraindicaciones de la hidroterapia.....	69
8.9	Consideraciones para hidroterapia.....	69
VIII.	<b>Presentación de un caso clínico.....</b>	<b>70</b>
	Introducción.....	70
	Justificación.....	70
	Reseña e historia clínica.....	71
	Examen neurológico.....	71

Lista de problemas.....	72
Lista maestra o refinada.....	72
Diagnostico diferencial.....	72
Diagnostico presuntivo.....	72
Plan diagnostico.....	73
Tratamiento médico-quirúrgico.....	74
Seguimiento del caso.....	78
IX. <b>Discusión del caso</b> .....	82
X. <b>Conclusiones</b> .....	84
XI. <b>Referencias</b> .....	85

#### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <b>Músculos del cuello y cabeza</b> .....	13
Tabla 2. <b>Parálisis según miembros afectados</b> .....	25
Tabla 3. <b>Examen neurológico del paciente</b> .....	71

#### ÍNDICE DE ESQUEMAS

Esquema 1. <b>Columna vertebral de un perro</b> .....	7
Esquema 2. <b>Atlas, vista dorsal</b> .....	8
Esquema 3. <b>Axis, vista lateral izquierda</b> .....	9
Esquema 4. <b>Vista lateral de la articulación atlantoaxial del perro</b> .....	10
Esquema 5. <b>Dibujo de la médula espinal y de los nervios espinales y su relación con las vértebras</b> .....	14
Esquema 6. <b>Nervios que forman el plexo braquial y sus funciones</b> .....	17
Esquema 7. <b>Esquema de las arterias que vascularizan la médula espinal cervical y torácica</b> .....	18
Esquema 8. <b>Esquema del sistema venoso de la médula espinal</b> .....	19
Esquema 9. <b>Extrusión de disco cervical tipo I</b> .....	20
Esquema 10. <b>Protrusión de disco cervical tipo II</b> .....	21
Esquema 11. <b>Neurona motora superior y neurona motora inferior</b> .....	30
Esquema 12. <b>Reflejos explorables en el perro</b> .....	31
Esquema 13. <b>Reflejo extensor cruzado</b> .....	35
Esquema 14. <b>Punción cisternal en el perro</b> .....	41
Esquema 15. <b>Ejemplos de hallazgos mielográficos de una lesión extradural, intradural-extramedular e intramedular</b> .....	43



Esquema 16.	<b>Lesión vertebral causada por traumatismo medular.....</b>	50
Esquema 17.	<b>Proceso espinoso ventral prominente de C1.....</b>	56
Esquema 18.	A) Relación del espacio intervertebral C5-C6, con el proceso transversal prominente de C6. B) Se observa la cresta media ventral prominente de los cuerpos vertebrales cervicales.....	57
Esquema 19.	<b>Tamaño y localización de un slot ventral finalizado.....</b>	57
Esquema 20.	<b>Escisión del anillo fibroso ventral con la hoja de bisturí.....</b>	57
Esquema 21.	<b>Dimensiones adecuadas del slot ventral.....</b>	57
Esquema 22.	Identificación de la capa cortical externa, medular y cortical interna del hueso.....	58
Esquema 23	Elevación de los músculos largos del cuello y fenestración, extracción del núcleo pulposo.....	59
Esquema 24.	<b>Colocación del paciente con el cuello ligeramente flexionado.....</b>	59
Esquema 25.	Laminectomía cervical; elevar la musculatura desde los procesos espinosos y la lámina de C1 y C2.....	59
Esquema 26.	Identificación del rafe medio y ligamento nucal durante la laminectomía mediocervical.....	60
Esquema 27.	<b>Laminectomía dorsal, hemilaminectomía y laminectomía de C2.....</b>	61
Esquema 28.	A) Perforación de las capas del hueso con taladro neumático de alta velocidad...	62
Esquema 29.	Extracción del proceso espinoso dorsal y la lámina para exponer el canal y la médula espinal.....	62
Esquema 30.	<b>Laminectomía de C2.....</b>	62

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. A)	<b>Estructuras típicas de una vértebra (vista lateral).....</b>	8
Imagen 1. B)	<b>Estructuras típicas de una vértebra (vista caudal).....</b>	8
Imagen 1. C)	<b>Estructuras de las vértebras en conjunto (vista lateral).....</b>	8
Imagen 2.	Vistas laterales izquierdas de la médula espinal del perro y de las raíces espinales en la <b>intumescencia cervical</b> .....	15
Imagen 3.	<b>Corte transversal de la médula espinal de un perro.....</b>	15
Imagen 4.	Vista dorsal de la médula espinal del perro in situ	16
Imagen 5.	Imágenes de la porción cervical (a), torácica (b), lumbar(c), sacrocaudal (d) de la columna vertebral del perro con los nervios espinales.....	17
Imagen 6.	<b>Esquema de un corte transversal de columna vertebral.....</b>	20
Imagen 7.	<b>Trauma de la articulación atlantoaxial.....</b>	21
Imagen 8.	<b>Actitud de Foca.....</b>	25
Imagen 9.	<b>Actitud de perro sentado.....</b>	25
Imagen 10.	<b>Rigidez por descerebración.....</b>	26
Imagen 11.	<b>Rigidez por descerebelación.....</b>	26
Imagen 12.	Síndrome o postura de Schiff-Sherrington.....	26
Imagen 13.	<b>Prueba de propiocepción.....</b>	27
Imagen 14.	<b>Prueba de carretilla.....</b>	28

Imagen 15.	Prueba de salto.....	28
Imagen 16.	Posicionamiento táctil.....	28
Imagen 17.	Posicionamiento visual.....	28
Imagen 18.	Prueba extensora de empuje.....	29
Imagen 19.	Prueba de hemimarcha-hemiestacion.....	29
Imagen 20.	Reflejo bicipital.....	31
Imagen 21.	Reflejo tricipital.....	31
Imagen 22.	Reflejo tibial craneal.....	32
Imagen 23.	Reflejo gastrocnemio.....	33
Imagen 24.	Reflejo patelar.....	33
Imagen 25.	Reflejo anal.....	34
Imagen 26.	Reflejo babinski.....	34
Imagen 27.	Prueba del reflejo cutáneo.....	35
Imagen 28.	Posición correcta del paciente para la proyección latero lateral de la columna cervical.....	38
Imagen 29.	Posición correcta para la proyección VD de la columna cervical.....	39
Imagen 30.	Mielografía lumbar.....	40
Imagen 31.	Mielografía cervical.....	41
Imagen 32.	Mielografía lateral de la región cervical y cervicotoracica normal del perro.....	42
Imagen 33.	Imágenes transversales de tomografía computarizada de la columna vertebral normal de un perro.....	44
Imagen 34.	Resonancia de la columna vertebral cervical normal de un perro.....	45
Imagen 35.	Inmovilización del paciente con trauma medular agudo.....	48
Imagen 36.	Metaférula de Mason que proporciona estabilización temporal.....	49
Imagen 37.	Lesiones de la columna vertebral en regiones.....	50
Imagen 38.	Vendaje para impedir el movimiento de la articulación atlantoaxial.....	51
Imagen 39.	Forceps Kern.....	53
Imagen 40.	Cureta.....	53
Imagen 41.	Rongeurs: 1.Lempert; 2. Ruskin; 3. Kerrison.....	53
Imagen 42.	Retractores Farabeauf.....	53
Imagen 43.	Retractores Gelpi.....	53
Imagen 44.	Elevadores del periostio Freer y Adson.....	53
Imagen 45.	Posición decúbito dorsal del paciente para cirugía.....	55
Imagen 46.	Incisión de la piel desde el cartílago tiroides hasta el manubrio del esternón.....	55
Imagen 47.	Retracción lateral de los músculos esternohioideo y esternocefalicos para exponer la tráquea y el esófago.....	56
Imagen 48.	Retracción lateral izquierda de tráquea y esófago para alcanzar los músculos largos del cuello.....	56
Imagen 49.	Hidroterapia en una cinta sin fin.....	68

## ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1.	Foto del paciente.....	71
Foto 2.	Estudio radiográfico de columna cervical. Proyección Lateral.....	73
Foto 3.	Estudio radiográfico de columna cervical. Proyección Ventrodorsal.....	74
Foto 4.	Realización de la tricotomía.....	75
Foto 5.	Abordaje dorsal, incisión sobre la línea media, retracción de los músculos y visualización de la lesión.....	75
Foto 6.	Realización de orificios sobre el proceso espinoso para poder pasar el cerclaje...	76
Foto 7.	Colocación del alambre quirúrgico.....	76
Foto 8.	Corrección de la fractura del axis.....	76
Foto 9.	Colocación de la sutura para cerrar el sitio donde se realizo la incisión.....	76
Foto 10.	Conclusión de la cirugía por abordaje dorsal.....	76
Foto 11.	Toma lateral izquierda-lateral derecha, post cirugía.....	77
Foto 12.	Toma lateral con la cabeza en flexión.....	77
Foto 13.	Segunda vértebra cervical (axis) de un canino.....	77
Foto 14.	Primer sesión de Hidroterapia del paciente.....	78
Foto 15.	Evolución de las heridas y levantamiento de la cabeza.....	79
Foto 16.	Incorporación del paciente con ayuda asistida de uno de los propietarios.....	79
Foto 17.	Mejoramiento del estado de ánimo y apetito del paciente.....	80
Foto 18.	Continuación de las sesiones de Hidroterapia, el paciente se mantiene en cuadripedestacion sin ayuda.....	80
Foto 19.	Paciente con déficit de propiocepción, logra sentarse y mantenerse de pie.....	81
Foto 20.	Recuperación de la motricidad en las 4 extremidades, paciente ambulatorio.....	81

## I. RESUMEN

Se denomina trauma medular al daño que sufre la médula espinal en diferentes tipos de accidentes como mordeduras de otros perros por peleas, accidentes automovilísticos, caídas de ciertas alturas e inclusive al jugar. Las lesiones provocadas básicamente son fracturas en los cuerpos vertebrales, hernias de los discos intervertebrales, luxaciones de las vértebras, causando una compresión medular parcial o completa.

Los problemas o consecuencias básicamente son dos: la compresión o la presión física que estén ejerciendo sobre la médula, como por ejemplo, una parte del cuerpo de la vértebra por fractura se desplace hacia el canal medular causando el traumatismo, y segundo, el daño vascular que se caracteriza por inflamación, edema, isquemia, falta de irrigación sanguínea, necrosis o tendencia de los tejidos traumatizados a morir.

La compresión medular trae una signología neurológica variada y depende del segmento medular afectado. El principal signo que se produce es paresia o parálisis de los miembros torácicos y/o pelvianos. Puede existir pérdida de los reflejos en las extremidades, se puede perder sensibilidad superficial, pero si pierde la sensibilidad profunda por más de 72 horas, el pronóstico de recuperación es desfavorable.

Es necesario atención médica de urgencia la cual debe ir enfocada a la estabilización del paciente ya que este tipo de lesiones se relacionan con alteraciones en las funciones neurovegetativas, para el control del dolor y la inflamación. Algunos pacientes podrían mejorar con tratamiento médico, pero en la mayoría de los casos es necesaria la realización de una cirugía descompresiva de la médula espinal para tener mejores pronósticos a los pacientes, lo cual no muchas veces es posible por los altos costos de la cirugía y el postoperatorio.

El trauma medular agudo continúa siendo una de las entidades neurológicas más comunes encontradas en la práctica clínica y uno de los cuadros más serios y desafiantes debido al elevado riesgo de disfunción neurológica permanente. Durante la última década se lograron avances significativos en el manejo de las lesiones medulares, esto se alcanzó mediante procedimientos quirúrgicos.

El presente trabajo tiene como finalidad transmitir los conocimientos documentados en referencias sobre el tema en cuestión y citar un caso clínico para su comprensión.

## II. INTRODUCCIÓN

El trauma medular agudo es una de las causas más frecuente de disfunción neurológica en caninos y felinos observada en la clínica diaria, es un daño a la médula espinal que puede producirse por las siguientes causas: endógenas como una extrusión discal, deformaciones congénitas etc.; o exógenas como accidentes automovilísticos, caídas, golpes, peleas, y disparos, a menudo la lesión exógena resulta en fractura o luxación vertebral (Leone, 2011, Vigano, 2013; Winter, 2011).

El trauma medular agudo es una de las emergencias neurológicas a las que asistimos con mayor frecuencia, requiere de acciones sistematizadas que deben realizarse con eficiencia, coordinación y rapidez, el manejo de los pacientes con este problema facilita y respalda la toma de decisiones (Leone, 2011).

Debido a la fragilidad de la médula espinal y a que está alojada en un tubo inelástico, cualquier disminución en el diámetro del canal, puede resultar en compresión medular con interrupción de los impulsos nerviosos, isquemia, hemorragia, alteraciones en el flujo sanguíneo y edema. Las fracturas y luxaciones pueden ocurrir en cualquiera de los diferentes segmentos vertebrales: cuerpo, pedículos, láminas, apófisis espinosas ó transversas y en caso de luxaciones, en espacios intervertebrales y procesos articulares (Leone, 2011).

El examen neurológico es el primer paso para realizar un diagnóstico presuntivo (Pellegrino, 2010). La realización de un examen clínico y neurológico exhaustivo, para localizar la lesión, es básico para poder ser concretos al momento de solicitar ayudas diagnósticas y de esa manera no incurrir en gastos económicos innecesarios que posteriormente pueden ser de vital importancia para darle continuidad al caso clínico y obtener resultados favorables (Alvaez, 2008; Lara 2013; Díaz 2007).

El examen neurológico comprende un conjunto de pruebas que valoran las diferentes funciones del sistema nervioso, en el presente trabajo se describen ciertas pruebas y cuáles son las posibles alteraciones. La integración de todos esos déficit neurológicos, permite conocer la localización de la lesión, que es el punto de partida necesario para elaborar un buen diagnóstico (Raurell y Morales, 2007).

El observar al paciente lesionado permite realizar una aproximación diagnóstica general, de cuál o cuáles son las regiones medulares afectadas. Las que se asocian con lesiones encefálicas son cambios conductuales, estados convulsivos, inclinación de la cabeza, caminar en círculos, estupor y coma. Si el paciente no presenta estas alteraciones, y presenta cambios como ataxia, paresia o parálisis en uno o más miembros, se debe estimar que la lesión está presente en la médula espinal o en los nervios espinales (Betancourt, 2011).

La evaluación empieza por una palpación suave de la columna, desde la base del cráneo hasta la base de la cola para detectar inestabilidad vertebral, dislocaciones, crepitación o dolor, aunque la ausencia de estos signos no descarta la inestabilidad. La exploración de la médula espinal se debe hacer de la siguiente manera: Postura y nivel de consciencia, reflejos espinales de las extremidades y sensibilidad al dolor (Vigano, 2013).

Las técnicas de diagnóstico por imagen disponibles en la actualidad (radiología, tomografía computarizada, resonancia magnética) permiten hacer una valoración bastante precisa de la lesión

espinal. En muchas ocasiones el examen radiológico resulta suficiente, pero en otros casos la información aportada por las técnicas avanzadas de imagen es de gran valor para el tratamiento posterior. En todos los casos es imprescindible obtener dos proyecciones radiológicas para valorar el grado de lesión en la columna vertebral (López, 2012; Patricelli, 2010, Unzueta y Sever 2009, Winter, 2011).

El lugar anatómico más habitual, en el caso de las fracturas/luxaciones cervicales, es la parte craneal localizándose en el 80% de los casos entre C1 y C2, por tratarse del axis, el mayor punto de concentración de cargas entre el cráneo y la parte cervical caudal (Díaz, 2007).

Los traumatismos en cabeza y cuello, producen en su mayoría fractura de axis, debido al movimiento que soporta la cabeza en el momento del trauma. Los traumas producidos por autos, golpes o peleas que ocurren en la parte media a la parte caudal del cuello, cursarán con un menor desplazamiento vertebral, que los que se producen en la parte craneal, esto es debido a la protección de la musculatura cervical y miembros torácicos (Leone, 2011).

Los factores que se deben tener en cuenta para el éxito de un tratamiento incluyen: a) el tiempo de inicio de la terapia medico quirúrgica. Cualquier tratamiento destinado a solucionar un trauma medular agudo debe instaurarse antes de las 4 a 8 horas posteriores a la lesión. El tiempo que demora el inicio de las acciones terapéuticas adecuadas es inversamente proporcional a la posibilidad de recuperación funcional del paciente; b) la localización precisa de la lesión, c) el empleo de protocolos neuroprotectores; d) la técnica quirúrgica, e) el control de las constantes fisiológicas; y f) la terapia física pos quirúrgica (Pellegrino, 2010).

El resultado más significativo de las investigaciones realizadas en los últimos 20 años es el descubrimiento de que determinados glucocorticoides en dosis muy elevadas ejercen efectos neuroprotectores en el SNC (Pellegrino, 2010).

Si en el canal vertebral se detectan fragmentos óseos, hemorragias significativas u otras lesiones que originen un compromiso mecánico, será necesario un tratamiento quirúrgico, con la posterior descompresión medular (López, 2012; Santoscoy, 2008; Fernández, 2000; Martínez 2010).

Después de la cirugía es importante aliviar el dolor con analgésicos opioides como fentanilo, morfina o butorfanol, inicialmente de forma inyectable. El paciente debe ser manejado sobre superficies blandas de fácil limpieza, cambiarlo de posición cada 4 horas, vaciarle la vejiga 3 veces al día y limpiar la materia fecal. Es conveniente dar una alimentación de recuperación a voluntad, con jeringa, o sonda (Benavidez, 2011).

Para la recuperación del paciente, resulta decisivo tanto el manejo adecuado, desde el momento del accidente, como la colaboración del propietario durante el tratamiento ambulatorio posterior (López, 2012).

El grado de lesión medular, la edad del animal y el tiempo transcurrido desde la aparición de signos clínicos, son parámetros que influyen en la recuperación posquirúrgica (Pujol E *et. al.*, 2007).

El tratamiento postoperatorio de los pacientes debe ser cuidadoso, con el objeto de minimizar las complicaciones derivadas de la lesión neurológica. En muchas ocasiones, la fase inicial de dicho

tratamiento debe realizarse en régimen de hospitalización, para conseguir una monitorización más adecuada del animal (Díaz, 2007).

El postquirúrgico de los pacientes con trauma medular agudo, suele durar de uno a varios meses durante el cual, el mismo, demandará un esfuerzo importante de parte de la familia y de seguimientos frecuentes por parte del cirujano, sumado al trabajo conjunto con el profesional a cargo de la rehabilitación. Debemos estar preparados para apoyar el entorno del paciente en este periodo ya que son frecuentes los planteamientos, o cuestionamientos acerca de si vale la pena seguir o no (Martínez, 2010).

Parte fundamental en estos pacientes que han sufrido un trauma medular agudo, es la fisioterapia, la cual se inicia con masajes y movimientos pasivos de las articulaciones para evitar la contractura muscular, el deterioro funcional articular y mejorar la circulación general (Benavides, 2011).

La rehabilitación de pacientes con trauma medular está orientada a la recuperación de la funcionalidad motora normal. La hidroterapia es una terapia dirigida a la ejecución de ejercicios en un medio acuático, con parte, o con la totalidad del cuerpo sumergido en una tina o piscina. Esta terapia, se engloba en un grupo de tratamientos que se basan en el aprovechamiento de los beneficios del agua (Pérez, 2012).

Durante años la hidroterapia se ha empleado para el tratamiento, la rehabilitación, la analgesia y el bienestar general de pacientes humanos. En los últimos años ha empezado a emplearse en la profesión veterinaria, para ayudar en el tratamiento de problemas ortopédicos y neurológicos: primero en caballos y luego en pequeños animales, especialmente perros. Los perros reciben hidroterapia más habitualmente que los gatos, aunque algunos gatos toleran la natación (Lindley y Smith, 2015).

Son muchos los beneficios que se obtienen con la hidroterapia con fines terapéuticos, ya que el cuerpo soporta menos peso en el agua lo cual reduce la carga sobre la articulación dolorosa y permite un ejercicio confortable. La presión del agua reduce la inflamación y el edema. La resistencia del agua es útil para el fortalecimiento muscular y cardiovascular. La estabilización y flotación del agua facilita a los pacientes realizar ejercicios que no pueden realizar en tierra (Ruiz M *et. al.*, 2007).

El uso de hidroterapia está principalmente basado en la evidencia en humanos, aunque están emergiendo gradualmente estudios en perros: por ejemplo, perros sometidos a cirugía para reparar un fractura, se compara un grupo que tuvo una rehabilitación simple de paseos con correa, frente a otro que recibió hidroterapia, para tratar de decidir si alguno fue más efectivo que el otro; estos son estudios pragmáticos; por lo cual vale la pena añadir este tratamiento al programa de rehabilitación y vale la pena animar al propietario a proporcionar la hidroterapia a su mascota (Lindley y Smith, 2015).

### III. ANTECEDENTES

Desde tiempos remotos tanto médicos veterinarios como médicos humanos se han encontrado con problemas de lesiones en la columna vertebral. En el año 130 d.C., Galeno estudió la columna vertebral humana dividiéndola en cervical, dorsal y lumbar. Su descripción anatómica se empleó durante toda la época medieval. Se dice que fue Galeno quien introdujo el concepto de sistema nervioso central, describiendo la médula espinal como la extensión del cerebro que transmitía a las extremidades las sensaciones, y las devolvía de nuevo al cerebro (Bellido, 2012; Díaz, 2007).

La primera referencia escrita acerca de la lesión medular se hace en el papiro egipcio descubierto en 1962 por Edwin Smith. Este es el documento médico, en general, más antiguo, datado en el 1500 a.C y se encuentra en la actualidad en la Historical Society de New York. En él se describen concretamente las consecuencias de este tipo de lesiones e incluso el anónimo médico egipcio llega a establecer un pronóstico: "la lesión completa de la médula espinal cervical conduce a parálisis de brazos y piernas y la secreción involuntaria de orina, tratándose de una lesión sin cura" (Bellido, 2012).

Vesalius fue quién dividió a la médula espinal en cervical, torácica, lumbar, sacra y coccígea (Bellido, 2012).

A finales del siglo XIX sin embargo se consiguió una mejora en el campo quirúrgico debido a una mayor antisepsia y esterilización, lo que ayudó a prevenir y evitar las infecciones en columna. En la época moderna la medicina veterinaria cuenta con métodos específicos tales como el examen neurológico y herramientas técnicas como los estudios de rayos X, mielografía, resonancia magnética y tomografías. Que proporcionan gran precisión a la hora de localizar la lesión, y auxilian en el diagnóstico de padecimientos de la columna en nuestros pacientes (Díaz, 2007).

### IV. JUSTIFICACIÓN

El objetivo de este trabajo fue la recopilación de información acerca del trauma medular agudo en caninos, además de citar un caso clínico para ejemplificar este tipo de problemas, ya que la inquietud de estos aspectos, obedece a que muchos de nuestros pacientes son remitidos a la clínica veterinaria porque presentan problemas por un trauma o por anomalías, de los cuales, algunos están ligados a afecciones neurológicas localizadas en la columna cervical.

En la actualidad la medicina veterinaria juega un papel importante en las sociedades, que han cambiado poco a poco su cultura, en la que tienen un mayor respeto y cariño hacia sus mascotas, con las cuales crean un fuerte lazo sentimental, ya que han adoptado a los perros como parte de la familia. Motivo por el cual, esta información ayudará a contemplar, una mayor posibilidad de recuperación favorable en los pacientes con este tipo de problemas, ya que en el pasado era causa de eutanasia.



## V. OBJETIVOS GENERALES

- Describir los aspectos más relevantes sobre el manejo clínico del trauma medular agudo.
- Describir los beneficios de la rehabilitación con hidroterapia en pacientes con trauma medular agudo.
- Citar un caso clínico de trauma medular agudo en un canino, así como su tratamiento médico y quirúrgico.

## V. OBJETIVOS PARTICULARES

- Conocer el plan de exploración neurológico y con la ayuda de las pruebas generales poder dar un diagnóstico.
- Conocer los diferentes tratamientos quirúrgicos y farmacológicos que se pueden usar en pacientes con afecciones de la columna cervical.
- Saber elegir el tratamiento más conveniente para cada paciente dependiendo el tipo de lesión y los signos presentados.
- Realizar un buen diagnóstico con la información obtenida mediante el examen neurológico, examen físico general, y exámenes complementarios como placas radiográficas, tomografías, resonancia magnética y mielografías.
- Conocer la importancia de la hidroterapia como complemento al tratamiento médico y quirúrgico en la rehabilitación de pacientes traumatizados.

## VI. METODOLOGÍA

Revisión de libros, memorias de congresos, cursos, tesis, revistas de divulgación, consulta a bases de datos como: medline, google académico, etc. Así como medios electrónicos que contengan información actualizada referente al tema.

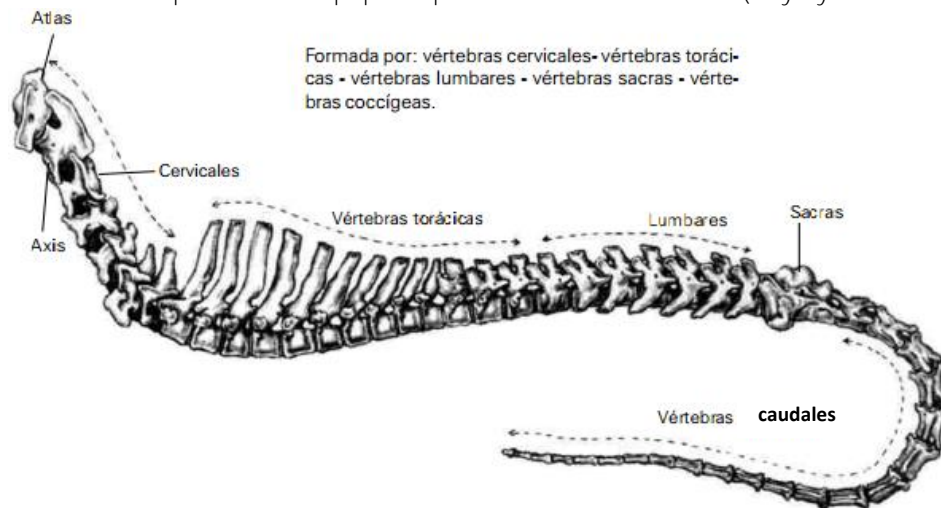
Exponer un caso clínico sobre trauma medular agudo, desde la historia clínica, examen físico general, examen neurológico, estudio radiográfico, tratamiento médico, tratamiento quirúrgico y seguimiento del caso.

## VII. MARCO TEÓRICO

### 1. ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DE LA COLUMNA VERTEBRAL Y CORDÓN MEDULAR

La columna vertebral del perro está formada por 7 vértebras cervicales, 13 torácicas, 7 lumbares, 3 sacras y de 20 a 23 caudales. La columna vertebral del perro está formada aproximadamente por 50 huesos de forma irregular, las vértebras están dispuestas en cinco grupos o regiones: cervical, torácica o dorsal, lumbar, sacra y caudal. De acuerdo a su morfología pueden ser típicas (C3 A C7, T, L, S, Ca) y atípicas (C1 o atlas y C2 o axis). La función principal de la columna vertebral es la de proteger la médula espinal dentro del canal vertebral (Díaz, 2007; Akers y Denbow, 2008; Budras *et al.*; 2002; Constantinesco, 2002).

Las vértebras se encuentran unidas unas a otras, su función es reforzar el eje del cuerpo y así contribuir al mantenimiento de la postura, mediante la alternancia de flexión y extensión, a veces mediante la torsión. Representan un papel importante en la locomoción (Boyd y Paterson, 2008).



Esquema 1. Se muestra la columna vertebral de un perro

#### 1.1. Descripción de una vértebra típica

Consta de un cuerpo vertebral de forma cilíndrica que presenta en su superficie ventral una saliente, la cresta ventral, en su extremo craneal se encuentra la cabeza vertebral y en el caudal la fosa vertebral. El arco vertebral se divide en las partes laterales, dos pedículos, y la parte dorsal, formada por una lámina. El espacio entre el cuerpo y el arco se conoce como foramen vertebral. Estos agujeros unidos forman el canal vertebral y en él se encuentra a la médula espinal (Arana, 2011).

Los pedículos se extienden desde la superficie dorsolateral del cuerpo vertebral y presentan unas escotaduras de borde liso llamadas incisuras (craneales y caudales). Cuando la columna vertebral está articulada, las escotaduras de las vértebras adyacentes forman los forámenes intervertebrales, por donde se presentan los nervios espinales y los vasos sanguíneos. El espacio existente entre los arcos de las vertebrae se conoce como foramen interarqueal (Arana, 2011; Akers y Denbow, 2008).

En cada vértebra existen 7 procesos, el sitio de fusión de la lámina derecha e izquierda forman el proceso espinoso, que se observa como una saliente dorsal al arco. Los procesos transversos que se proyectan lateralmente, nacen desde la región donde el arco se une al cuerpo vertebral. Más dorsalmente a éstos, en la unión del pedículo y la lámina, se encuentran los procesos articulares craneales (cuyas superficies miran dorsal o medialmente) y los procesos articulares caudales (cuyas superficie van dirigidas ventral o lateralmente (Arana, 2011; Boyd y Paterson, 2008).

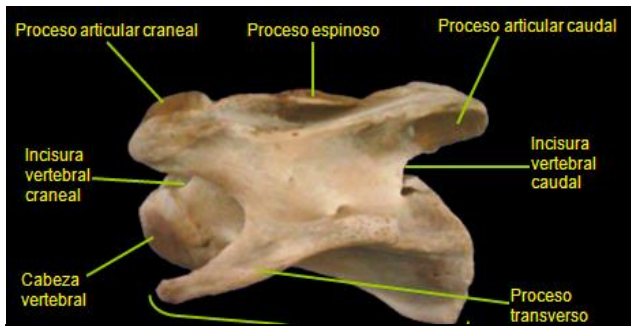


Imagen 1. A) Vista lateral de las estructuras típicas de una vértebra

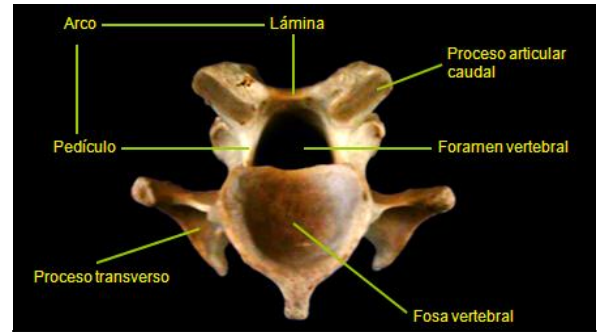


Imagen 1. B) Vista caudal de las estructuras típicas de una vértebra

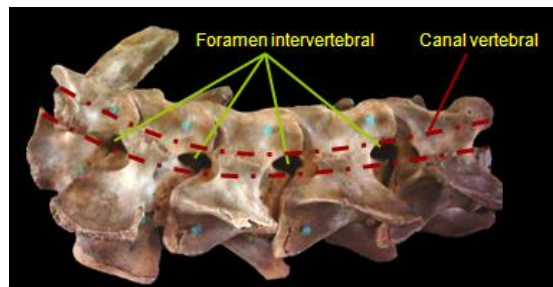
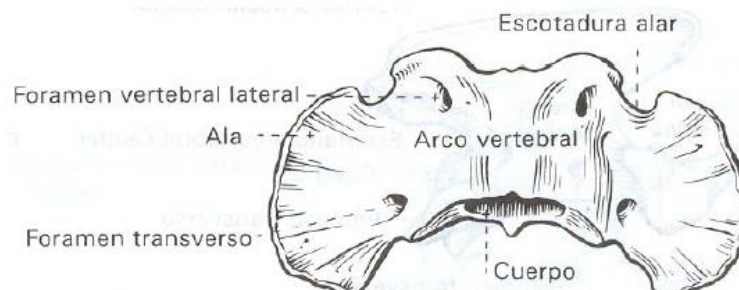


Imagen 1. C) Vista lateral de las estructuras de las vértebras en conjunto

➤ Vertebras Cervicales

Ⓢ Atlas

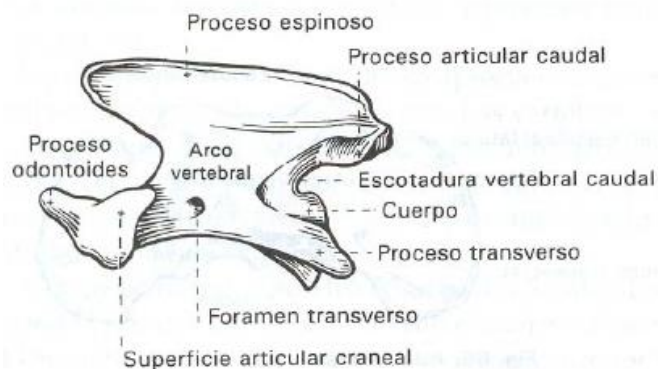
Vértebra atípica, carece de cuerpo y proceso espinoso, presenta un arco dorsal y uno ventral, en el arco ventral se encuentra internamente una superficie articular para el diente del axis, llamada fóvea del diente; los procesos transversos están ensanchados, planos y horizontales, se denominan alas del atlas. Tiene 2 forámenes vertebrales laterales, 2 incisuras alares ubicadas en la parte craneal de las alas y 2 forámenes transversos situados sobre las alas, caudalmente a los forámenes alares, un tubérculo dorsal y uno ventral (Reyes, 2003; Constantinesco, 2002).



Esquema 2. Vista dorsal del atlas

## Ⓢ Axis

Considerada una vértebra atípica, el arco presenta una apófisis espinosa desarrollada, alargada y alta, que lleva unos procesos articulares en su extremo caudal, los procesos transversos son largos y presentan una perforación que corresponde al foramen transverso. Además posee un diente que nace del extremo craneal del cuerpo y se relaciona con los procesos articulares craneales (Reyes, 2003; Díaz, 2007; Budras *et. al.*; 2002, Constantinesco, 2002).



Esquema 3. Vista lateral izquierda del axis

## Ⓢ Vértebras cervicales III, IV, V, VI y VII

La tercera, cuarta y quinta vértebra presentan una cresta ventral en el cuerpo, poseen procesos espinosos más bajos, en los procesos transversos se ubica el foramen transversal. La sexta vértebra posee un proceso espinoso alto, foramen transverso en los procesos del mismo nombre, y una lámina ventral del proceso transverso. La séptima vértebra carece de forámenes transversos y posee un proceso espinoso más prominente. En la parte caudal del cuerpo presenta foveas costales, donde se articula el primer par de costillas (Díaz, 2007; Reyes, 2003; Donaires, 2010).

### 🌈 1.2. Articulaciones Vertebrales

Las articulaciones de la columna vertebral con el cráneo permiten los movimientos de la cabeza; desde el punto de vista funcional se pueden dividir en dos, articulación atlantooccipital y articulación atlantoaxial (Reyes, 2003; Akers y Denbow, 2008; Fariña y Smith, 2011; Vázquez *et. al.*, 2003).

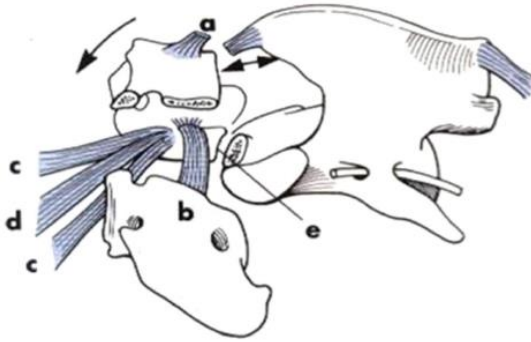
#### ➤ Articulación atlantooccipital

Las superficies articulares se componen de los cóndilos del occipital con las correspondientes foveas articulares craneales del atlas. Cada una de ambas superficies está rodeada por una cápsula articular propia que se inserta en los bordes articulares. El espacio atlantooccipital es cerrado por la membrana atlantooccipital ventral y dorsal. Ambas sirven de refuerzo a la capsula articular (Konig y Liebich, 2005). La articulación atlantooccipital es guiada en su función por ligamentos laterales los cuales nacen en el borde craneal de las alas del atlas, cerca del arco dorsal y terminan como cordones cortos y anchos en la superficie medial del proceso yugular en el occipital. Esta primera articulación se clasifica como sinovial, gínglimo y permite la realización de movimientos de flexión y extensión de la cabeza (Reyes, 2003).

#### ➤ Articulación atlantoaxial

Es la segunda articulación y se clasifica como sinovial, trocoide, caracterizada por la unión del diente del axis con la fovea del diente del atlas y las foveas articulares caudales del atlas con los procesos articulares craneales del axis. Permite el movimiento giratorio (rotación). Cuenta con un refuerzo de colágeno fibroso de la cápsula, aportado por la membrana atlantoaxial dorsal la cual une al arco dorsal del atlas con el arco del axis. Cuenta con una membrana tectorial que va desde la superficie dorsal del cuerpo del axis al borde ventral del foramen magno, fijándose también dentro del atlas (Koing y Liebich, 2005; Reyes, 2003; Budras *et. al.*; 2002; Fariña y Smith, 2011).

Presenta un ligamento atlantoaxial dorsal compuesto de fibras elásticas que se ubican entre el tubérculo dorsal del atlas y el proceso espinoso del axis. Se han desarrollado ligamentos alares que van desde el borde lateral del diente hasta el cóndilo occipital. El ligamento apical del diente se origina en el ápice del diente y termina en la porción basilar del hueso occipital. El ligamento transverso del atlas estabiliza la unión entre el diente y el atlas, y de esta manera impide que el diente sea movido hacia el canal vertebral, y corre de un lado a otro del atlas, dorsalmente al diente (Reyes, 2003; Boyd y Paterson, 2008).



Esquema 4. Se muestran los ligamentos que articulan el occipital, atlas y axis, en una vista lateral de la articulación atlantoaxial del perro

- a. Ligamento atlantoaxial dorsal
- b. Ligamento transverso del atlas
- c. Ligamentos alares (pares)
- d. Ligamento apical del diente

#### ➤ Disco intervertebral

Consta de un anillo fibroso periférico compuesto de fibras longitudinales y oblicuas que se entrecruzan, y un núcleo pulposo central formado por una sustancia blanda, el cual se localiza en el centro del eje del movimiento de la columna vertebral, y distribuye la presión en todos los sentidos (Koing y Liebich, 2005; Reyes, 2003; Budras *et. al.*; 2002; Vázquez *et. al.*, 2003).

Ligamento longitudinal dorsal: une las superficies dorsales de los cuerpos vertebrales transitando a lo largo del suelo del canal vertebral (Reyes, 2003; Constantinesco, 2002).

Ligamento longitudinal ventral: une las superficies ventrales de los cuerpos vertebrales a todo lo largo de la columna desde la vertebra T8 hasta el sacro (Reyes, 2003; Constantinesco, 2002).

### 1.3. Ligamentos de la columna vertebral

Los cuerpos vertebrales poseen ligamentos que dan estabilidad y soporte a la columna. Existen dos grupos, ligamentos largos, que unen la columna vertebral en una unidad funcional; y los ligamentos cortos, que sólo unen vértebras vecinas (Donaires, 2010; Boyd y Paterson, 2008).

#### ➤ Ligamentos largos

En este grupo se encuentra el ligamento longitudinal dorsal, que en la región cervical es ancho y grueso a diferencia de la región toracolumbar donde es más delgado. El ligamento longitudinal ventral se extiende desde el axis hasta el sacro y está más desarrollado en la regiones torácica caudal y lumbar., el ligamento nugal (formado por el funículo de la nuca) nace caudal al axis y se inserta en el proceso espinoso de la primera vértebra torácica, y caudalmente cambia de nombre a ligamento supraespinoso, y se extiende sobre los extremos libres de los procesos espinosos de las vértebras torácicas hasta la tercera vértebra lumbar (Donaires 2010; Díaz 2007).

## ➤ Ligamentos cortos

En este grupo se encuentran los ligamentos amarillos o interarcuales, que se localizan entre los arcos vertebrales dorsalmente a la médula espinal y están constituidos por fibras elásticas (Donaires, 2010; Reyes, 2003; Koing y Liebich, 2005).

Ligamentos interespinales, rellenan los espacios entre los procesos espinosos de las vértebras torácicas y lumbares, impiden un desplazamiento dorsal de los cuerpos vertebrales y limitan la flexión ventral de la columna (Koing y Liebich, 2005; Budras et. al.; 2002).

Ligamentos intertransversales llenan el espacio existente entre los procesos transversos de las vértebras lumbares, son puestos en tensión durante la flexión lateral y rotación del cuerpo (Reyes, 2003; Koing y Liebich, 2005; Constantinesco, 2002).

## 1.4. Miología de la columna vertebral

Los músculos entre la cabeza y primeras vértebras cervicales sirven para el ajuste de los cambios de dirección, en especial de las articulaciones atlantooccipital y atlantoaxial, por ejemplo de ellos depende que el perro pueda menear la cabeza y también posicionarla de forma oblicua y volverla hacia atrás (Koing y Liebich, 2005; Boyd y Paterson, 2008; Vázquez *et. al.*, 2003).

Los músculos cervicales se dividen con fines didácticos en dos grupos; el grupo dorsal lateral que comprende una serie de músculos que se localizan llenando las partes dorsal y lateral del cuello, y el grupo ventral (Hernández, 2003).

Músculo platisma, toma su origen en el cuello que al retirar la piel de la región es el primero en observarse, funciona como tensor y movilizador de la piel en las regiones de la nuca y lateral de la cabeza (Hernández, 2003; Koing y Liebich, 2005).

Músculo braquiocefálico (parte cervical) va de la intersección clavicular hacia el cuello y la cabeza. Función: permite la flexión de la cabeza y protracción del miembro torácico (Ortiz, 2003; Budras *et. al.*; 2002).

Músculo trapecio cervical es de forma triangular, y profundo a este se localiza el músculo romboides (cervical y de la cabeza), ambos músculos se originan en el rafe medio dorsal del cuello y tórax (porción cervical y torácica de cada uno), el trapecio termina en la espina de la escapula y el romboides en el cartílago escapular. Función: elevación del cuello y colaboran en movimientos de la escapula durante la marcha como elevadores del miembro torácico (Ortiz, 2003; Climent, 1998).

Músculo omotransverso es plano y angosto en forma de banda, se localiza al lado de las vértebras cervicales conectando el acromion de la escapula con el atlas. Función: permite levantar la cabeza. (Ortiz, 2003; Boyd y Paterson, 2008).

Músculo serrato ventral cervical tiene forma de abanico se origina en la superficie de la escapula y termina en las vertebrales cervicales. Función: eleva el cuello o lo inclina lateralmente (Ortiz, 2003).

Músculo esplenio, es fuerte y largo, está ubicado entre el hueso occipital y la cruz, en la región dorsolateral del cuello, está cubierto especialmente por el trapecio y el romboides. Función: levanta el cuello y la cabeza y permite lateralizarlos hacia los costados (Dyce *et al.*, 2012).

Músculo largo dorsal (de la cabeza y del atlas) el primero se origina en los procesos transversos de las primeras vértebras torácicas y los procesos articulares caudales de las últimas 4 vértebras cervicales, transcurre en la superficie dorsal del atlas y se inserta en el proceso mastoideo; el segundo surge de los procesos articulares de las 3 últimas vértebras cervicales y termina en las alas del atlas. Permite la inclinación de la cabeza hacia los lados (Dyce *et al.*, 2012; Hernández, 2003).

Músculo semiespinal de la cabeza se considera una prolongación del m. espinal y semiespinal del cuello hacia la región de la nuca y la cabeza por lo que rellena el espacio entre el hueso occipital, la columna cervical y el ligamento nuchal, se distinguen 2 porciones, una dorsomedial (*biventer cervical o digastrico*), que se origina en los procesos transversos de las primeras vértebras torácicas y termina ventral a la protuberancia occipital externa; y otra ventrolateral (*complexo*) el cual se origina en los procesos articulares de las 4 vértebras cervicales más caudales y la primera torácica y termina en la cresta nuchal (Dyce *et al.*, 2012, Koing y Liebich, 2005; Constantinesco, 2002). La contracción bilateral de este músculo determina la elevación de la cabeza, mientras que la unilateral puede llevar el cuello y la cabeza hacia un lado (Koing y Liebich, 2005; Budras *et al.*; 2002).

Músculo múltifido (fibras oblicuas) constituye el plano más profundo del cuello y el dorso consta de partes individuales que discurren en segmentos; cranealmente se funden con los m. oblicuos y caudalmente con los m. de la cola. Su función es la de afinar los movimientos de la musculatura larga del cuello y del dorso (Dyce *et al.*, 2012, Koing y Liebich, 2005).

Al lado de la columna cervical se entretajan los intertransversos cervicales, los cuales intercomunican los procesos transversos (Hernández, 2003; Constantinesco, 2002).

Músculo espinal y semiespinal del cuello (parte medial) de fibras longitudinales, surge de los procesos espinosos de la 6ª a la 1ª vértebra torácica y continua como un músculo plano sobre los procesos espinosos de las vértebras cervicales; cuando se contrae de ambos lados determina la fijación del dorso y la elevación del cuello, cuando se contrae de un solo lado, el dorso y el cuello se desvían hacia un costado (Dyce *et al.*, 2012, Koing y Liebich, 2005).

Músculo oblicuo craneal de la cabeza está cubierto el músculo esplenio y partes del músculo braquiocefálico, está dividido en 2 porciones, su porción principal nace ventral y lateralmente en el ala del atlas y se inserta en el proceso mastoideo del hueso temporal, y en la cresta de la nuca, funciona como extensor de la cabeza y con contracción unilateral la posiciona de manera oblicua (Koing y Liebich, 2005; Boyd y Paterson, 2008).

Músculo oblicuo caudal de la cabeza es ancho y plano, discurre con sus fibras en dirección craneolateral desde el proceso espinoso del axis hacia el ala del atlas, con contracción unilateral rota la cabeza alrededor del diente del axis, con contracción bilateral fija la articulación atlantoaxial (Koing y Liebich, 2005; Budras *et al.*; 2002).

Músculo recto dorsal mayor de la cabeza se ubica sobre el atlas y el proceso espinoso del axis hasta la cresta de la nuca, al lado de la línea media, para identificarlo es necesario desinsertar y elevar el músculo semiespinal de la cabeza (Hernández, 2003; Constantinesco, 2002).

Músculo recto dorsal menor de la cabeza se sitúa profundamente al anterior, es pequeño y triangular, ubicado sobre la membrana atlanto-occipital dorsal; discurre desde el arco dorsal del atlas hasta el hueso occipital por encima del agujero magno (Hernández, 2003; Koing y Liebich, 2005).

Ambos músculos rectos de la cabeza funcionan como extensores de la articulación atlanto-occipital y en consecuencia como elevadores de la cabeza (Koing y Liebich, 2005).

➤ Grupo ventral

Esfínter del cuello es el músculo cutáneo de la región ventral del cuello formado por fibras delgadas transversales (Hernández, 2003; Budras *et. al.*; 2002).

Los músculos esternocefálico, esternohioideo y esternotiroideo se originan en el manubrio del esterno; el esternocefálico es el más lateral y al juntarlos de ambos lados se ve como si formaran **una "V" cuyos brazos terminan en la cabeza**. El esternohioideo se encuentra medialmente y sobre la superficie ventral de la tráquea y la laringe, es ancho y llega hasta el basihioides. El esternotiroideo se encuentra al lado del musculo anterior y se inserta en el cartílago tiroides. Función: flexión de cabeza y cuello, además el esternohioideo y el esternotiroideo retraen al basihioides y la lengua (Hernández, 2003; Boyd y Paterson, 2008).

Musculo largo de la cabeza está en posición lateral al m. largo del cuello, surge de los procesos transversos de las vertebrae cervicales intermedias, y se inserta en el hueso occipital, entre las ampollas timpánicas. Función: flexionar la articulación atlanto-occipital, para bajar la cabeza o girarla lateralmente (Dyce et al, 2012; Budras *et. al.*; 2002).

Musculo largo del cuello transcurre desde la región torácica craneal hasta el atlas, cubriendo las superficies ventrales de los cuerpos de las vertebrae cervicales y las primeras torácicas (Dyce *et al.*, 2012). Función: flexión de cabeza y cuello (Hernández, 2003; Constantinesco, 2002).

Tabla 1. Se muestran los músculos del cuello y cabeza

Nombre e inervación	Origen	Inserción	Función
M. recto dorsal mayor de la cabeza R. dors. del 1º n. cervical	Proceso espinoso del axis	Cresta nucal	Extensión de la cabeza
M. recto dorsal menor de la cabeza R. dors. del 1º n. cervical	Dorsalmente en el atlas	Dorsal al agujero magno	Extensión de la cabeza
M. oblicuo craneal de la cabeza R. dors. del 1º n. cervical	Ala del atlas	Cresta de la nuca	Extensión y lateralización de la cabeza
M. oblicuo caudal de la cabeza R. dors. del 2º n. cervical	Proceso espinoso del axis	Ala del atlas	Giro de cabeza, fijación de la articulación atlanto.axial
M. largo de la cabeza R. ventr. de los ns. Cervicales	Procesos transversos de vertebrae cervicales (2º a 6º)	Base del hueso occipital	Flexión y lateralización de la cabeza y de las regiones craneales del cuello
M. intertransversos cervicales R. dors. de los ns. Cervicales, torácicos y lumbares	Apofisis transversas	Apófisis transversas	Fijación y flexión lateral del cuello y de la columna vertebral lumbar

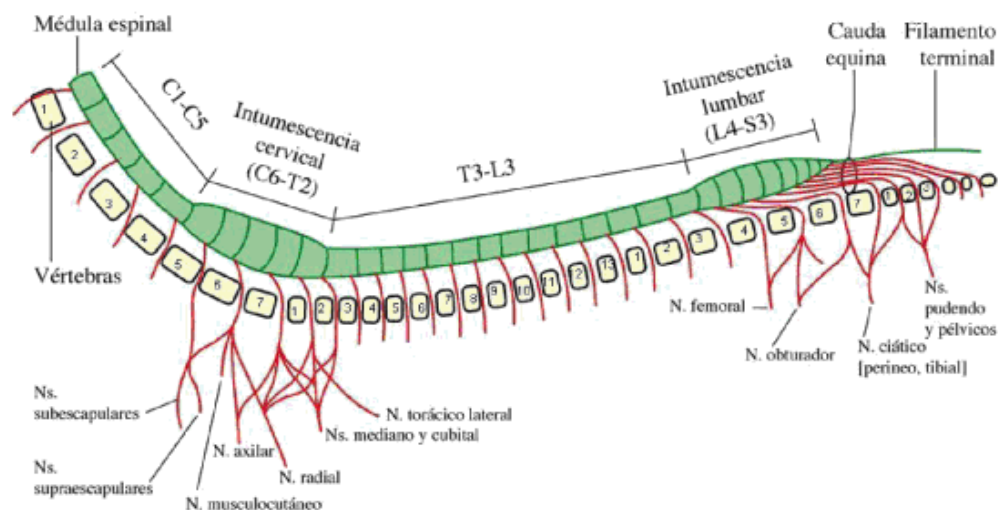


M. largo de la cabeza y el atlas R. dorsales de los ns. cervicales, torácicos y lumbares	Procesos transversos de las primeras vértebras torácicas y últimas cervicales	Ala del atlas o apófisis mastoidea del temporal	Elevación o inclinación hacia los lados de la cabeza y girar la cabeza
M. largo del cuello R. dorsales de los ns. cervicales	Vertebras cervicales 5°-6°	Hasta la primera vértebra cervical	Flexión del cuello
M. espinal y semiespinal del cuello R. dorsales de los ns. cervicales, torácicos y lumbares	Procesos espinosos, mamilares y transversos de vértebras lumbares y últimas torácicas	Procesos espinoso de vértebras torácica 1° a 6° y cervicales 6°/7°	Fijación y extensión del dorso, elevación del cuello Unilateral flexión lateral del dorso y cuello
M. semiespinal de la cabeza R. dorsales de los ns. cervicales,	Proceso transversos de las primeras 5 a 8 vértebras torácicas, procesos articulares de vértebras cervicales 2° a 7°	Hueso occipital	Elevación o flexión lateral de la cabeza
M. Multifido R. dorsales de los ns. cervicales, torácicos y lumbares	Apófisis articulares y mamilares, desde el hueso sacro hasta la 3ª vértebra cervical	Apófisis espinosas o arcos dorsales de vértebras antecesoras	Fijación y giro de la columna vertebral, elevación del cuello

### 1.5. Médula Espinal

La médula espinal forma parte del SNC, está protegida por el canal vertebral. Su función es la de transmitir sensaciones a centros superiores, participa en el control de los movimientos del tronco y las extremidades, regula funciones reflejas (somáticas y viscerales) y transmite información al y desde el encéfalo (Aige, 2002; Akers y Denbow, 2008; Budras et. al.; 2002).

La médula espinal se extiende desde el agujero magno (hueso occipital) hasta la 7ª vértebra lumbar en perros de tamaño medio, o hasta el sacro en perros pequeños, caudal a la intumescencia lumbar la medula se estrecha y forma el cono medular que se encuentra rodeado por nervios espinales sacros y de la cola, por el aspecto que ofrecen en conjunto se les denomina cauda equina, caudal al cono se extiende la última porción de médula, el filamento terminal (Rojo y González, 2012).



Esquema 5. Dibujo de la médula espinal y de los nervios espinales y su relación con las vértebras

Morfológicamente la médula está organizada en segmentos; se considera que un segmento medular es la porción de la medula asociada a sus 2 nervios espinales, uno a cada lado. Cada nervio espinal está formado por 2 raíces; la raíz espinal dorsal que conduce información aferente o sensitiva hacia la médula espinal y la raíz espinal ventral que conduce información eferente o motora fuera de la médula espinal. Cada una de las raíces dorsales contiene un engrosamiento denominado ganglio espinal (Rojo y Gonzales, 2012; Budras *et. al.*; 2002).

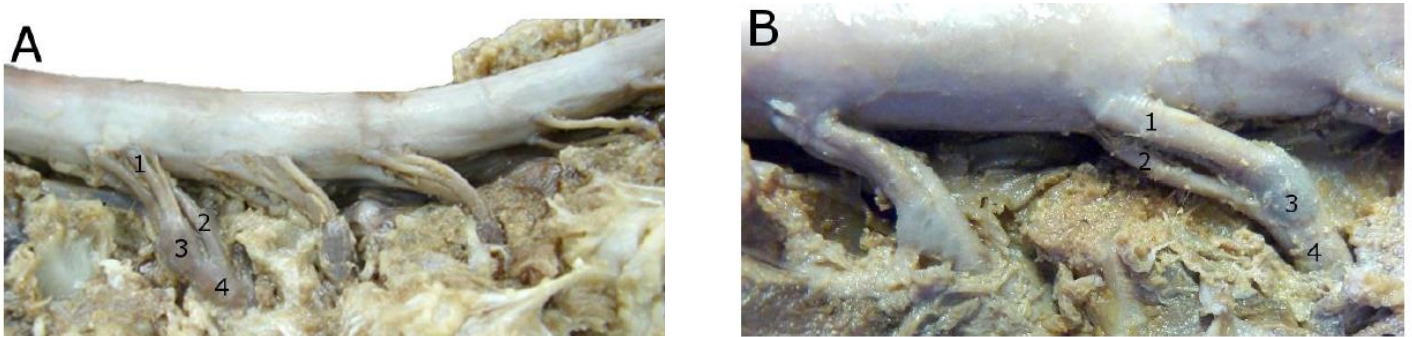


Imagen 2. Vistas laterales izquierdas de la médula espinal del perro y de las raíces espinales en la intumescencia cervical (A) (B).  
1 Raíces espinales dorsales. 2 Raíces espinales ventrales. 3 Ganglio espinal. 4 Nervio espinal.

### 1.5.1. Estructura de la médula espinal

#### ➤ Externamente

El surco mediano dorsal y la fisura mediana ventral dividen a la médula espinal a la mitad (derecha e izquierda). El surco dorso lateral marca el lugar de entrada de las fibras sensitivas y el surco ventro lateral el punto de salida de las fibras motoras (Aige, 2002; Akers y Denbow, 2008).

#### ➤ Internamente

La sustancia gris (parte central, constituida por somas de neuronas) tiene forma de alas de mariposa que se comunican por las comisuras grises dorsal y ventral al canal central, el cual recorre toda la médula y contiene el líquido cerebroespinal. La sustancia gris se divide en dos astas dorsales sensitivas (neuronas aferentes) y dos ventrales motoras (neuronas eferentes). La sustancia blanca (parte externa de la médula espinal), forma fascículos (se agrupan y forman cordones medulares) por los que ascienden o descienden los estímulos a través de los axones; los 2 cordones dorsales (derecho e izquierdo) están independizados por un tabique fibroso llamado septo mediano dorsal, los cordones ventrales (derecho e izquierdo) están separados por la fisura media ventral y se comunican por la comisura blanca; los cordones laterales se sitúan entre el asta dorsal y ventral (Aige, 2002).

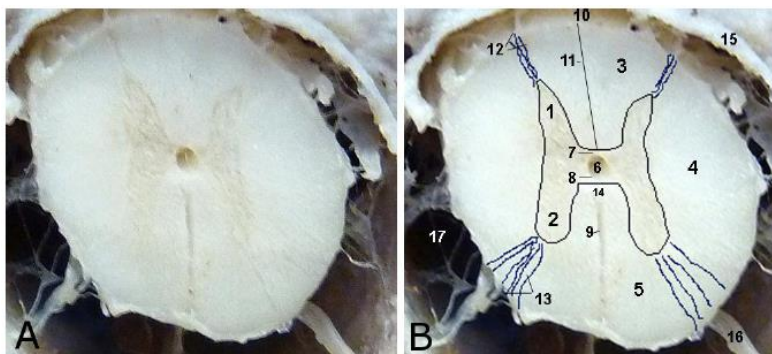


Imagen 3. Corte transversal de la médula espinal de un perro (A) en el interior del canal vertebral (corte a nivel del axis). (B) sustancia gris medular (con forma de H), las raíces espinales y el septo mediano dorsal. 1 Astas dorsales. 2 Astas ventrales. 3 Cordones dorsales. 4 Cordones laterales. 5 Cordones ventrales. 6 Canal central de la médula. 7 Comisura gris dorsal. 8 Comisura gris ventral. 9 Fisura ventral. 10 Surco mediano dorsal. 11 Septo mediano dorsal. 12 Surcos laterales dorsales y raíces espinales dorsales. 13 Surcos laterales ventrales y raíces espinales ventrales. 14 Comisura blanca. 15 Duramadre. 16 Aracnoides. 17 Cavidad subaracnoidea.

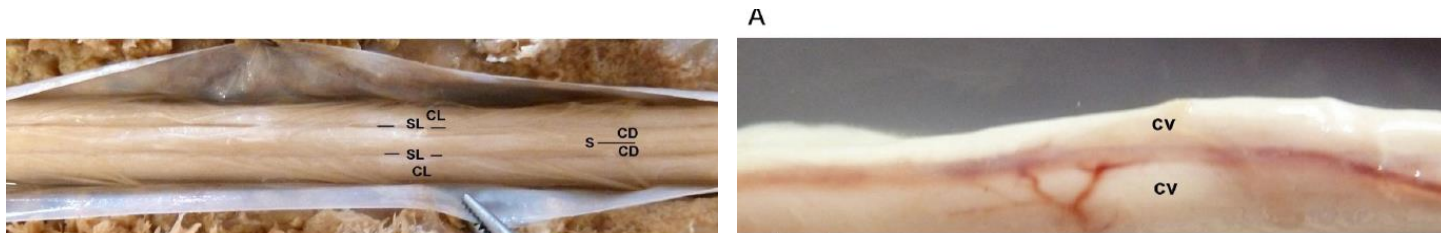


Imagen 4. Vista dorsal de la médula espinal del perro *in situ* (A), abierta la duramadre. Se han señalado las siguientes estructuras: Surco mediano dorsal (S). Surcos laterales dorsales (SL). Cordones dorsales (CD). Cordones laterales (CL). Se puede observar la salida de las raíces espinales dorsales. Vista ventral de la médula espinal de un perro, aislada (B) para mostrar la arteria espinal ventral alojada en la fisura mediana ventral. También se identifican los cordones ventrales (CV) a ambos lados de la arteria.

### 1.5.2. Meninges

La médula espinal está rodeada por las meninges, que son unas membranas conjuntivas cuya función es ofrecer protección mecánica y biológica a la médula espinal. Son tres capas, duramadre, aracnoides y piamadre (Rojo y González, 2012).

La piamadre es una fina membrana muy vascularizada que se encuentra íntimamente unida a la médula espinal, a las raíces espinales, al filamento terminal y se continúa con la aracnoides. Forma los ligamentos dentados, que constituyen la fijación de la médula espinal a la duramadre (Aige, 2002; Boyd y Paterson, 2008).

La membrana intermedia es la aracnoides, es una capa muy fina que recubre no solo a la médula espinal, sino a las raíces espinales. Se mantiene unida a la duramadre por la presión que ejerce el líquido cefalorraquídeo que ocupa el espacio subaracnoideo (espacio entre el aracnoides y la piamadre) (Aige, 2002; Rojo y González, 2012).

La capa más externa y fuerte corresponde a la duramadre que envuelve por completo a la médula espinal y también a las raíces espinales dorsales y ventrales hasta el foramen intervertebral. Caudalmente, la duramadre se adelgaza y forma parte del filamento terminal, insertándose en el periostio de la 6ª o 7ª vértebra caudal (Rojo y González, 2012; Budras *et. al.*; 2002).

El espacio entre el periostio de las vértebras y la duramadre se llama espacio epidural y está ocupado por tejido adiposo, el ligamento longitudinal dorsal (se extiende en el suelo del canal vertebral desde el diente del axis hasta las vértebras caudales), el plexo venoso vertebral interno, y el ligamento intercapital (Aige, 2002; Boyd y Paterson, 2008; Fariña y Smith, 2011).

### 1.5.3. Estructura funcional de la médula espinal

Cuando una vértebra se une una con otra, forman forámenes o agujeros intervertebrales por donde pasan vasos sanguíneos y nervios espinales. Las raíces de los nervios espinales discurren un corto trayecto dentro del canal medular antes de salir, así, por cada vértebra sale un par de nervios. En el perro tendremos 8 segmentos cervicales, debido a que el primer par de nervios sale por delante de la primera vértebra cervical, 13 torácicos, 7 lumbares, 3 sacros y un número variable de segmentos caudales. (Donaires, 2010). Funcionalmente la médula la podemos dividir en 4 partes de C1-C5, C6-T2 (intumescencia cervical), T3-L3, L4-S3 (intumescencia lumbar). El plexo braquial y el plexo lumbosacro se forman a partir de nervios que provienen de las intumescencias respectivamente (Aige, 2002; Budras *et. al.*; 2002).

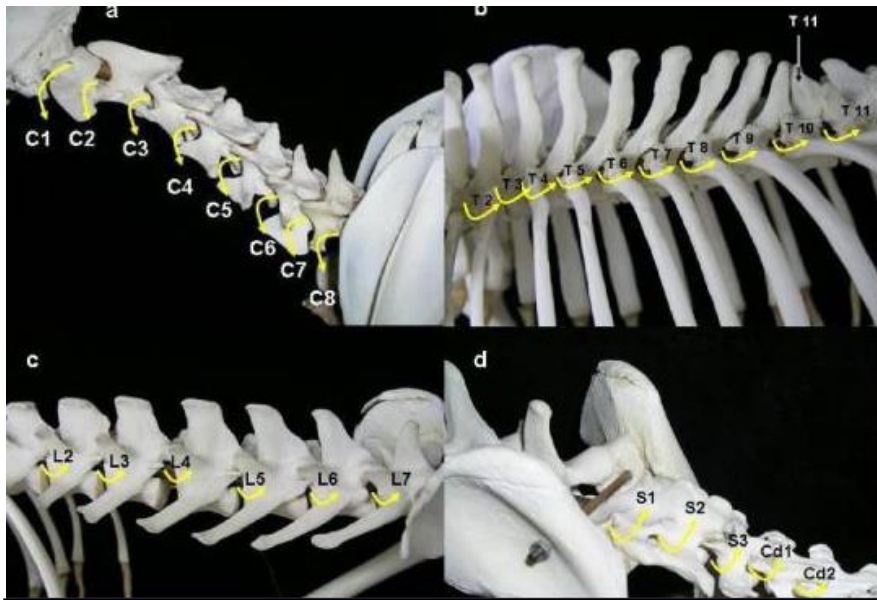
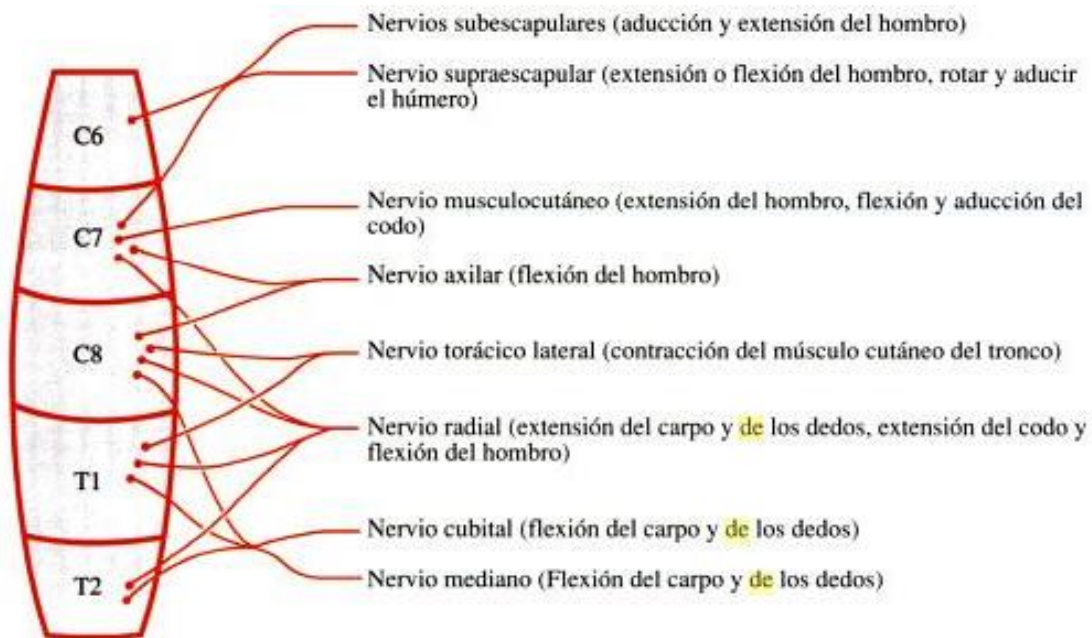


Imagen 5. Se muestran las imágenes de la porción cervical (a), torácica (b), lumbar(c), y sacrocaudal (d) de la columna vertebral del perro con los nervios

Los segmentos espinales de C<sub>1</sub>-C<sub>5</sub> se localizan entre la 1<sup>o</sup> y la 4<sup>o</sup> vértebras cervicales; los segmentos de C<sub>6</sub>-T<sub>2</sub> se encuentran entre 5<sup>o</sup> vértebra cervical y la 1<sup>o</sup> Torácica; los segmentos de T<sub>3</sub>-L<sub>3</sub> entre la 2<sup>o</sup> torácica y la 3<sup>o</sup> lumbar; los segmentos lumbares L<sub>4</sub>-S<sub>3</sub> encuentran entre la 3<sup>o</sup> y 6<sup>o</sup> vértebras lumbares. Por lo general los segmentos L<sub>4</sub>-L<sub>7</sub> se encuentran entre las vértebras lumbares 3 y 4; los segmentos S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub> se encuentran a nivel de la vértebra lumbar 5 (Aige, 2010).

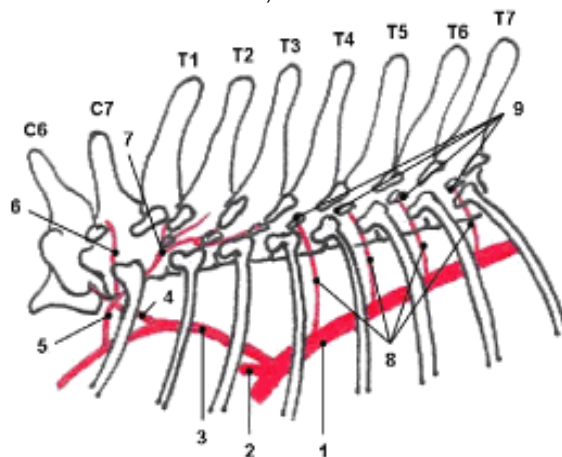


Esquema 6. Se señalan los nervios que forman el plexo braquial y sus funciones

#### 1.5.4. Vascularización de la médula espinal

##### ➤ Arterias

La médula espinal recibe su aporte sanguíneo a través de ramos espinales de la arteria vertebral, la arteria vertebral torácica, las arterias intercostales dorsales y la aorta. La arteria vertebral (rama de la arteria subclavia) vasculariza a la médula espinal cervical, la arteria vertebral torácica (rama del tronco costocervical) aporta sangre a los primeros segmentos torácicos, las arterias intercostales dorsales (ramas de la aorta) forman ramos espinales que se introducen en el canal vertebral por los agujeros intervertebrales y aportan sangre al resto de los segmentos espinales torácicos (Aige, 2010; Boyd y Paterson, 2008; Budras *et. al.*; 2002).



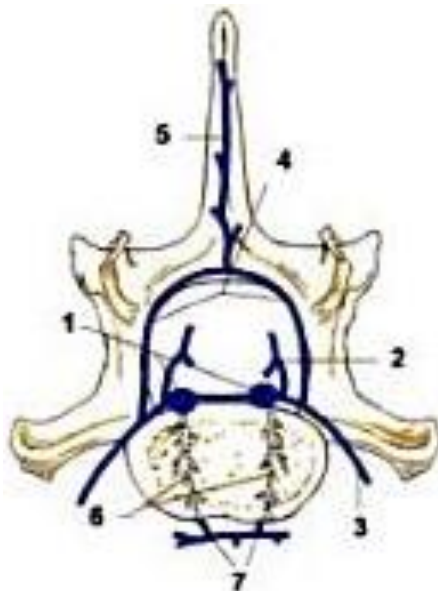
Esquema 7. Esquema de las arterias que vascularizan la médula espinal cervical y torácica. 1. Aorta, 2. Tronco braquiocefálico, 3. Arteria subclavia izquierda, 4. Arteria vertebral, 5. Tronco costocervical, 6. Arteria escapular dorsal, 7. Arteria torácica vertebral, 8. Arterias intercostales dorsales, 9. Ramos espinales

##### ➤ Venas

Plexo venoso vertebral interno ventral; también llamado seno vertebral, representa la continuación de los senos basílicos intracraneales, está formado por dos venas paralelas situadas a ambos lados del ligamento longitudinal dorsal, recorren el suelo del canal vertebral; reciben las venas espinales que acompañan a las raíces de los nervios espinales, y a las venas basivertebrales (se originan en el interior de los cuerpos vertebrales). Las venas intervertebrales; situadas a nivel de los agujeros intervertebrales, comunican el plexo vertebral interno ventral con los plexos vertebral externo dorsal y externo ventral. Los ramos venosos interarcuales se forman a partir de las venas intervertebrales en el interior del canal vertebral, atraviesan el ligamento amarillo uniéndose a las venas interespinosas (Aige, 2010; Boyd y Paterson, 2008).

Plexo vertebral externo dorsal formado por anastomosis entre venas intervertebrales e interespinosas (Aige, 2010; Climent, 1998).

Plexo vertebral externo ventral formado por anastomosis venosas ventrales a los cuerpos vertebrales (Aige, 2010; Climent, 1998).



Esquema 8. Esquema del sistema venoso de la médula espinal.  
 1. Plexo vertebral interno ventral, 2. Venas espinales, 3. Vena intervertebral, 4. Ramos interarcuales, 5. Vena interespinosa, 6. Venas basivertebrales, 7. Plexo vertebral externo ventral

## 2. FISIOPATOLOGÍA DE TRAUMA MEDULAR AGUDO

### 2.1. Discopatía cervical

A pesar de que la enfermedad de disco intervertebral es considerada una patología degenerativa, al momento de la ruptura del disco intervertebral el material fibrinocartilaginoso del núcleo pulposo golpea violentamente a la médula espinal, provocando un trauma espinal agudo (Tello, 2007).

La discopatía cervical se caracteriza por un súbito dolor en el cuello, hiperestesia en cuello y miembros torácicos, espasmos de dolor en los músculos del cuello y paraplejía (Díaz, 2007; Reece, 2009).

#### 2.1.1. Hansen tipo 1

La lesión constituye la ruptura de la porción dorsal del anillo fibroso y extrusión aguda del material discal (núcleo pulposo) a través o alrededor del ligamento longitudinal dorsal, que impacta la médula espinal. Esto puede desencadenar en un fenómeno isquémico en la médula debido a la hemorragia y edema. Esta patología sucede por una metaplasia de tipo condroide donde hay pérdida de agua del núcleo pulposo debido en parte a una disminución de la concentración de proteoglicanos. La diferenciación entre el núcleo pulposo y el anillo fibroso poco a poco se vuelve menos aparente, y la separación física de las estructuras es casi imposible. La mayoría de los pacientes presenta paresia grave o paraplejía. Las principales razas afectadas son las condrodistróficas, donde se pueden mencionar dachshund, cocker, pekinés, beagle y poodle toy, entre otras. El disco afectado más comúnmente es el C<sub>2</sub>/C<sub>3</sub> (Villarreal, 2008).

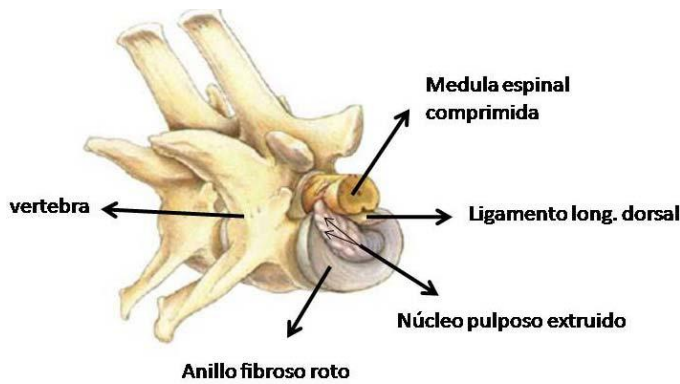
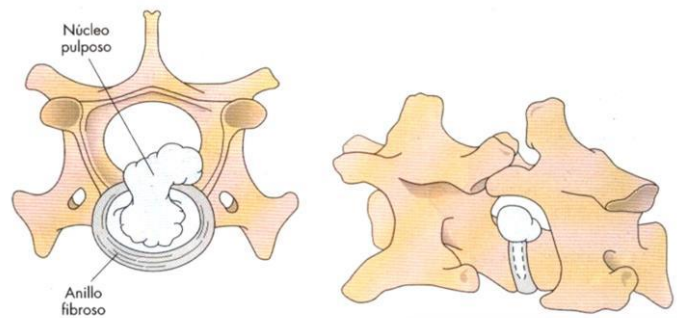


Imagen 6. Se muestra un corte transversal de columna vertebral donde se aprecia el disco intervertebral herniado, se rompe el anillo fibroso y sale el contenido del núcleo pulposo al canal vertebral comprimiendo la médula espinal.



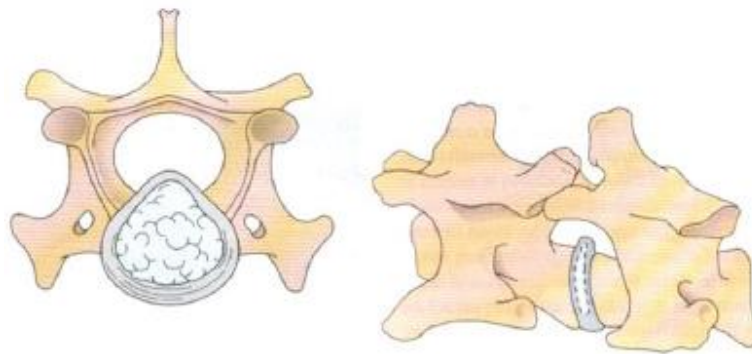
Esquema 9. Se observa extrusión de disco cervical tipo I

### 2.1.2. Hansen tipo II

Corresponden a un fenómeno crónico y progresivo donde se produce una metaplasia de tipo fibroide que se presenta normalmente en un solo disco de la columna vertebral y además en perros de edad avanzada (entre los 7 y 12 años de edad). La protrusión del disco intervertebral (sin ruptura del anillo) es debido a la debilitación de las fibras dorsales, el anillo presenta un abultamiento de la porción dorsal causando presión sobre el ligamento longitudinal dorsal, esta presión es transmitida a la médula espinal. Las principales razas afectadas son aquellas no condrodistróficas, donde se pueden mencionar ovejero alemán, rottweiler y labrador, entre otras. El disco afectado más comúnmente es el C6/C7 (Villarreal, 2008).

En los casos de extrusión tipo I los signos clínicos aparecen de forma aguda, con dolor, déficit neurológico y parálisis. En los casos de protrusión tipo II el cuadro clínico es menos dramático, y suele cursar con un cuadro progresivo de ataxia y déficit neurológico (García, 2013).

La fuerza y el volumen del material discal extruido causan la compresión y concusión de la médula espinal, induciendo una serie de eventos fisiopatológicos en el segmento espinal comprometido (vasculares, inflamatorios y neuroquímicos), que conducen a deficiencias neurológicas (Donaires, 2010).



Esquema 10. Se observa la protrusión de disco cervical tipo II

## 2.2. Lesión primaria o inicial

El mecanismo inicial de lesión espinal corresponde a la lesión primaria, en la cual puede ocurrir disrupción o pérdida de funciones cuerpos neuronales, y estructuras de soporte como las células de la glía y los elementos vasculares, resultando estos cambios en interrupción anatómica o fisiológica de los impulsos nerviosos. Los impulsos nerviosos en la zona lesionada pueden estar interrumpidos debido al incremento de presión sobre las fibras nerviosas que conlleva a cambios fisiopatológicos incluyendo isquemia, hemorragia y edema (Pellegrino, 2010).

Cualquier cambio en el diámetro del canal vertebral puede ocasionar desplazamiento de la médula espinal, compresión, deterioro del flujo sanguíneo medular e incremento de la presión intraespinal. El trauma mecánico tiende a dañar primordialmente la sustancia gris central. Habitualmente se producen hemorragias dentro de la médula espinal, y su flujo sanguíneo se altera, posterior a la lesión inicial. Todos estos eventos inician un proceso de daños que son más perjudiciales para la médula, lo que se conoce como lesión secundaria (Pellegrino, 2010; Braund; 2004; Winter, 2011).



Imagen 7. Trauma de la articulación atlantoaxial, fractura de la porción del arco dorsal del axis.

## 2.3. Lesión secundaria

Posterior a la lesión primaria suceden una serie de cambios vasculares y metabólicos. Después del trauma medular se produce una disminución de la perfusión tisular espinal afectando inmediatamente a la sustancia gris y posteriormente a la sustancia blanca, induciendo isquemia e hipoxia tisular. La sustancia gris por su estructura histológica se comprime con mayor facilidad, debido a que sus fibras nerviosas son fácilmente separadas por fluidos y sangre, y por otro lado, al ser la duramadre menos elástica se produciría un incremento de la presión intramedular por la hemorragia y edema, aunque la sustancia gris reciba un flujo de sangre muy superior al de la sustancia blanca (5:1), las necesidades metabólicas pueden exceder el flujo de sangre disponible. (Donaires 2010, Tello, 2007; Braund, 2004; Caballero y Nieto, 2005; Winter, 2011)

Al producirse la isquemia se afecta la integridad del endotelio microvascular, lo que lleva a la apertura de las uniones endoteliales dando como resultado la diapédesis de células sanguíneas, extravasación de proteínas y electrolitos a través de la vasculatura dañada hacia la zona lesionada.



Dentro de las sustancias que contribuyen a reducir el flujo microcirculatorio están los leucotrienos, tromboxanos, el factor activador de plaquetas, prostaglandinas, noradrenalina, endorfinas y serotonina. La interrupción del flujo sanguíneo propicia la formación de edema, el cual se ve primero en la porción central de la medula espinal expandiéndose luego de manera centrifuga a la sustancia blanca. El edema comprime el tejido y produce una variación anormal en las concentraciones de electrolitos, aumentando la liberación de iones  $K^+$  al líquido extracelular y de iones  $Ca^{++}$  y  $Na^+$  al intracelular. Al verse alterado este gradiente iónico, cesa rápidamente la conducción de impulsos nerviosos (Donaires, 2010; Ballesteros, *et al.*, 2012; Braund, 2004).

El incremento del  $Ca^{2+}$  libre intracelular, activa diversas proteasas y fosfolipasas que a su vez destruyen los componentes celulares, entre ellos la mielina, con lo que se favorece el proceso desmielinizante (Pellegrino, 2010; Caballero y Nieto, 2005; Soberanes, 1999).

Por la disminución del flujo sanguíneo medular en un periodo no mayor a 24 horas se da la activación de las fosfolipasas dependientes de calcio, lo que produce la formación del ácido araquidónico cuya metabolización produce prostaglandinas, tromboxanos, leucotrienos y radicales libres de oxígeno, que en conjunto provocan vasoconstricción promoviendo así, el daño tisular e inflamación (Tello, 2007; Reece, 2009).

Debido a la hipoxia celular se afecta el funcionamiento normal de la bomba de  $Na^+/K^+$  ATPasa dependiente, que se torna incapaz de mantener concentraciones intra y extracelulares normales de  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$  y  $H_2O$  (Pellegrino, 2010; Caballero y Nieto, 2005).

La elevación de calcio y de potasio contribuye también a la destrucción neuronal favoreciendo la liberación excesiva de aminoácidos como el glutamato y aspartato cuya liberación en grandes cantidades da lugar a un fenómeno conocido como excitotoxicidad (Donaires, 2010; Reece, 2009).

El incremento de la concentración del  $Ca^{2+}$  intracelular de aproximadamente el doble de su valor inicial, origina una brusca despolarización de la membrana. El glutamato estimula receptores NMDA (N-Metil-D-Aspartato) y AMPA. La estimulación del receptor AMPA aumenta la concentración de  $Na^+$  intracelular y ocasiona edema citotóxico, la activación de los receptores NMDA produce la entrada de  $Ca^{++}$  que conducirá a la muerte de células nerviosas (neuronas) (Pellegrino, 2010).

Como consecuencia de la lesión neuronal, la neurona afectada libera cantidades reducidas de glutamato y la neurona que no está dañada recibe sólo una pequeña cantidad de  $Na^+$ , esto hace que la comunicación neuronal se encuentre disminuida conduciendo a la falta de impulso y alteraciones de las funciones motoras (Donaires, 2010; Ballesteros, *et al.*, 2012; Soberanes, 1999).

La peroxidación lipídica, aunque aparece de forma precoz tras el impacto, se prolonga y aumenta en intensidad durante las horas siguientes al traumatismo. Inducida por los radicales libres, es la base molecular más importante de la degeneración neuronal postraumática, tanto a nivel cerebral como medular. Produce daño microvascular, que agrava la isquemia, y contribuye en forma directa a la degradación de los axones y la mielina (Pellegrino, 2010; Ballesteros, *et al.*, 2012; Caballero y Nieto, 2005; Soberanes, 1999).

Los radicales libres son sustancias químicamente activas, que se generan del metabolismo normal de la célula. Son eliminados por moléculas antioxidantes de bajo peso molecular como la vitamina E (alfa-tocoferol), y vitamina C (ac. Ascórbico), sin embargo en pacientes con trauma medular los

mecanismos de autorregulación se encuentran dañados. Entre los radicales libres más importantes tenemos al anión superóxido, peróxido de hidrógeno, y el radical hidroxilo, que son los causantes de la peroxidación lipídica de la médula espinal durante la isquemia (Donaires, 2010; Ballesteros, *et al.*, 2012; Caballero y Nieto, 2005; Soberanes, 1999).

La presencia de gran cantidad de hierro en el tejido nervioso y su liberación a través de la hemorragia que se desarrolla durante el evento traumático, tiene varias implicaciones, como la transformación de radicales superóxido y peróxido de hidrógeno a radicales hidroxilo que son mucho más dañinos, al unirse con la dopamina, determina la apoptosis del tejido nervioso (Donaires, 2010).

#### 2.4. Lesión del segmento cervical

Paresia o plejía (de las 4 extremidades o de extremidades de un mismo lado), caracteriza la lesión de los niveles medulares craneales, con signos de neurona motora superior (NMS) en los miembros pelvianos y en los miembros torácicos (Betancourt, 2011, Pellegrino, 2010; Díaz, 2015).

El tono muscular y los reflejos pueden estar normales o incrementados, al extremo de una rigidez extensora pronunciada. El cuadro clínico varía desde ataxia en los 4 miembros hasta tetraplejía, deficiencia o ausencia de reacciones posturales en todos los miembros, pérdida variable de la nocicepción y desde hipoalgesia hasta analgesia hacia caudal del nivel de la lesión (Pellegrino, 2010).

Puede detectarse la presencia de reflejos anormales como el reflejo extensor cruzado o el reflejo extensor de los dedos. Puede llegar a presentarse un síndrome de Horner de primer orden. Los animales ambulatorios se encuentran atáxicos. Puede haber incontinencia urinaria (Betancourt, 2011; Díaz, 2015; Reece, 2009).

Puede haber manifestaciones de dolor a la palpación o manipulación cervical, y suele estar reducida la flexión/extensión de la cabeza. Los músculos del cuello pueden mostrar contracciones espasmódicas, con notoria contractura y rigidez de la región cervical, que cuando es lateralizada puede provocar un desvío del cuello y de la cabeza hacia el lado de la lesión (Pellegrino, 2010; Gutiérrez, 2014).

### 3. EXÁMEN NEUROLÓGICO ORIENTADO A LESIÓN MEDULAR

La meta del examen neurológico es la de establecer la existencia y la localización de una lesión. Es frecuente afecciones propioceptivas, donde se puede involucrar al sistema vestibular, al cerebelo o a la médula espinal (Santoscoy, 2008).

El examen neurológico se inicia observando la marcha del animal, para buscar signos de ataxia, paresia o plejía. La ataxia es una incoordinación y se deriva de un déficit sensitivo. La paresia es una debilidad e implica pérdida parcial de movimientos voluntarios, y se deriva de un déficit motor. La plejía implica una ausencia total de movimientos voluntarios, es decir una parálisis total (Donaires, 2010).

### 3.1. Exploración de la motricidad (Postura y Marcha)

La actitud es la "postura corporal", o sea la correcta posición del cuerpo en el espacio (cabeza, cuello, tronco, extremidades y cola). El animal se orienta en el espacio mediante los sistemas vestibular, visual e información propioceptiva. La integración de éstos, junto con el aparato locomotor permite que el sujeto pueda mantener una actitud normal en estática, en decúbito y en la marcha. Las actitudes anormales son consecuencia de afecciones neurológicas o bien problemas del sistema musculoesquelético (Brejov, 2013).

La evaluación de la marcha y postura es esencial para la localización de la lesión medular. Una rigidez en el cuello o un dorso arqueado en los perros es por lo general indicativo de dolor en la columna vertebral (Parent, 2010).

El mantenimiento de una postura adecuada y el desarrollo de una marcha sin alteraciones, implica un aparato locomotor normal, además del correcto funcionamiento de los receptores propioceptivos localizados en tendones, músculos y articulaciones. Para su evaluación, se debe hacer caminar, correr y girar al paciente en diferentes direcciones (Alvarez, 2008).

#### 3.1.1. Actitudes en estación

Un animal normal se para sobre sus cuatro miembros separados entre sí en un ancho parecido al de hombros y cadera, distribuyendo el peso corporal equitativamente entre ellos, con la cabeza derecha y en la misma línea que el raquis. Las lesiones cerebelares, del tallo encefálico o vestibulares unilaterales, se manifiestan con una amplia base de sustentación (miembros muy separados entre sí), pérdida del equilibrio, e inclinación cefálica hacia el lado de la lesión (Brejov, 2013).

#### 3.1.2. Actitudes en marcha

La exploración de las actitudes en la marcha se efectúa mediante la inspección del desplazamiento voluntario, libre y sin correa del paciente, sobre un piso no deslizante, en piso duro y en piso blando. Muchas veces el déficit neurológico es sutil, por lo cual se somete al animal a caminar en un plano inclinado, a marchas concéntricas y excéntricas, a fin de que los signos sean evidentes (Brejov, 2013).

#### 3.1.3. Alteraciones de la marcha

##### *Debilidad en la marcha (paresia – parálisis)*

Los trastornos de cualquier origen que alteran la marcha normal se manifiestan con un déficit motor. Cuando la pérdida del movimiento es parcial se denomina paresia y se manifiesta generalmente con el arrastre o disminución del arco de elevación del paso de o los miembros afectados. Cuando la pérdida del movimiento es total, se denomina parálisis. Debe realizarse el diagnóstico diferencial entre paresias de origen neurológico de paresias extraneurológicas (cardíacas, metabólicas, etc.). La paresia y la parálisis se clasifican según el tono muscular y la cantidad de miembros afectados (Brejov, 2013; Bosch, 2013).

Según el tono muscular, se clasifican en parálisis espástica y parálisis flácida, y frecuentemente se presentan en lesiones medulares lumbosacras afectando los miembros pelvianos (Brejov, 2013; Bosh, 2013).

En parálisis espástica la lesión asienta en la NMS o los tractos ascendentes o descendentes, se presenta con la actitud de perro sentado, miembros pelvianos rígidos, dirigidos hacia delante y aumento del tono muscular (hipertonía) (Brejov, 2013).

La parálisis flácida se presenta en lesión de NMI. El animal se halla con los miembros pelvianos hacia atrás: actitud de foca, disminución del tono muscular (atonía o hipotonía) (Brejov, 2013).



Imagen 8. Actitud de perro sentado



Imagen 9. Actitud de Foca

Tabla 2. Se muestra la parálisis según miembros afectados

PARÁLISIS	CANTIDAD DE MIEMBROS
Cuadriplejía o tetraiplejía	Cuatro miembros
Paraplejía	Miembros pelvianos
Braquiplejía	Miembros torácicos
Hemiplejía	Mitad lateral del cuerpo
Monoplejía	Un solo miembro

Ataxia; es la incoordinación en la marcha, lo que ocasiona irregularidad en el accionar de los músculos, se caracteriza por una marcha bamboleante, o como la incapacidad de lograr el **desplazamiento a través de una línea recta**. La presencia “paso de tijera” (cruzamiento de extremidades) es característico, y puede presentarse en extremidades torácicas o en pélvicas. En afección medular es frecuente que se aprecie debilidad muscular (paresia), debido a alteraciones de las vías motoras (Santoscoy, 2008, Platt y Olby, 2013).

### 3.1.4. Actitudes en el decúbito

Luego de realizar las marchas, se deja que el animal adopte la posición de reposo, se observa la actitud de descanso que adopta el sujeto. Algunos animales rechazan sentarse, manteniéndose en estación. Entre las alteraciones más frecuentes se encuentran:

El opistótono es provocado por un espasmo muscular en cuello, se caracteriza por el decúbito lateral, rigidez extensora de los miembros torácicos. Se presenta en lesiones rostrales al tallo encefálico y por lesiones de medula espinal (Brejov, 2013).

La rigidez por descerebración, las lesiones encefálicas, o en los tractos descendentes determinan, pérdida del control moderador central sobre la médula. Se observa rigidez extensora en los cuatro miembros, cabeza, cuello, cola y estado de coma (Brejov, 2013, Platt y Olby, 2013).



Imagen 10. Se observa rigidez por descerebración

La rigidez por descerebelación: ocurre en lesiones agudas de cerebelo y se caracteriza por extensión de miembros torácicos. El animal conserva la conciencia y también la nocicepción (sensibilidad dolorosa) en las cuatro extremidades. (Brejov, 2013, Platt y Olby, 2013)

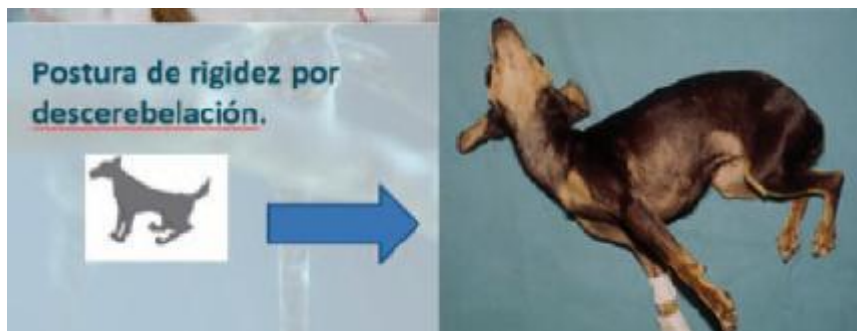


Imagen 11. Se observa rigidez por descerebelación

Síndrome de schiff-sherrington: Se presenta después de una lesión aguda de médula toracolumbar, involucra los segmentos T3 y L4, las extremidades pélvicas están frecuentemente hipotónicas, se une paraplejia caudal con hipertonía de las extremidades torácicas, se asocia con lesión medular severa, pero no implica necesariamente un mal pronóstico (Betancourt, 2009; Platt y Olby, 2013)).



Imagen 12. Síndrome o postura de Schiff-Sherrington

### 3.2. Reacciones posturales

Una reacción es una respuesta consciente que requiere la integración de la corteza cerebral. Las reacciones posturales son respuestas a la modificación forzada de la actitud normal en estación, a fin de mantenerse en la actitud adecuada. A través de reacciones posturales se exploran las vías ascendentes sensoriales, descendentes motoras, arco reflejo medular, nervios espinales, segmento medular correspondiente, cerebro y cerebelo. Las reacciones comprenden varias pruebas de las que el clínico seleccionará cual o cuales realizar, según el tamaño y temperamento del animal, tratando de no agravar la lesión ni dañar al paciente (Brejov, 2013).

La prueba de salto y el posicionamiento propioceptivo son realizados de rutina por su fácil ejecución en todos los tamaños de perros y gatos. Las pruebas deben ser hechas apropiadamente y los resultados interpretados con el resto de hallazgos neurológicos. La reacción del posicionamiento propioceptivo después de la evaluación de la marcha, es una de las mejores pruebas para evaluar la propiocepción en los perros ambulatorios (Parent, 2010).

#### 3.2.1. Propiocepción consiente distal

Se deben flexionar los dedos de cada extremidad, de tal forma que el paciente apoye con el dorso de estos. La respuesta normal es cuando el paciente corrige, y los coloca en la posición correcta inmediatamente, dicha información es enviada a través de la médula al cerebro. Si es retardada o el paciente no adopta la postura correcta, significa que existe una lesión en alguna de las vías aferentes, centros nerviosos o vías eferentes (Alavez, 2008).



Imagen 13. Prueba de propiocepción, flexionando los dedos de las extremidades y con hoja de papel para evaluar el desplazamiento hacia lateral

#### 3.2.1. Propiocepción consiente proximal

Se evalúa colocando una hoja de papel o un cartón debajo del miembro a examinar para desplazarlo lateralmente, la respuesta normal es regresar el miembro a la posición correcta. La deficiencia de propiocepción consiente es uno de los signos más precoces de lesión medular, debido a que las fibras que conducen esta modalidad sensitiva son de un diámetro grande y susceptibles a daño por compresión medular (Díaz, 2007).

### 3.2.2. Prueba de carretilla.

Esta prueba se realiza levantando el tren pelvianos del animal, de manera que todo su peso lo soporten las extremidades torácicas y se le obliga a caminar. La respuesta normal son movimientos simétricos de los miembros torácicos para poder desplazarse hacia adelante. (Lara, 2013)

Los movimientos exagerados (dismetría) pueden indicar problemas a nivel del segmento medular cervical, tallo cerebral, o anomalías del cerebelo. (Sanyoscoy, 2008)



Imagen 14. Prueba de carretilla

### 3.2.3. Prueba del salto.

Se deben levantar tres miembros del paciente, dejando una extremidad como único punto de apoyo en el piso. El paciente es movido hacia adelante, atrás y a los lados. La respuesta normal, es un salto en la dirección de desplazamiento en un intento de mantener la extremidad debajo del cuerpo para sostenerse. (Alvaez, 2008)

Da resultados más significativos en miembros torácicos que en pélvicos, es importante señalar que la prueba tiene valor en el desplazamiento lateral. (Santoscoy, 2008)

El déficit en esta prueba implica una ausencia o un retraso en el salto, o una recolocación anormal de la extremidad. (Raurell y Morales, 2007)



Imagen 15. Prueba de salto

### 3.2.4. Posicionamiento táctil y Visual

Se sostiene al animal con los brazos alrededor de la pared torácica, se le aproxima hacia el borde de una mesa con los ojos vendados, dejando que la parte distal de las extremidades torácicas haga contacto con el borde, la respuesta normal es el apoyo inmediato de los dedos sobre la superficie, la prueba debe repetirse con cada una de las extremidades. (Bosco, 2014)

Se repite la acción anterior, pero con los ojos descubiertos (reacción visual), para que el animal pueda ver la mesa, la respuesta normal es la colocación del miembro antes de que haga contacto con el borde. (Lara, 2013)



Imagen 16. Posicionamiento táctil



Imagen 17. Posicionamiento visual

### 3.2.5. Prueba extensora de empuje.

Se toma el cuerpo del paciente por la región axilar levantándolo para que no tenga ningún contacto con el suelo, después se baja lentamente hacia el suelo. La respuesta normal es la inmediata extensión de los miembros pelvianos con el fin de soportar el peso, dando pequeños pasos hacia atrás. La falta de respuesta de solamente un miembro sugiere una lesión ipsilateral de la médula espinal, sistema vestibular o nervios periféricos (Alvaez, 2008).

Es importante mencionar que los principales tractos nerviosos extensores que viajan por la médula espinal, son el tracto *vestibuloespinal* y *reticuloespinal*. Cuando realizamos estas pruebas evaluamos estos dos tractos y los nervios periféricos involucrados (Bosco, 2014).



Imagen 18. Prueba extensora de empuje

### 3.2.6. Prueba de la hemimarcha-hemiestación

Estas pruebas se realizan levantando un miembro torácico y un miembro pélvico del mismo lado (hemiestación), permitiendo el apoyo de las otras dos extremidades, haciendo caminar al paciente en las cuatro direcciones (hemilocomoción). Si no hay alteración, la posición de los miembros será perpendicular al cuerpo, se desplazara con firmeza y con movimientos coordinados (Lara, 2013; Díaz, 2007). Se considera como respuesta anormal, aquella en que el paciente camina con el dorso de las falanges, se aprecia un retraso en el posicionamiento de los miembros (Alvaez, 2008).



Imagen 19. Prueba de hemimarcha-hemiestacion



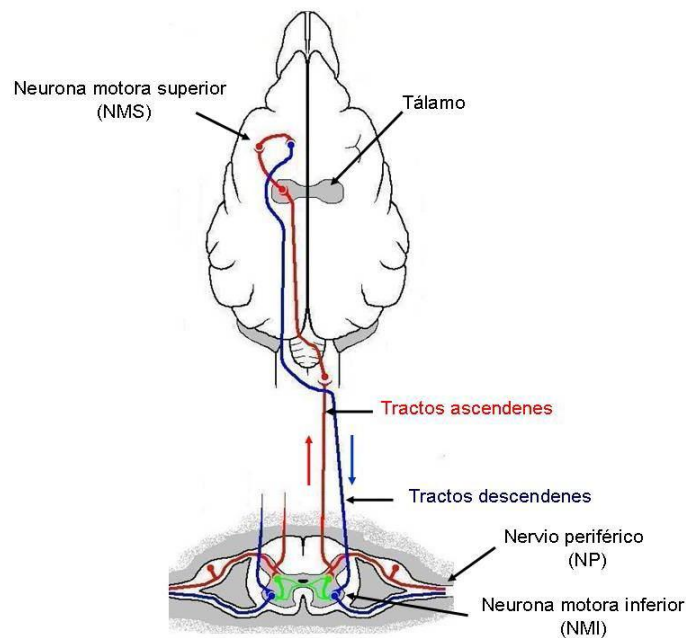
### 3.3. Exploración de los reflejos espinales

Los reflejos medulares son respuestas estereotipadas a determinados estímulos y constituyen la unidad básica de integración y función del sistema nervioso central (Díaz, 2007).

Los reflejos son respuestas involuntarias. La valoración de un reflejo espinal implica una respuesta integrada en la médula espinal, para esto un órgano receptor sensitivo se estimula y la información viaja a través de un nervio aferente (sensitivo). Este nervio sinapsia (conecta) directa o indirectamente a través de interneuronas con un nervio eferente (motor), que viaja hasta el órgano efector para estimularlo. La mayoría de los reflejos espinales se evalúan con el animal relajado y colocado en decúbito lateral (Alvaez, 2008).

El examen de los reflejos medulares es de suma importancia en la localización de disfunciones neurológicas, sobre todo a nivel de médula espinal y nervios periféricos. Debemos de tener en cuenta que los segmentos medulares no se encuentran en su mayoría sobre la vértebra de igual número (Díaz, 2007; Gutiérrez, 2014).

Es importante definir los conceptos de neurona motora superior (NMS) y de neurona motora inferior (NMI), para definir los signos clínicos que aparecen en las extremidades. Bajo el concepto de NMS se engloba al conjunto de neuronas que poseen el cuerpo celular en la sustancia gris de los centros superiores del encéfalo. Sus axones mielinicos forman tractos descendentes que viajan a la médula espinal donde hace sinapsis con la NMI. La NMI fluye por un segmento medular hasta la fibra nerviosa muscular correspondiente (Raurell y Morales 2007; Gutiérrez, 2014).



Esquema 11. Neurona motora superior y neurona motora inferior

La respuesta a los reflejos se evalúa de la siguiente manera:

0: ausente

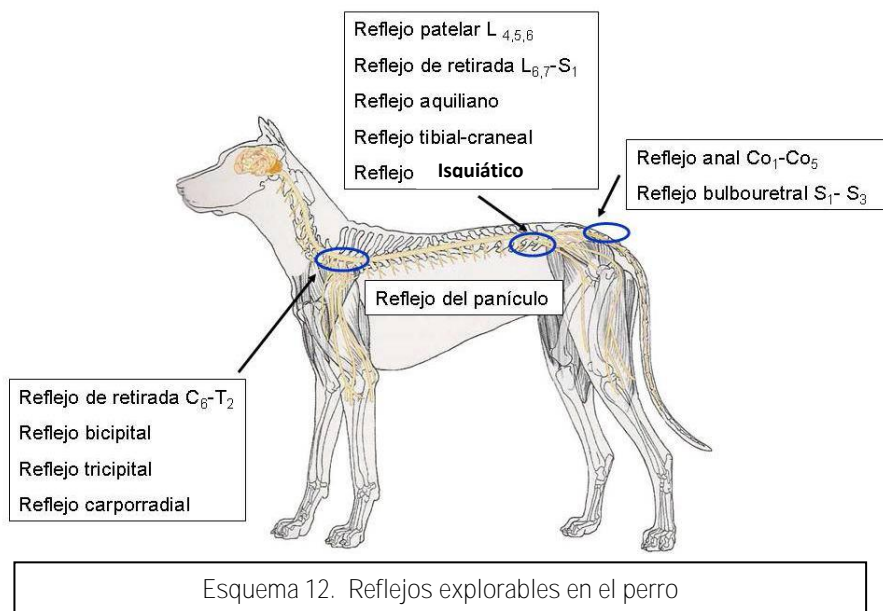
1+: deprimido

2+: normal

3+: hiperreflexia e hipertonicidad

4+: hiperreflexia e hipertonicidad con clonos

Los signos característicos de lesión en NMS son espasticidad, hipertonia, reflejos aumentados o normales, además de una atrofia lenta por desuso que se aprecia aproximadamente al mes. Los signos característicos de lesión en NMI son flacidez, hipotonía, y reflejos disminuidos o ausentes, además de una atrofia que se aprecia a partir de los 7 días (Raurell y Morales 2007; Gutiérrez, 2014).



Esquema 12. Reflejos explorables en el perro

### 3.3.1 Reflejos del miembro torácico

#### 3.3.1.1. Reflejo Bicipital

Se coloca un dedo sobre el tendón de inserción del músculo bíceps braquial y se percute sobre el dedo. La respuesta es una ligera flexión del codo (Raurell y Morales, 2007).

La vía aferente y eferente es el nervio musculocutáneo y su integración se establece en los segmentos medulares C6-C8 (Díaz, 2007).



Imagen 20. Evaluación del reflejo bicipital

#### 3.3.1.2. Reflejo Tricipital

El reflejo del tríceps se estimula percutiendo el tendón de este músculo y observando una pequeña extensión del codo (Bosco, 2014).

Las vías sensitiva y motora es el nervio radial y se integra en los segmentos medulares C7-T1 (Raurell y Morales, 2007).

El movimiento puede ser débil y no visible. Sin embargo el médico puede sentir la contracción muscular (Díaz, 2007).



Imagen 21. Evaluación del reflejo tricipital

### 3.3.1.3. Reflejo Extensor Carporadial

Con el codo y el carpo ligeramente flexionados, se percute sobre el tendón de origen del músculo carporradial distal al codo. La respuesta es la extensión del carpo. El nervio radial es la vía aferente y eferente, con cuerpos celulares en los segmentos medulares C7-T1 (Lara, 2013).

### 3.3.1.4. Reflejo Flexor, Podal o de Retirada

El reflejo de retirada se produce al presionar los dedos, cojinetes plantaras o la membrana interdigital, obteniendo como respuesta la flexión de la articulación con el fin de retirar la extremidad del estímulo. Para que se pueda observar este reflejo tiene que haber una integridad en los segmentos medulares C6-T2 (Díaz, 2007).

El reflejo de retirada en las extremidades torácicas valora los nervios radial, ulnar, mediano, musculo-cutáneo y axilar, la sensación se proporciona en la cara dorsal del miembro por el nervio radial, y en la cara palmar por el nervio mediano. En este reflejo la fuerza con que el animal retira el miembro varía en relación con la gravedad de la lesión, en la lesión de NMS el reflejo es débil pero completo (es decir, existe flexión de la articulación), mientras que en la lesión de NMI el reflejo es incompleto o ausente, (es decir, hay una disminución o ausencia en la flexión de las articulaciones) (Parent, 2010). Si el estímulo es intenso, además de la respuesta refleja de retirada o flexión, suele apreciarse una manifestación de dolor, ya que se evalúa a la vez la integración de informaciones nociceptivas que llegan a la corteza cerebral (Raurell y Morales, 2007).

## 3.3.2. Reflejos del miembro pelviano

En todos los reflejos el explorador sostiene el miembro del paciente en semiflexión de la articulación femorotibioapatelar (rodilla). Con estos reflejos se evalúan las NMI del plexo lumbosacro (L4-S2). (Brejov, 2013)

### 3.3.2.1. Reflejo Tibial Craneal

Con el paciente en decúbito lateral, se percute el extremo proximal de la tibia sobre el musculo, la respuesta es una ligera flexión del tarso, se valora en nervio peroneo, rama del nervio ciático. Involucra el segmento medular L6-L7 (Lara, 2013).



Imagen 22. Evaluación del reflejo tibial craneal

### 3.3.2.2. Reflejo Gastrocnemio o **aquiliano**

Manteniendo en semiflexión la articulación tibiotarsial, se percute sobre el tendón del músculo gastrocnemio, cerca de su inserción en el calcáneo. La respuesta es una leve extensión de la articulación del tarso. Al ser poco manifiesta la respuesta, se puede colocar el dedo sobre el tendón para palpar su contracción. El nervio que participa es el tibial, continuación del nervio isquiático, segmentos medulares L7-S1 (Brejov, 2013).



Imagen 23. Evaluación del reflejo gastrocnemio

### 3.3.2.3. Reflejo Patelar

Es el reflejo más confiable de interpretar en el miembro pelviano en caninos y felinos. Se percute sobre el ligamento patelar, entre la patela y el borde craneal de la tibia o cresta tibial. El nervio que participa es el nervio femoral, vía aferente y vía eferente, que se integra en los segmentos medulares L4-L6. La respuesta refleja alcanza el músculo cuádriceps femoral y se debe observar una extensión de la articulación de la rodilla (Raurell y Morales, 2007).



Imagen 24. Evaluación del reflejo patelar

### 3.3.2.4. Reflejo Flexor o de Retirada

Como sucede en la extremidad torácica, el reflejo se produce pinzando la membrana interdigital, presionando los dedos o cojinetes (Alvaez, 2008).

El reflejo de retirada en las extremidades pelvianas valora principalmente el nervio isquiático. Distalmente el nervio isquiático emite una rama, el nervio fibular (abarcando los segmentos espinales L6, L7), responsable de la flexión del corvejón y la extensión de los dedos. La continuación del nervio isquiático, el nervio tibial, (abarcando los segmentos medulares L7, S1), es responsable de la sensación de la parte lateral de la extremidad (Parente, 2010).

Al estimular la superficie dorsal de los dedos se envían estímulos vía nervio fibular, y al estimular la superficie plantar de los dedos se envían estímulos vía nervio tibial, al estimular el dedo medial se envía estímulos vía nervio safeno, rama del nervio femoral. La respuesta motora es por el nervio isquiático hacia los músculos flexores de la extremidad pélvica y se debe observar una flexión de toda la extremidad, al igual que en la extremidad torácica el estímulo puede ser doloroso y desencadenar además del reflejo, una respuesta de dolor. La disminución o ausencia de la flexión es un signo de NMI. Sugiere una localización en el SNP o en los segmentos medulares a nivel lumbosacro (Raurell y Morales, 2007).

Se debe observar si existe la extensión del miembro pelviano opuesto, de ser así esto se denomina reflejo extensor cruzado, lo que indicaría un daño en la neurona motora superior ipsilateral al lado que se extiende (Donaires, 2010).

### 3.4. Evaluación de ano y cola

Con el animal en cuadripedestación, se estimula la zona perineal, la respuesta normal es la contracción del esfínter anal externo y la flexión de la cola (Lara, 2013).

Este reflejo está mediado por el nervio pudendo, se origina en los segmentos medulares S1-S3. La contracción anal también se puede provocar apretando el pene en el perro o el clítoris en la perra (Alvaez, 2008).

La contracción del esfínter anal) es observable con la flexión de la cola pero es mejor valorada con la exanimación rectal (Parent, 2010).

Las lesiones en NMI suele desencadenar una hipotonía en el esfínter anal o un reflejo disminuido o ausente ya sea de forma unilateral o bilateral (Raurell y Morales, 2007).



Imagen 25. Reflejo anal

### 3.5. Reflejos Especiales

#### 3.5.1. Reflejo de Babinski o extensor de los dedos

Este reflejo consiste en tomar el miembro pelviano o torácico por encima del tarso o carpo manteniéndolo en ligera flexión. Con el mango del martillo percutor, pinza o hisopo, se toca con delicadeza la cara caudolateral del metatarso o metacarpo hasta los dedos. La respuesta esperada es una sutil flexión de los dedos. Se considera un reflejo positivo o signo de babinski si los dedos se extienden o se separan (Brejov, 2013; Platt y Olby, 2013). Su aparición sugiere una lesión en NMS (Díaz, 2007).

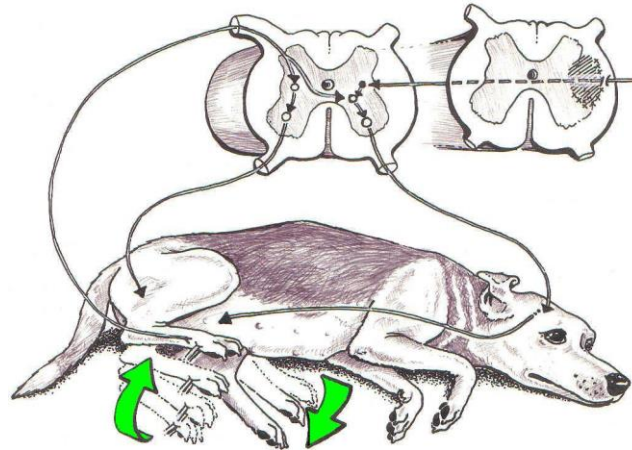


Imagen 26. Evaluación del reflejo babinski

### 3.5.2. Reflejo Extensor Cruzado

Se va a observar la extensión del miembro contralateral, en forma simultánea a la flexión del miembro donde se realizó el reflejo flexor o de retirada. Su presencia es anormal, e indica una lesión en la NMS en la región cervico torácica (Díaz, 2007).

En estado de normalidad, el sujeto distribuye el peso entre los cuatro miembros. Cuando camina, al flexionar un miembro, el peso corporal se incrementa sobre el miembro contra lateral, el cual se extiende. Pero en decúbito lateral el reflejo no debería estar presente (Brejov, 2013).



Esquema 13. Evaluación de reflejo extensor cruzado

### 3.5.3. Reflejo Cutáneo del Tronco o Panicular

Este reflejo es inducido pellizcando suavemente la piel del lomo a cada lado de la columna vertebral, se inicia en la zona lumbosacra y se desplaza cranealmente. Este reflejo es útil para localizar la zona de la médula espinal lesionada, ya que este reflejo se exagera hacia craneal de la lesión y disminuye o desaparece hacia caudal (Donaires, 2010; Platt y Olby, 2013).

La respuesta motora es el nervio torácico lateral y permitirá la contracción bilateral del músculo cutáneo del tronco (Raurell y Morales, 2007).

Este reflejo se presenta en la región toracolumbar (T2-L3) y está ausente en las regiones cervical y sacra. La ausencia de movimiento de la piel puede determinar una lesión medular craneal (un segmento antes) (Santoscoy, 2008).



Imagen 27. Prueba del reflejo cutáneo, se inicia en la zona lumbosacra y se desplaza cranealmente

### 3. 6. Sensibilidad

Según la International Association for the Study of Pain, define dolor como una experiencia sensorial desagradable, relacionada con daño a los tejidos. Es el resultado de la estimulación de terminaciones nerviosas especializada llamadas nociceptores. En función del tipo de estímulo los nociceptores se clasifican en: mecanorreceptores que responde a estímulos de presión como el pinchazo o el pellizco, los termorreceptores responden al calor o al frío, los policeptores responden a estímulos mecánicos, térmicos y químicos (Aige, 2010).

En muchos casos de lesión severa de medula espinal, la evaluación del dolor es crucial para el pronóstico. Los términos hiperestesia, hipoestesia, y anestesia son preferibles para un aumento, disminución o ausencia de la percepción del dolor, respectivamente. En perros y gatos con daño neurológico severo puede no haber percepción del dolor. La evaluación de la presencia de dolor será realizada en un ambiente tranquilo, el paciente debe estar lo más calmado posible y sin distractores ambientales (Parent, 2010; Aige y Cruz, 2001).

Debido a la localización de los tractos dentro de la médula espinal, existe un orden constante en el cual se pierden las funciones cuando la médula espinal es dañada. Primero disminuye la propiocepción consciente seguido por el dolor superficial. A medida que el daño se agrava se pierde la actividad motora voluntaria. El dolor profundo es la última respuesta en desaparecer e indica un daño medular intenso. A mayor número de funciones perdidas, peores son el daño y el pronóstico para la recuperación (Donaires, 2010; Aige, 2002).

### Transmisión del Dolor

La mayoría de las fibras que transmiten estos impulsos son en su mayoría, amielínicas y tienen su cuerpo a nivel de los ganglios espinales. En la médula espinal se distribuyen en el núcleo dorsomarginal o marginal (de Lissauer), para terminar en interneuronas de la sustancia gelatinosa, que alcanzan el núcleo propio. Algunas de las neuronas de este núcleo forman parte del reflejo flexor y otras forman una vía ascendente bilateral (tracto espino talámico). Axones de este tracto entran en segmentos medulares rostrales y mantienen sinapsis con la formación reticular. Cuando el tracto espinotalámico llega al puente en el tronco encefálico se une al lemnisco medial (vía de ascenso desde los núcleos gracilis y cuneado medial) forma el sistema lemniscal y alcanza los núcleos ventrales talámicos y se proyectarán a la corteza cerebral somatosensorial o somatoestésica (Aige 2010, Platt y Olby, 2013; Otero, 2006).

### Sensibilidad Superficial o Rápida

La sensibilidad dolorosa superficial está incluida en la sensibilidad cutánea, se determina pellizcando o pinchando ligeramente la piel con una pinza de hemostasis. En lesiones de medula espinal se puede observar hiperestesia o anestesia, según sea la localización de la lesión en la médula (Bosco, 2014).

### Sensibilidad Profunda o Lenta

La presencia o ausencia (anestesia) de sensación de dolor profundo es importante para el pronóstico, ya que en las lesiones medulares graves esta función es la última que se pierde. El dolor

profundo se valora aplicando presión cada vez mayor con unas pinzas de hemostasis en los dedos o cola; detectando vocalización, intentos de morder al médico u orientación inmediata de la cabeza hacia el área de la estimulación (Alvaez, 2008; Aige y Cruz, 2001, Otero, 2006).

#### Dolor en columna vertebral

La palpación de la columna suele hacerse en sentido caudocraneal, iniciándose por la región lumbosacra y progresando cranealmente a la región cervical. Se levanta la cola a la vez que se palpa la región lumbosacra ejerciendo presión sobre la línea media dorsal, posteriormente se palpan los procesos espinosos de todas las vértebras de la columna ejerciendo una presión moderada. En lesiones compresivas de médula espinal suele palparse un área hiperestésica cuyo aumento de la sensibilidad permite aproximar la localización (Raurell y Morales, 2007, Aige, 2002).

## 4. DIAGNÓSTICO POR IMÁGEN

Tradicionalmente, el estudio de la columna vertebral del perro ha sido realizado mediante el uso de la radiología convencional que, sin lugar a dudas, todavía constituye el sistema más conveniente, familiar y económico para la mayor parte de los veterinarios prácticos. Sin embargo, en la actualidad, empiezan a estar disponibles otros métodos alternativos de diagnóstico por imagen, como son la tomografía axial computerizada (TAC) y la resonancia magnética (RM) (Fernández, 2000).

### 4.1 Radiología Simple

La evaluación radiológica del paciente con traumatismo medular se realiza con fines diagnósticos y terapéuticos. Importantes ventajas van de la mano con este tipo de método complementario, en primera instancia, es poco costoso y fácilmente realizable en muchos centros veterinarios. En segunda instancia, permite diagnosticar lesiones vertebrales evidentes, que permitan tomar decisiones terapéuticas rápidamente en beneficio del paciente (Patricelli, 2010; Begon, 2000).

El éxito con las radiografías de columna dependerá de la observación de ciertas reglas fundamentales, como son la colocación adecuada del paciente y una calidad de la placa radiográfica. El estudio radiográfico deberá ser realizado tras terminar el examen neurológico que habrá aportado ciertos datos esenciales, tales como la situación anatómica aproximada de la lesión y su probable etiología. De esta forma, este examen clínico y neurológico previo permitirá hacer un estudio radiográfico selectivo, realizando tan sólo las proyecciones imprescindibles, reduciendo la manipulación innecesaria del animal (Fernández, 2000).

La columna vertebral siempre deberá ser colocada perfectamente paralela a la mesa de rayos X, puesto que cualquier defecto de posicionamiento podría afectar el diagnóstico radiológico. Para conseguirlo nos podemos ayudar de piezas de gomaespuma de diferentes formas que son radiolúcidas y no interfieren con el diagnóstico, de sacos de arena que nos permiten alinear la radiación central con la columna vertebral, sobre todo en casos de radiografías en proyección VD (Unzueta y Sever, 2009).



Un estudio completo de la columna debe incluir dos radiografías cervicales (una centrada en C3-C4 y otra en C6-C7). Habitualmente la evaluación clínica previa del paciente permite localizar la región o regiones de la columna que podrían estar lesionadas, lo que limita el estudio radiográfico a la zona afectada (García, 2013).

Las radiografías de columna realizadas en flexión o hiperextensión pueden ser útiles para el diagnóstico de determinadas patologías, como la inestabilidad atlantoaxial, cervical o lumbosacra. No obstante, deben ir siempre precedidas de radiografías estándar en posición normal, ya que si éstas muestran una posición anómala de las vértebras, las radiografías forzadas no son aconsejables, puesto que pueden provocar lesiones compresivas graves de la médula espinal, particularmente la flexión. También debemos manejar al paciente con sumo cuidado cuando se sospeche de la existencia de una fractura o luxación de la columna, ya que podríamos agravar el cuadro clínico (García, 2013; Mascort y Closa, 1988).

#### Posicionamientos Radiológicos de la columna cervical

El estudio radiológico cervical tiene cierto grado de dificultad por la particularidad de que es la zona más móvil y flexible de toda la columna (Unzueta y Sever, 2009).

##### ➤ Proyección latero lateral

Colocar al paciente en decúbito lateral derecho y paralelo a la superficie de la mesa. Para evitar la caída natural de las cervicales en esta posición se utilizará gomaespuma debajo del cuello entre C3-C4, y también debajo del hocico del animal para obtener un buen paralelismo entre la placa radiográfica y la columna vertebral cervical (Fernández, 2000).

Las extremidades torácicas se deben estirar caudalmente, sobre todo si nos interesa la columna cervical caudal, para atenuar que la musculatura supraespinosa se superponga en el área que se estudia, se traccionará la mandíbula y la región nasal cranealmente con la ayuda de una venda o cordón (Unzueta y Sever, 2009; Begon, 2000).

Se deben realizar generalmente dos exposiciones diferentes, una centrada sobre el área C2-C3 y otra sobre C5-C6, salvo en los perros de muy pequeño tamaño, que sólo requerirán una proyección, centrada sobre C3-C4 (Fernández, 2000; Begon, 2000).

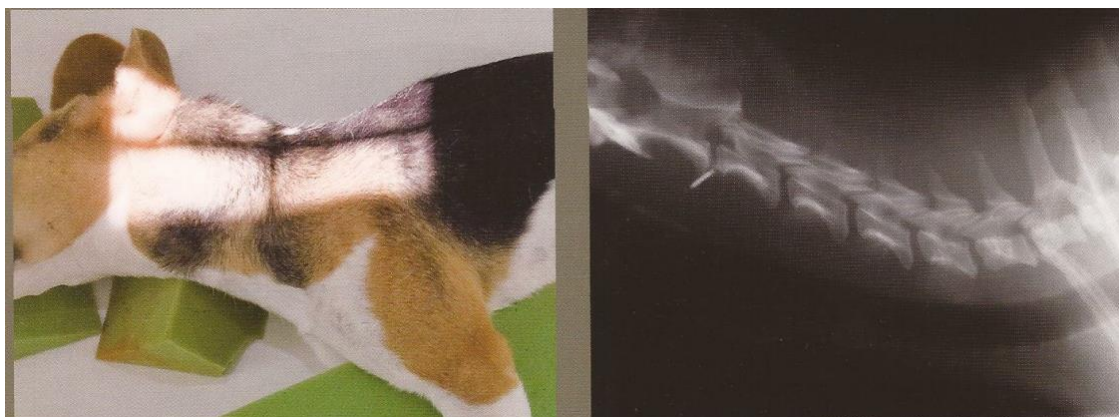


Imagen 28. Posición correcta del paciente para la proyección latero lateral de la columna cervical

### ➤ Proyección Ventrodorsal (VD)

Se colocará al paciente en decúbito dorsal, asegurando que no haya rotación de la columna cervical con respecto al haz de rayos x, para conseguir esta posición es necesario colocar una almohadilla de gomaespuma debajo del cuello, estirar desde la trufa hasta el final de la columna, los miembros torácicos se estiran caudalmente, mientras el esternón se alinea directamente sobre la columna torácica en una línea perpendicular a la superficie de la mesa, es conveniente situar sacos de arena a ambos lados del animal, apoyándolos sobre sus costados, para obtener una buena inmovilidad. (Fernández, 2000; Begon, 2000).

Si la posición del paciente es correcta, los procesos espinosos aparecerán centrados con los respectivos cuerpos vertebrales (García, 2013; Begon, 2000).



Imagen 29. Posición correcta para la proyección VD de la columna cervical

### ➤ Características Distintivas

En la columna cervical, la proyección latero-lateral, C1 presenta sus alas, el proceso espinoso de C2 (axis) debe ser adyacente o superponerse con el arco dorsal del atlas (C1), C6 presenta una gran lámina ventral del proceso transversal que es característica (Patricelli, 2010; Mascort y Closa, 1988).

### ✚ 4.2. Mielografía

La mielografía permite evaluar: la anatomía del canal vertebral, la integridad de la médula espinal, posibles compresiones sobre la misma, el estado de los discos intervertebrales, discos que protruyen como es el caso de las hernias discales (Rojo y González, 2012; Cairo *et. al.*; 1989).

La mielografía puede realizarse por punción cervical o lumbar, siendo el sitio de elección, el lugar donde se encuentre la lesión. Aunque el medio en región cervical puede llegar hasta lumbares elevando la cabeza del paciente (Benavidez, 2011).

Existen dos técnicas para este examen, una es la técnica alta o vía cervico-craneal (cisterna magna); entre occipital y atlas, y la otra es la técnica baja o vía lumbar entre la L4-L5 o L5-L6, previa anestesia general y preparación aséptica del campo (Donaires, 2010; Cairo *et. al.*; 1989).

Los medios de contraste de elección son los yodados no iónicos, hidrosolubles, de baja osmolaridad como el iohexol, el iopamidol ó el ioversol ya que presentan menor neurotoxicidad y permanecen más tiempo en el espacio subaracnoideo que otros agentes hidrosolubles. Se emplean en concentraciones de 240 a 300 mg/ml. A dosis de 0.3 a 0.4 ml/kg, de una solución que contenga 300mg de yodo por ml; el volumen administrado depende del tamaño del animal y de la región que va a examinarse (García, 2013).

Gatos y perro de raza pequeña (1-5kg): 1.5-2 ml

Perros de raza mediana (5-15kg): 1.5-3 ml

Perros de raza grande (15-35kg): 3-5ml

Perros de raza gigante (+ 35kg): 8-9ml

El medio de contraste se puede introducir en la región cervico craneal o en la zona lumbar. Se emplean agujas espinales (de 25 mm para gatos y perros pequeños, de 40 mm para perros de tamaño mediano, y de 75- 90 mm para perros de tamaño grande) y se deben mantener las máximas condiciones de asepsia al realizar la inyección (García, 2013).

#### Puntos de referencia



Imagen 30. Mielografía lumbar

Un mielograma está indicado cuando:

- Ⓢ No se aprecia lesión espinal en las radiografías simple.
- Ⓢ La lesión vista en las radiografías simple no es compatible con los signos clínicos y/o neurológicos del examen preliminar.
- Ⓢ Las radiografías simples indican múltiples lesiones.
- Ⓢ Es necesario para determinar el lugar preciso de una lesión espinal, con el fin de definir el lugar de acceso quirúrgico adecuado.
- Ⓢ Se necesita para determinar la extensión del edema medular o el grado de compresión, por un trauma vertebral ó por tumor, con el fin de ayudarnos a tomar una decisión quirúrgica.
- Ⓢ Localización precisa de hernias discales
- Ⓢ Para descartar lesión compresiva

## Contraindicaciones

- Cuando este contraindicada la anestesia general
- Si el examen del líquido cefalorraquídeo indica un proceso infeccioso
- Si el examen neurológico determina la naturaleza y la localización de la lesión
- Si la radiografía simple y el examen neurológico dan un diagnóstico

## ✚ Mielografía cervical (Mielografía alta)

La punción se realiza en la cisterna magna, colocando al animal en decúbito lateral derecho o en decúbito ventral, flexionando la cabeza. En esta posición se utilizan agujas espinales de 20 a 23 G de diámetro y de 40 a 70 mm de longitud dependiendo del tamaño del cuello del paciente, se inserta con el bisel dirigido caudalmente, en el centro del triángulo imaginario formado por las alas y la cresta nuchal que pasa justo por la línea media dorsal del cuello. Al ir insertando la aguja lentamente y al atravesar el ligamento amarillo y la dura madre se aprecia un chasquido característico. Luego debe retirarse el estilete y confirmar la ubicación por la observación de la salida de líquido cefalorraquídeo (Patricelli, 2010).

### Puntos de referencia



Esquema 14. Las alas derecha e izquierda del atlas junto con la cresta nuchal forman un triángulo, la punción cisternal se realiza colocando una aguja espinal en el centro de este triángulo

Si sale sangre mezclada con LCR se suele continuar con el procedimiento, pero si solo sale sangre se debe retirar la aguja y volver a intentar la inyección (García, 2013). Si esto se vuelve a repetir 2 o 3 veces es mejor intentar la punción lumbar o dejarla para otro momento (Unzueta y Sever, 2009).

La cantidad de líquido cefalorraquídeo que debemos dejar salir debe ser aproximadamente la misma que vamos a inyectar; aunque hay autores que mencionan que no es necesario. La cabeza debe elevarse del plano de la columna para mejorar la difusión del medio hacia los segmentos medulares cervicales, torácicos y lumbares; y evitar en lo posible que el medio fluya cranealmente (Unzueta y Sever, 2009). La inyección del medio de contraste se realiza de forma lenta, aproximadamente en 2 o 3 minutos. Si se nota resistencia al administrar el contraste se debe interrumpir la inyección y retirar la aguja (García, 2013; Cairo *et. al.*; 1989).

El mielograma normal muestra dos líneas, radiopacas, paralelas, dentro del canal vertebral, tanto en la incidencia laterolateral como en la ventrodorsal (Donaires, 2010).

Los mielogramas anormales se caracterizan por cambios en el tamaño y localización de las líneas de contraste, y por cambios en el diámetro y opacidad de la médula espinal. Para su correcto análisis se han descrito patrones mielográficos que ayudan a distinguir dónde se localiza la lesión y de dónde puede originarse. Los patrones son: extradural, intradural-extramedular, intramedular (Patricelli, 2010; Cairo *et. al.*; 1989).

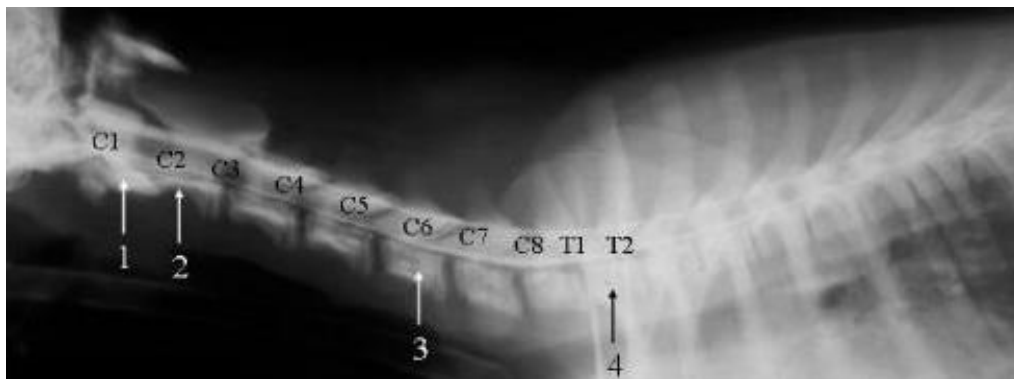
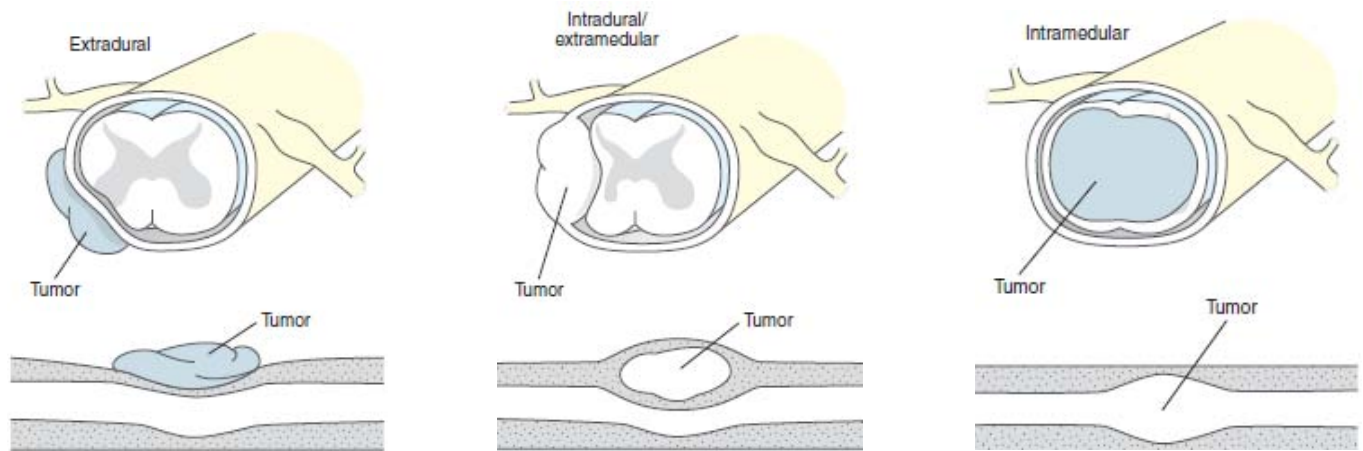


Imagen 32. Mielografía lateral de la región cervical y cervicotorácica normal del perro. 1. Vértebra C1, 2. Vértebra C2, 3. Vértebra C5, 4. Vértebra T1. Se indican los segmentos espinales (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8) y los dos primeros torácicos de la médula espinal.

Una lesión extradural provoca elevación o desviación, por lo general hacia dorsal de la línea ventral particularmente o bien de ambas líneas de contraste en el punto de compresión. Entre este tipo de lesiones se incluyen las hernias de disco, el aumento de grosor del ligamento longitudinal dorsal, los hematomas, los depósitos de grasa extradurales, luxaciones, subluxaciones y fracturas vertebrales, la espondilopatía cervical o lumbosacra. En el patrón intradural-extramedular la masa compresiva es visible en el espacio subaracnoideo, las líneas de contraste se ensanchan y simulan el aspecto de palo de golf. Una lesión intramedular provoca un aumento de la distancia entre las dos líneas de contraste en el lugar donde se encuentra la lesión (García, 2013; Cairo *et. al.*; 1989).

La TC y la RM son técnicas diagnósticas que ofrecen grandes ventajas, siendo la TC mejor para lesiones óseas y la RM para lesiones de tejidos blandos. El principal inconveniente es la poca accesibilidad, los costos elevados y la necesidad de realizar anestesia general. Sin embargo estos procedimientos diagnósticos cada vez son más utilizados como complemento al examen neurológico y radiológico, con el fin de poder emitir diagnósticos más precisos, pronósticos certeros y planificar mejor la técnica quirúrgica si fuera el caso (Benavidez, 2011).



Esquema 15. Ejemplos de hallazgos mielográficos de una lesión extradural, intradural-extramedular e intramedular

#### 4.3. Tomografía Computarizada

La tomografía computarizada (TC) se define como un método de exploración radiológica no invasiva, que permite obtener imágenes en dos dimensiones de distintos cortes anatómicos (axial, sagital y dorsal) del organismo en estudio, ofreciendo muchas ventajas sobre las técnicas radiográficas convencionales (Donaires, 2010).

La TC permite observar de forma muy clara los desplazamientos vertebrales, fragmentos óseos proyectados hacia el canal vertebral, fracturas articulares, estabilidad de la fractura; además de realizar reconstrucciones en 2D o 3D. Eventualmente podremos distinguir entre un edema medular (potencialmente reversible) y una hemorragia medular (de mal pronóstico) (Benavidez, 2011).

Su funcionamiento se basa en los rayos roentgen, o rayos X, pero la sensibilidad de este método hacia los tejidos blandos es mucho mayor que la radiología convencional porque tiene una mayor gama de tonos grises. El tubo se desplaza en forma transversal al eje longitudinal del cuerpo, girando alrededor de él mientras la camilla que lo contiene avanza (Patricelli, 2010).

El uso de la TC como procedimiento de diagnóstico por imagen en enfermedades espinales es complementario a la información obtenida por el examen radiográfico convencional, y el examen neurológico. La velocidad con la que puede realizarse también es beneficiosa, ya que minimiza el tiempo de anestesia en los animales (Donaires, 2010).

**El paciente bajo anestesia se coloca en decúbito dorsal o "supina", tratando de conseguir que el plano que atraviesa la primera área de interés sea lo más próximo a la perpendicular del eje axial del canal vertebral.** Los equipos actuales son muy rápidos, necesitamos que no se modifique la posición de la estructura que se está estudiando, al menos por intervalos de 5 a 15 minutos. La exploración o escaneo de la columna requiere que se incluya al menos un espacio intervertebral craneal y otro caudal a ese primer lugar de interés. Para el estudio de los espacios intervertebrales el espesor de los cortes se gradúa entre los 0.5mm a 3mm (Fernández, 2000).

También podremos observar en detalle la estructura ósea de la columna, poniendo en evidencia espondilitis o espondilosis deformante (osteofitosis), imágenes osteolíticas, desplazamiento de cuerpos vertebrales, fracturas, neoplasias, inflamaciones que produzcan compresión sobre la médula, o lesiones en los tejidos vecinos. La médula espinal se estudiará en su contorno a lo largo

de toda la columna vertebral, podrá inferirse su lesión y afección en forma indirecta por reducción del diámetro del canal, pero el parénquima medular en sí, no podrá observarse en detalle por la diferencia de densidades entre éste y el tejido óseo que la rodea, escapa a la resolución de la TC, al igual que el conjunto de ligamentos que fijan la articulación intervertebral (Patricelli, 2010).

Por el principio físico de producción de imagen, el método de elección en este caso será la resonancia magnética, que nos permitirá visualizar el parénquima medular, diferenciando tanto la sustancia gris como la blanca y evidenciando lesiones como isquemia, producidas por compresión extrínseca (por ejemplo, hernia discal, hiperplasia de ligamento amarillo, etc.). La utilización de medios de contraste endovenosos no es útil en el estudio de la médula espinal, salvo en el caso de neoplasias muy vascularizadas. El mejor provecho en la utilización de la TC lo obtenemos en el estudio de la médula espinal a nivel torácico y lumbosacro. En la región cervical la tomografía no siempre es de utilidad, considerando que hay afecciones (por ej. El síndrome de tambaleo o de "Wobbler") en donde existe un componente dinámico que puede evaluarse mejor en las radiografías en flexión e hiperextensión con contraste mielográfico (Patricelli, 2010).

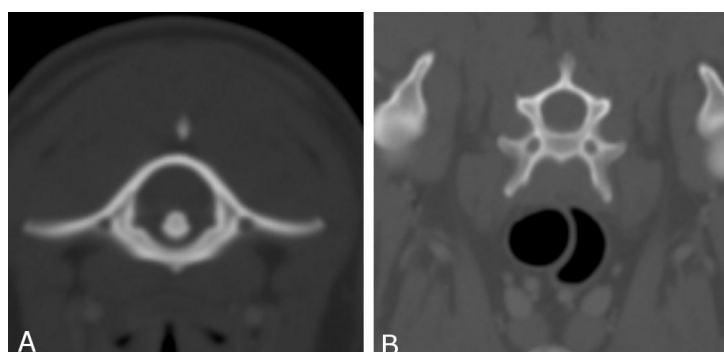


Imagen 33. Imágenes transversales de tomografía computarizada de la columna vertebral normal de un perro. (A) Vértebra atlas. Se pueden distinguir los arcos dorsal y ventral, las alas del atlas y el diente del axis en el interior del canal vertebral. (B) Vértebra cervical C6. Se distingue el cuerpo vertebral con el proceso espinoso, transverso y articulares, así como los forámenes transversos y el foramen vertebral.

#### 4.4. Resonancia Magnética Nuclear

La resonancia magnética nuclear (RMN), es un método de exploración anatómico no invasivo, al igual que la TC, pero no utiliza radiaciones ionizantes para lograr la información necesaria para la formación de imágenes. (Patricelli, 2010)

Es una técnica de imagen que usa un campo magnético muy fuerte y pulsos de radiofrecuencia que hacen que cada tejido emita una señal característica. Una mesa motorizada centra al paciente en un tubo abierto donde hay un constante magnetismo, los tejidos con señales intensas son asignados con colores más blancos, los de poca intensidad con colores oscuros, hasta el negro en tejidos sin señales. (Betancourt, 2011; Lorenzo, 2003)

En la RMN pueden utilizarse medios de contraste IV pero, a diferencia de la TC, estos no son sustancias yodadas; el contraste que se utiliza es el gadolinio. Su administración no genera trastornos cardiovasculares ni reacciones de tipo alérgicas en la gran mayoría de los casos (Patricelli, 2010).

La RMN es la técnica de elección para la evaluación de la columna vertebral, médula y raíces espinales. En medicina veterinaria, la RMN se viene empleando en casos de sospecha de lesión espinal o también en casos en los que se ha realizado una mielografía previa y esta no es diagnóstica, o aunque se tienen datos acerca de la etiología del problema, se requieren datos acerca del estado de la médula espinal y/o raíces nerviosas. (Donaires, 2010; Lorenzo, 2003)

Las ventajas de la RMN frente a la mielografía son:

- Evita la exposición del paciente y del personal a radiaciones ionizantes,
- No hay convulsiones ni reacciones adversas al medio de contraste,
- Puede realizarse en pacientes críticos y de cualquier tamaño,
- Alta sensibilidad a neoplasia intramedular
- Habilidad para evaluar toda la columna en un único examen
- Habilidad de separar visualmente el líquido cefalorraquídeo de la médula espinal

Desventajas de RMN:

- Elevado costo
- No puede haber implantes metálicos en el paciente
- Muy sensible a artefactos por el movimiento

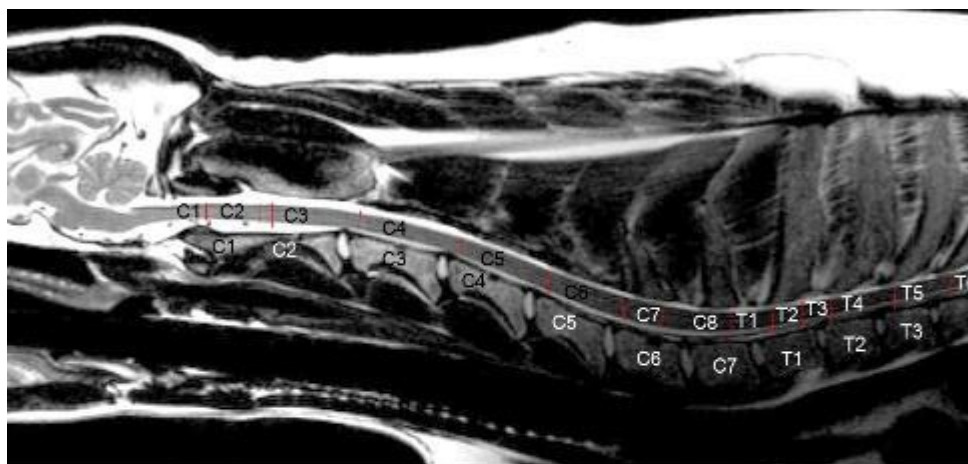


Imagen 34. Resonancia de la columna vertebral cervical normal de un perro, vista lateral, craneal situado a la izquierda. Se han señalado en el interior de la médula espinal los segmentos medulares. El líquido cerebroespinal se aprecia como una línea blanca en el canal vertebral, que delimita el contorno de la médula espinal.

## 5. TRATAMIENTO MÉDICO

El tratamiento apropiado para cada animal depende de la etiología del trauma medular, su estado neurológico y cada paciente debe ser evaluado en forma individual. El tratamiento médico (conservador) se recomienda para animales que tienen anomalías nerviosas mínimas, que son ambulatorios, que no tienen una evidente inestabilidad vertebral o que no han presentado signología que indique una herniación previa de disco intervertebral. Estos pacientes deben mantenerse en reposo estricto (dentro de jaulas) mientras dure el tratamiento, y solamente movilizarlos bajo control del profesional. Si su condición lo permite, únicamente se les permitirá caminar para orinar, defecar, o para realizar determinados ejercicios de fisioterapia (Wheeler, 2008).



En casos severos con signos de paresia o parálisis, se han empleado los corticosteroides casi en forma empírica, se administran en la mayoría de los traumatismos espinales, agudos o crónicos, tanto en medicina veterinaria como en medicina humana (Wheeler, 2008; Forner, 1982; Tejada, 2011).

**A mediados de los '70 se organizó un estudio clínico aleatorizado para determinar si las dosis de esteroides representaban algún beneficio clínico en los pacientes humanos con lesión medular.** En este estudio, conocido como NASCIS I (*National Acute Spinal Cord Injury Study I*), se compararon dosis bajas de metilprednisolona (un bolo diario de 100 mg IV por 10 días) y dosis altas (un bolo diario de 1000 g IV por 10 días). Los resultados no demostraron beneficios con el uso de dosis altas o bajas de esteroides, además, el uso de dosis altas por 10 días incrementó el riesgo de sufrir infecciones (Pellegrino, 2010; Postigo, 2006; Ballesteros, *et al.*, 2012; Braund, 2004).

Modelos experimentales en gatos indicaban que la metilprednisolona podía inhibir la lipoperoxidación postraumática. Con 15 mg/kg el efecto era parcial, con 30 mg/kg el efecto era óptimo y con 60 mg/kg el efecto disminuía. Estos estudios se repitieron en otros animales, especialmente en ratas, demostrando que las dosis altas de metilprednisolona inhiben la lipoperoxidación postraumática, disminuyen la acumulación de lactato, disminuyen la permeabilidad vascular e inflamación. Otros grupos de investigación describían mejoría en modelos animales de lesión medular utilizando la naloxona, un antagonista de los receptores opiáceos (Pellegrino, 2010).

La revisión de estos estudios experimentales con altas dosis de metilprednisolona y naloxona impulsaron al desarrollo del NASCIS II en pacientes humanos. Este estudio comparó el uso de altas dosis de metilprednisolona y naloxona con el uso de placebo. Los resultados demostraron que las dosis altas de metilprednisolona por 24 horas (un bolo de 30 mg/kg IV en 15 minutos, seguido por una infusión de 5,4 mg/kg/h 45 minutos después, durante 24 hrs) producían mejoría clínica en las primeras 8 horas de la lesión en pacientes con lesiones completas e incompletas. Otro grupo igual pero por 48 horas, y por último naloxona 5,4 mg/kg en bolo seguido de infusión de 4,5 mg/kg/hr por 23 horas. Al estratificar los pacientes en tiempo de inicio de la terapia en relación al accidente, se evidenció que aquellos tratados antes de ocho horas mostraban mayor recuperación motora, que los tratados después de ese tiempo. La diferencia en sensibilidad también resulta ser marginal a favor del grupo tratado con el medicamento (Pellegrino, 2010; Postigo, 2006; Ballesteros, *et al.*, 2012).

En un tercer estudio (NASCIS III), se desarrolló un nuevo tratamiento durante 48 horas con metilprednisolona, iniciado con un bolo de 30 mg/kg IV, seguido de una infusión continua de 5,4 mg/kg/hr por 48 horas, que podría llevar a una mejor recuperación neurológica. En este mismo estudio también se probó la eficacia del mesilato de tirilazad, un potente fármaco no glucocorticoide que tiene la capacidad de inhibir la lipoperoxidación. No se incluyó un grupo placebo, y se excluyeron pacientes con lesión por arma de fuego. Los resultados de este estudio indican que la metilprednisolona debe administrarse en altas dosis y únicamente por 24 horas en los pacientes que inician el tratamiento dentro de las primeras 3 horas. Los pacientes que inician su manejo entre 3 y 8 horas después de la lesión deben someterse a un tratamiento por 48 horas. Los pacientes tratados con mesilato de tirilazad por 48 horas presentaron mejoría funcional sólo con la administración conjunta de MP por 24 horas (Pellegrino, 2010; Postigo, 2006; Ballesteros, *et al.*, 2012).

Actualmente, en los Estados Unidos y en muchos otros países, el tratamiento de la lesión medular traumática con metilprednisolona a altas dosis continúa siendo el estándar, aunque no está oficialmente aprobado (Pellegrino, 2010; Braund, 2004).

Las complicaciones potenciales de los glucocorticoides incluyen vómitos, hipotensión, inmunosupresión, hemorragia gastrointestinal, ulceración, perforación colónica y pancreatitis. El uso de dexametasona para tratar animales con trauma agudo de la médula espinal ya no se recomienda debido a que hay dudas acerca de su eficacia y a sus efectos secundarios perjudiciales. (Braund, 2004)

Otra alternativa es el uso de prednisolona a 1mg/kg cada 12hrs vía oral durante 72hrs y posterior retirada progresiva. (Wheeler, 2008). Se recomienda administrar otro tipo de drogas junto con los glucocorticoides para evitar los efectos secundarios de este último, entre ellas tenemos alternativas a la cimetidina 5-10mg/kg cada 6-8hrs, ranitidina 2mg/kg cada 8-12hrs, omeprazol 0.5-1mg/kg/d por vía oral. (Donaires, 2010)

Los AINES (antiinflamatorios no esteroideos) tienen que ser utilizados con sumo cuidado en los pacientes con lesiones espinales porque pueden provocar ulceración intestinal; el carprofeno a 2 mg/kg IV o SC cada 24 hrs, o bien cada 8hr PO por 7-10 días, es el fármaco de elección. (Benavidez, 2011; Coughlan y Miller, 2013)

Siendo la mejor recomendación la utilización de analgésicos narcóticos naturales como la morfina a dosis de 0.1 a 0.5 mg/kg cada 6 horas, buprenorfina a dosis de 0.01 mg/kg IV o IM cada 6-8 horas; o sintéticos como el butorfanol son más efectivos que los fármacos no esteroides. Conjuntamente el reposo en jaula por un periodo de 4 a 8 semanas, e implementos de inmovilización y soporte externo por encima y debajo del área lesionada pueden permitir la recuperación de la mascota (Benavidez, 2011, Coughlan y Miller, 2013).

Otro analgésico que se utiliza es el tramadol a dosis de 2mg/kg cada 6-8hrs PO por 5-7 días, vitamina E en dosis de 800 a 1200 UI diarias por 15-21 días para la reducción de radicales libres y antibióticos de amplio espectro en el caso de animales con retención urinaria (Donaires, 2010).

El metocarbamol a dosis de 20 mg/kg PO cada 8 horas, un relajante muscular esquelético que actúa a nivel central, y el diazepam a dosis de 2-15 mg/kg PO cada 8 horas pueden reducir el dolor asociado con el espasmo muscular; se utilizan a menudo en combinación con los analgésicos (Coughlan y Miller 2013).

La gran variedad de efectos secundarios de los glucocorticoides como la inmunosupresión condujeron al descubrimiento de unos análogos esteroides, los 21-aminoesteroides (lazaroides), los cuales parecen tener, efecto neuroprotector después de una lesión al SNC. Son útiles en el tratamiento y/o prevención de lesión de la médula espinal, desde una lesión leve, moderada hasta una lesión severa encefálica. Éstos ejercen un efecto anti peroxidación lípida a través de dos mecanismos de acción (Baker y Machkovech, 2000; Orozco y Hernández, 2001; Sunyer *et al.*, 2002).

- Primero, estos compuestos contienen un efecto antioxidante.
- Segundo, mantienen los niveles de vitamina E y estabilizan las membranas celulares.

Comparados con los corticosteroides, los lazaroides son seguros y tienen efectos secundarios mínimos, pueden ser administrados diariamente, por periodos de tiempo más largos. Las desventajas son la disponibilidad y el costo (Baker y Machkovech, 2000; Orozco y Hernández, 2001; Sunyer *et al.*, 2002).

En modelos experimentales de pacientes con lesión medular se ha observado que favorecen la recuperación funcional y previenen la disminución del flujo sanguíneo a nivel medular en dosis de 3 a 10 mg/kg/día. El más investigado es el mesilato de tirilazad. (Benavidez, 2011, Orozco y Hernández, 2001; Sunyer *et al.*, 2002)

El dimetilsulfoxido (DMSO) por mucho tiempo ha sido utilizado empíricamente en pacientes con trauma medular agudo, sin embargo, actualmente se sabe que además de ser un diluyente universal, es captador de radicales libres de oxígeno y neuroprotector por mantener el flujo sanguíneo a nivel medular, de todas formas hay carencia de estudios clínicos para saber los beneficios reales, existiendo diferentes criterios en relación a su dosificación, la dosis que se administra es de 1 ml de DMSO por cada 10 Kg de peso y por cada ml de DMSO 2 ml de solución salina fisiológica SSF IV lento (Benavidez, 2011; Orozco y Hernández, 2002).

En teoría el DMSO disminuye la anoxia tisular, en general se emplea como agente terapéutico en el traumatismo medular debido a dos propiedades: su habilidad de eliminar agua del tejido dañado, lo que le permite actuar como agente diurético local y antiinflamatorio; la otra propiedad es la capacidad de proteger las membranas celulares sujetas a daño mecánico o químico. La dosis de DMSO es de 22 mg/Kg. Se pueden presentar reacciones mínimas a su aplicación endovenosa como, incrementos en la frecuencia respiratoria (Wheeler, 2008, Santoscoy, 2000; Orozco y Hernández, 2002).

## 6. TRATAMIENTO NO QUIRÚRGICO

La inmovilización del paciente por medio de una adecuada restricción física puede conseguirse sujetándolo firmemente con ataduras a una tabla rígida o a una estructura similar. Puede utilizarse cualquier superficie rígida transportable para sostener la columna vertebral durante las manipulaciones y el movimiento (Pellegrino, 2010; Braund, 2004).

Si se sospecha de un trauma vertebral toracolumbar, el animal debe ser asegurado sujetándolo con las cintas sobre la región escapular y la región del trocánter mayor. Si se sospecha de una lesión cervical, se debe asegurar además la cabeza (Pellegrino, 2010).



Imagen 35. Se observa la inmovilización del paciente con trauma

La ferulación externa y/o el reposo en una jaula se han indicado en la mayoría de los pacientes no quirúrgicos con fracturas o luxaciones vertebrales en los casos de lesiones del compartimiento ventral. Las férulas del dorso pueden utilizarse para proporcionar estabilidad y se pueden construir con láminas de aluminio o materiales termoplásticos (Coughlan y Miller 2013).

Las férulas de Mason son una alternativa en perros pequeños y gatos; se aseguran al paciente con tiras de velcro o varas de plástico. El formato puede permitir que la férula se cambie o se ajuste con más exactitud (Coughlan y Miller 2013).



Imagen 36. Metaférula de Mason que proporciona estabilización temporal

## 7. TRATAMIENTO QUIRÚRGICO

La cirugía de la columna y de la médula espinal se basa en tres procedimientos: descompresión, fijación, y en ocasiones exploración. La descompresión elimina la presión que sufre la médula espinal, lo que se logra al eliminar parte del arco vertebral o removiendo el material que se esté produciendo por la compresión; en caso de luxación y fractura, la descompresión se obtiene al reducir los segmentos vertebrales; y finalmente la fijación se realiza cuando las luxaciones o fracturas sea inestables y puedan provocar daño posterior. Las indicaciones para un procedimiento quirúrgico en la columna vertebral incluye: traumatismos, enfermedades congénitas, neoplasias, y enfermedades degenerativas (Santoscoy, 2008; Ramírez, 1999).

Selección de casos para tratamiento quirúrgico: es indicado en animales con signos clínicos que no responden al tratamiento médico, animales paralizados y que tiene nocicepción profundo, animales con columna inestable (luxación AA, signo de Woobler, Fracturas/luxación, inestabilidad lumbosacra) (Betancourt, 2009; Ramírez, 1999).

Es necesario determinar si el traumatismo ha provocado inestabilidad, hay dos métodos para valorar la estabilidad. El primer método consiste en dividir las vertebrales en tres regiones, si al menos 2 de estas regiones están implicadas habrá inestabilidad de la medula (Vigano y Blasi, 2013; Braund, 2004).

- Lesión dorsal: incluyendo los procesos articulares, lámina, pedículos y procesos espinos.
- **Lesión** media: incluyendo el ligamento longitudinal dorsal, la porción dorsal del cuerpo vertebral y la porción dorsal del anillo fibroso.
- Lesión ventral: incluyendo el ligamento longitudinal ventral, y la porción lateral y ventral del anillo fibroso, núcleo pulposo y porción restante del cuerpo vertebral.

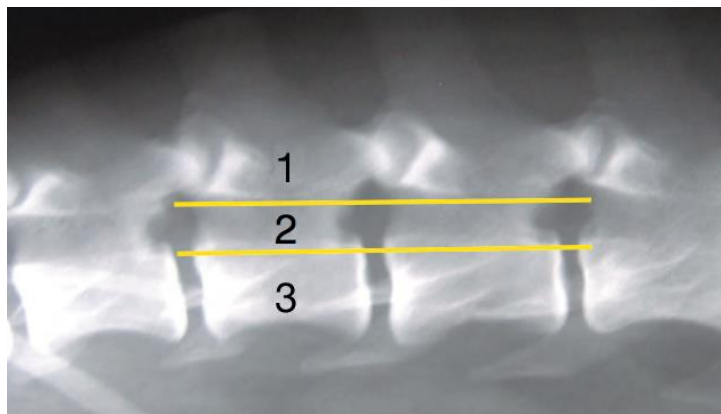
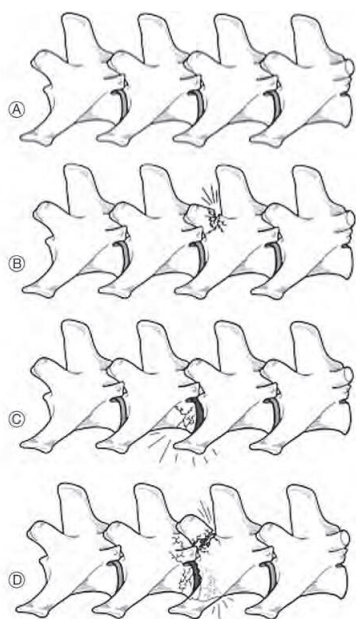


Imagen 37. Lesiones de la columna vertebral, en tres regiones: dorsal (1) media (2) y ventral (3).

El segundo método se basa en evaluar el número y localización de las lesiones del cuerpo vertebral, caras articulares y discos intervertebrales (Vigano y Blasi, 2013; Braund, 2004).



Esquema 16. Lesión vertebral causada por traumatismo medular:

- A) Sin fractura (sin daño óseo).
- B. Lesiones en una única cara articular: inestabilidad leve durante la rotación.
- C. Lesiones en un único cuerpo vertebral: las fracturas suelen ser inestables, en especial cuando hay inclinación ya que el cuerpo vertebral se puede colapsar si la columna vertebral esta comprimida axialmente.
- D. Lesiones simultáneas en 2 ó 3 estructuras anatómicas: inestabilidad grave en los movimientos vertebrales.

Pronósticos: animales con paresia o paraplejia pero con sensación dolorosa normal, tienen buen pronóstico con el tratamiento médico/quirúrgico según sea el caso; la presencia de función motora voluntaria después del post operatorio es un indicador de pronóstico favorable para el regreso temprano de ambulación. Animales paralíticos con pérdida de control vesical y sensación dolorosa reducida tienen un pronóstico reservado-favorable después de una rápida intervención quirúrgica. Animales paralíticos con pérdida de control vesical y sensación dolorosa tienen un pronóstico reservado-desfavorable. Perros con dolor profundo ausente que son sometidos a cirugía entre las 12 y 24 horas tienen mejor posibilidad de recuperación que aquellos en los que es demorado el acto quirúrgico (Betancourt, 2009).

Se debe tener en cuenta que la presencia de dolor profundo no implica necesariamente que al realizar la descompresión quirúrgica se recupere la motricidad, ya que los haces motores pueden haber sufrido un daño irreversible (Donaires, 2010; Ramírez, 1999).

## 7.1. Manejo pre quirúrgico del paciente con trauma medular agudo en cuello

El trauma medular agudo (TMA) producido por un traumatismo externo como un accidente automovilístico, caída de altura, etc. puede causar en el paciente distintos grados de lesiones y disfunciones a distintos niveles y de gravedad variable. Si en el examen inicial del traumatizado se detecta un posible TMA se deberán tomar las medidas correspondientes, como mantener la presión sanguínea, oxigenoterapia, medidas fundamentales para poder tratar en forma temprana las lesiones medulares primarias, y las secundarias que se comienzan a generar pocos minutos luego del trauma. Proveer analgesia, relajantes musculares, antiinflamatorios e inmovilización. Esta última puede estar dada en algunos casos por vendajes, en otros solo con el mantenimiento del paciente en la jaula (Martínez, 2010; Bosch, 2013).

Los perros que presenten signos leves pueden tratarse de forma conservadora mediante un vendaje externo, mínimo durante 6 semanas. El vendaje debe inmovilizar la articulación atlantoaxial y por tanto debe extenderse hasta la cabeza, las orejas y caudalmente hasta el nivel del tórax. El objetivo es estabilizar la articulación mientras las estructuras ligamentosas sanan; el propietario debe de revisar el vendaje cada día para controlar la aparición de llagas por presión y el veterinario debe monitorear cada semana. Cabe mencionar que los pacientes tratados de esta manera siempre estarán a riesgo de recaídas (Platt y Olby, 2013).

Primero se coloca una capa gruesa de algodón, luego un vendaje, y después se moldea una férula para colocarla ventral al mentón, cuello y esternón; después se mantiene en posición mediante otra capa de vendaje (Platt y Olby, 2013).



Imagen 38. Se muestra el vendaje para impedir el movimiento de la articulación atlantoaxial.

Luego de estabilizarlo se realizarán los estudios imagenológicos correspondientes los cuales van desde una placa radiográfica simple hasta mielografía, RMN o TC. Para manejar al paciente en estos estudios suele necesitarse desde una sedación hasta una anestesia. Es importante tener en cuenta que un paciente sedado o anestesiado puede llegar a realizar movimientos extremos en su columna, lo que puede agravar las lesiones presentes (Martínez, 2010; Lindley y Watson, 2015).

Recordar que la micción suele estar alterada de diversas formas según el nivel de la lesión medular. Por esta causa a los pacientes hospitalizados se les coloca una sonda vesical para facilitar el manejo durante la internación. Recordemos que estos pacientes suelen presentar polidipsia y poliuria significativa por la administración de corticoides (Martínez, 2010; Bosch, 2013).

## 7.2. Manejo posquirúrgico del paciente con trauma medular agudo en cuello

Luego del procedimiento quirúrgico de columna es conveniente que el paciente se mantenga hospitalizado por un tiempo, el cual es variable según el procedimiento quirúrgico, la patología, el dolor y temperamento del paciente. En general los pacientes quedan internados hasta que se controla su nivel de dolor y pueden pasar a un tratamiento por vía oral de analgésicos, luego que el cirujano pueda evaluarlos neurológicamente (Martínez, 2010; Lindley y Watson, 2015).

Las medidas inmediatas luego de la cirugía son: analgesia, relajación muscular, antiinflamatorios, protectores gástricos, reposo estricto mediante confinamiento en jaulas, manejo de micción, manejo de defecación, manejo dietario y pautas de alimentación, inmovilización externa en algunos casos, prevención de lesiones por decúbito (Martínez, 2010, Bosch, 2013).

Después de la cirugía es importante aliviar el dolor con analgésicos opioides como fentanilo, morfina o butorfanol inicialmente de forma inyectable. El paciente debe ser manejado sobre superficies blandas de fácil limpieza, cambiarlo de posición cada 4 horas, vaciarle la vejiga 3 veces al día y limpiar la materia fecal. Es conveniente dar una alimentación de recuperación a voluntad, con jeringa, sonda esofágica, nasoesofágica. Limpiar la herida si es necesario y administrar terapia antibiótica profiláctica ya que el estrés del accidente, la cirugía y la hospitalización hacen más propensas a estas mascotas a desarrollar infecciones (Benavidez, 2011, Bosch, 2013).

En el monitoreo intrahospitalario el cirujano debe indicar claramente los parámetros a revisar y con qué frecuencia se hará, de manera que los médicos de guardia puedan seguir las indicaciones sin problemas y se pueda evaluar la evolución de ese paciente más allá de una informe verbal en cada guardia. El cirujano debe evaluar los pacientes en forma diaria, a los pacientes externos en forma telefónica y realizar los controles pertinentes. Un aspecto sumamente importante en los pacientes con TMA, y es la rehabilitación física. La misma suele indicarse en casi el 100%, comenzamos en forma inmediata luego de la cirugía (Martínez, 2010).

Parte fundamental en estos pacientes es la fisioterapia la cual se inicia con masajes y movimientos pasivos de las articulaciones para evitar la contractura muscular y la contractura articular mejorando la circulación general. Se realizan sesiones 3 veces al día por periodos de 10 a 20 minutos. Después de retirar los puntos al haber cicatrizado la herida, se inicia con natación en donde el movimiento muscular y articular se vuelven activos, evitando atrofia muscular (Benavidez, 2011, Santoscoy, 2008; Lindley y Watson, 2015).

Cuando se nota la mejoría clínica, por ejemplo que la mascota se sostenga en pie por si sola se alienta a que dé pasos con ejercicios hasta obtener la recuperación total en el sentido de la capacidad motora. En este punto es importante recordar que lo primero que se pierde es la propiocepción pero al mismo tiempo es lo último que se recupera, quedando algunos pacientes con déficit neurológicos leves (Benavidez, 2011; Lindley y Watson, 2015).

Un punto importante que se tiene que tener en cuenta es la radiografía postquirúrgica; no solo nos indica si los implantes y reducción de luxaciones y/o fracturas han sido exitosas, sino que es un documento para el propietario en el que queda constatado cómo quedo ese paciente post cirugía, pudiendo limitar nuestra responsabilidad a cualquier complicación que se produzca en el postquirúrgico por falta de cuidado por parte de la familia del paciente (Martínez, 2010).

### 7.3. Instrumental

La instrumentación incluye el instrumental de cirugía general. También se requiere de equipo especial como: Rongeurs (Lempert, Kerrison, Ruskin etc), de diversos tamaños; pinzas de Kerrison, los retractores automáticos de tejido (Weitlaner, Gelpi, etc); así como los manuales (Army-Navy, Farabeuf, Senn, etc); los elevadores del periostio (Adson, Freer, etc); los fórceps para hueso (Kern o Kern pediátrica); requeridos para la manipulación del componente óseo en la alineación vertebral. Si se desea minimizar el tiempo de cirugía y el traumatismo medular al retirar el hueso, es necesario emplear un neurotaladro neumático, de nitrógeno o eléctrico. Si se va a realizar una fenestración de disco o se va a retirar material que comprime a la médula se necesitan curetas o ganchos de limpieza dental (Santoscoy, 2008; Pistani, 2009; Coughlan y Miller, 2013; Ramírez, 1999).



Imagen 39. Forceps Kern



Imagen 40. Cureta



Imagen 41. Rongeurs: 1. Lempert; 2. Ruskin; 3. Kerrison



Imagen 42. Retractores Farabeuf



Imagen 43. Retractores Gelpi



Imagen 44. Elevadores del periostio Freer y Adson



#### 7.4. Cerclaje y Hemicerclaje

El término cerclaje indica que el alambre pasa de manera total la circunferencia del hueso y cuando es parcial se le conoce como hemicerclaje. Cuando el alambre es ajustado se produce compresión interfragmentaria estática, evitando la rotación o el colapso de la fractura. Estos cerclajes y hemicerclajes se hacen con alambre ortopédico monofilamento, empleando diferentes diámetros, para animales de raza toy y gatos se emplea de 0.64 mm, para perros de 10 a 15kg de 0.81mm, para talla grande se requiere de 1 mm, mientras que para las razas gigantes se necesita alambre de 1.25mm (Santoscoy, 2008; Pistani, 2009; Ramírez, 1999).

Los alambres rígidos con memoria (alambres de Kirchner), se utilizan habitualmente por pares, de forma cruzada para la inmovilización de dos cuerpos vertebrales entre si, vienen en diámetros inferiores a los 2,5 mm. y en algunos casos pueden tener interpuesta una ojiva a fin de poder o empujar o traccionar al hueso sobre el que son colocados (Pistani, 2009; Johnson y Dunning; 2005).

#### 7.5. Cirugía del segmento vertebral cervical

En procedimientos ventrales, los procesos transversos de la vértebra C6 y el tubérculo ventral de C1 son los puntos de partida para determinar la ubicación del espacio requerido. Cuando se desea hacer un abordaje dorsal, el proceso espinoso de la vértebra C2 es el punto más fácil de reconocer al igual que el de la T1. En la mayoría de los casos, independientemente de aproximación ventral o dorsal se requerirá efectuar tracción para incrementar la visualización de los discos herniados o para descomprimir la medula en los animales afectados por inestabilidad cervical. Los animales que requieren de una descompresión dorsal o dorsolateral se posicionan en decúbito esternal con el cuello ligeramente flexionado para abrir las facetas articulares y facilitar el uso de las pinzas de corte óseo (Santoscoy, 2008).

El caso de las fracturas, la exploración quirúrgica busca de observar en forma directa, mediante una laminectomía, si existe sección medular o no y la posterior estabilización y fijación de la fractura es un camino aconsejado para poder brindar otra posibilidad de recuperación a ese paciente (Martínez, 2010; Johnson y Dunning; 2005).

La función principal es descomprimir y estabilizar teniendo como primer objetivo prevenir lesiones adicionales a la medula espinal. La descompresión puede ser directa o indirecta. La descompresión indirecta es aquella en la cual se restituye el diámetro original del canal vertebral con solo la reducción y fijación de las vértebras afectadas. La descompresión directa es aquella en la que además de reducir y estabilizar mediante fijación las vértebras se descomprime a través de una laminectomía (Martínez, 2010; Lindley y Watson, 2015).

Existen numerosas técnicas quirúrgicas recomendadas para la reparación de fracturas, la técnica de fijación ventral con clavos de Steinmann, tornillos o clavos roscados, fijados en los cuerpos vertebrales adyacentes fijados con PMMA (polimetil metacrilato) o cemento quirúrgico, es una de las más exitosa y utilizadas (Martínez, 2010; Johnson y Dunning; 2005).

Los pacientes con patologías quirúrgicas de la columna cervical pueden tratarse con descompresión ventral, mediante ranura ventral, fenestración, laminectomía dorsal, hemilaminectomía dorsolateral o estabilización cervical mediante acceso dorsal o ventral (Fossum, 2008).

➤ Aproximación ventral

📍 Ranura o slot ventral

Las ranuras ventrales se emplean para ingresar y visualizar el canal espinal cervical para la descompresión en pacientes con hernia discal cervical, se puede combinar con la fenestración y con procedimientos de estabilización en animales con inestabilidad vertebral cervical. Requiere de una mínima disección, brinda una visualización adecuada del canal vertebral y acceso a forámenes intervertebrales (Fossum, 2009; Johnson y Dunning; 2005).

La posición del paciente es de vital importancia para el éxito de la cirugía. Por ello, el animal debe colocarse con gran precisión en decúbito dorsal, se aplica una ligera tracción lineal en el cuello para ayudar a estabilizar la columna cervical y separar ligeramente los espacios intervertebrales. (Fernández, 2000). Los miembros torácicos se traccionan caudalmente y se fijan a la mesa de cirugía. Para fijar y mantener en posición al cuello es necesario colocar un cojín por debajo del mismo asegurando con cinta adhesiva el tórax (Santoscoy, 2008; Coughlan y Miller, 2013).

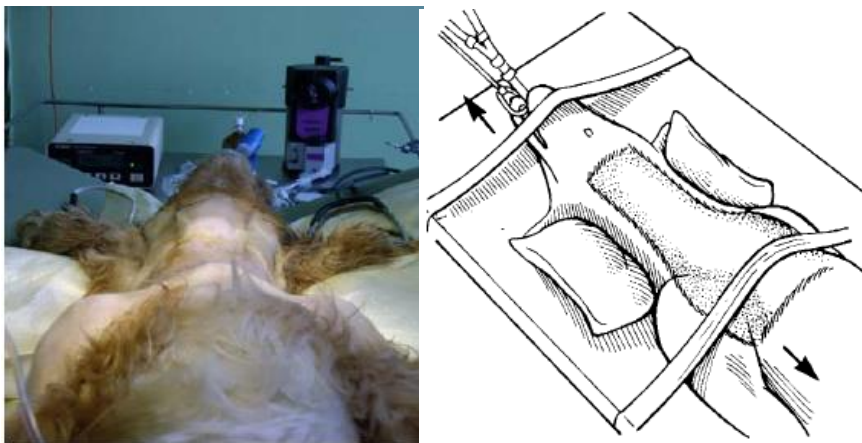


Imagen 45. Posición decúbito dorsal del paciente para cirugía

Se incide la piel en la línea media ventral desde laringe hasta el manubrio del esternón. Se separan los músculos estenocefálicos y los esternohioideos, disecándolos de la tráquea, cauterizando o ligando las ramas provenientes de vasos tiroideos caudales (Díaz, 2007; Santoscoy, 2008; Piermattei y Johnson, 2006).

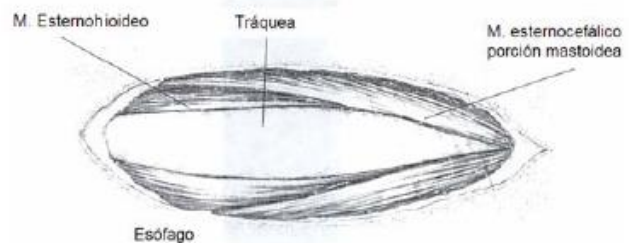


Imagen 46. Incisión de la piel desde el cartílago tiroideo hasta el manubrio del esternón

La retracción de estos pares de músculos hacen posible la identificación del tronco vagosimpático, de la arteria carótida común, la tráquea, el nervio laríngeo recurrente, esófago, y vena yugular interna, la separación se mantiene por medio de retractores de Gelpi teniendo cuidado de no causar daño con la punta del retractor (Díaz, 2007; Santoscoy, 2008).

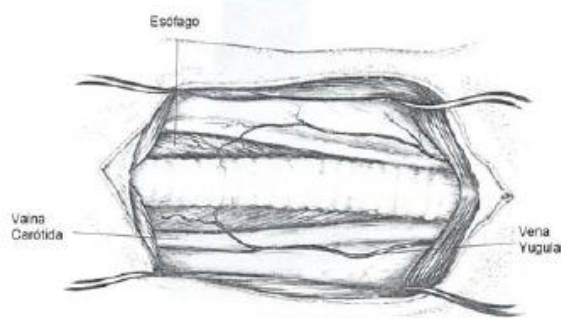


Imagen 47. Retracción lateral de los músculos esternohioideo y esternocleidomastoideo para exponer la tráquea y el esófago

Disecando la fascia profunda cervical se accede hasta los músculos largos del cuello que cubren la superficie ventral de las vértebras cervicales, la cresta ventral puede ser palpada en medio de estos músculos (Díaz, 2007; Fossum, 2009).

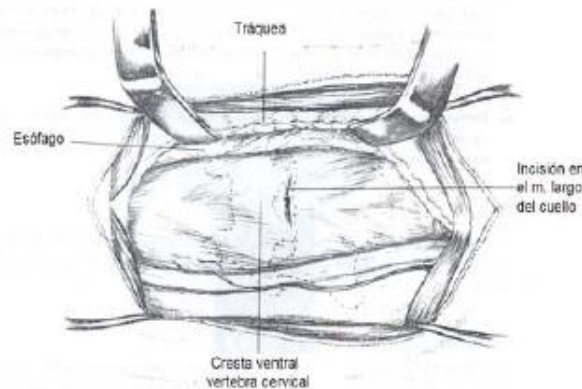
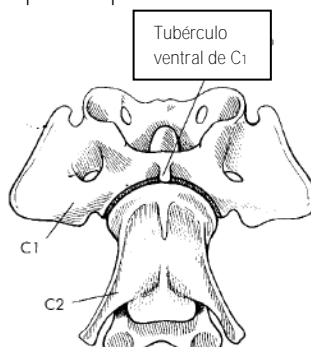
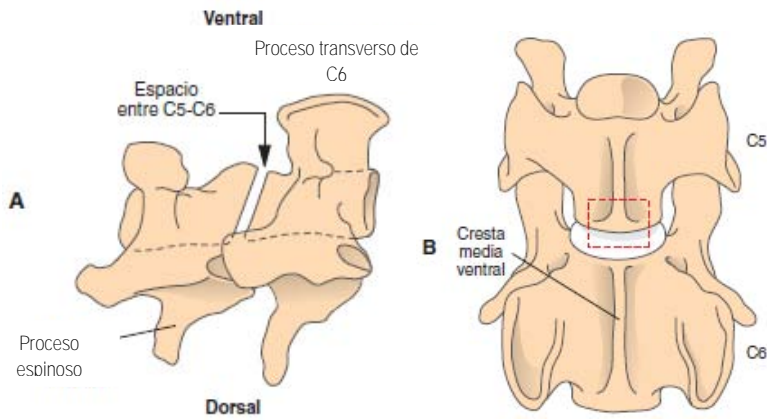


Imagen 48. Retracción lateral izquierda de tráquea y esófago para alcanzar los músculos largos del cuello

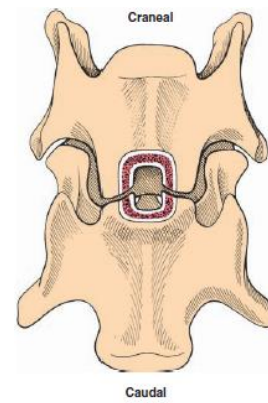
Para identificar el espacio intervertebral afectado se pueden usar dos métodos. El primero de ellos consiste en la palpación del tubérculo ventral de la primera vértebra cervical (con el cual se identifica al espacio intervertebral C1-C2); contabilizando hacia caudal (Díaz, 2007). El segundo método consiste en palpar los largos procesos transversos de C6, que se tomarán como referencia para contar en sentido craneal desde el espacio que existe entre C5-C6 (Fernández, 2000; Fossum, 2009).



Esquema 17. Se muestra el tubérculo ventral prominente de C1



Esquema 18. A) Relación del espacio intervertebral C5-C6, con el proceso transverso prominente de C6. B) Se observa la cresta media ventral prominente de los cuerpos vertebrales cervicales

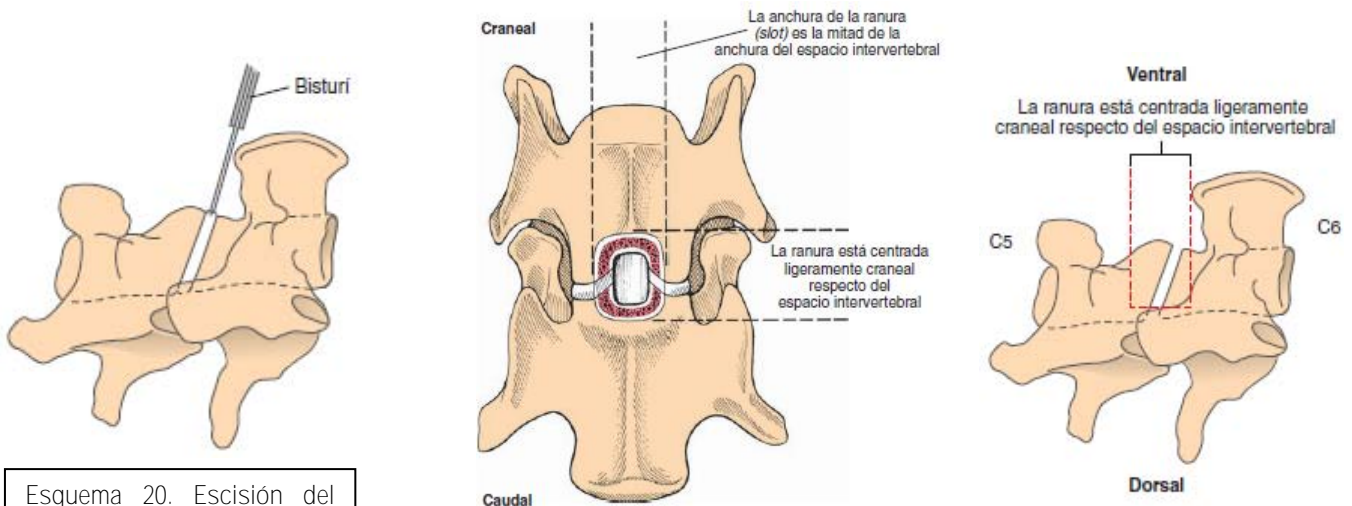


Esquema 19. Tamaño y localización de un slot ventral finalizado, obsérvese que se encuentra centrado cranealmente respecto al espacio intervertebral.

Se realiza una elevación subperióstica del músculo largo del cuello, desde la superficie ventral de los cuerpos vertebrales afectados a lo largo de la línea media o sobre el espacio intervertebral afectado, se utiliza los separadores de Gelpi o Adison para mantener la retracción (Díaz, 2007).

En ocasiones se presenta hemorragia por alteración de la irrigación de la inserción tendinosa muscular y del ligamento longitudinal ventral; la hemostasia es fundamental, por lo que se aconseja usar electrocauterio bipolar (Fernández, 2000; Santoscoy, 2008; Johnson y Dunning; 2005).

Incidir ventralmente el ligamento longitudinal ventral y la cara ventral del anillo fibroso con hoja del Nº 11. Se extirpa el disco con una gubia junto con cualquier material extruido dentro del canal vertebral. Empleando un taladro neumático o eléctrico de alta velocidad con fresas de tamaños variados se crea una ventana rectangular en la línea media de los cuerpos de dos vértebras al nivel del espacio intervertebral afectado. La ventana se agranda por medio de una cureta o pinzas de Rongeur o de Kerrinson, evitando dañar los senos venosos vertebrales, así como la arteria vertebral que se localiza en lateral (Santoscoy, 2008; Ramírez, 2000). Durante este proceso es necesario irrigar frecuentemente con solución salina para evitar quemar el hueso, permitir que el calor se disipe y mantener hidratado el tejido (Fernández, 2000).

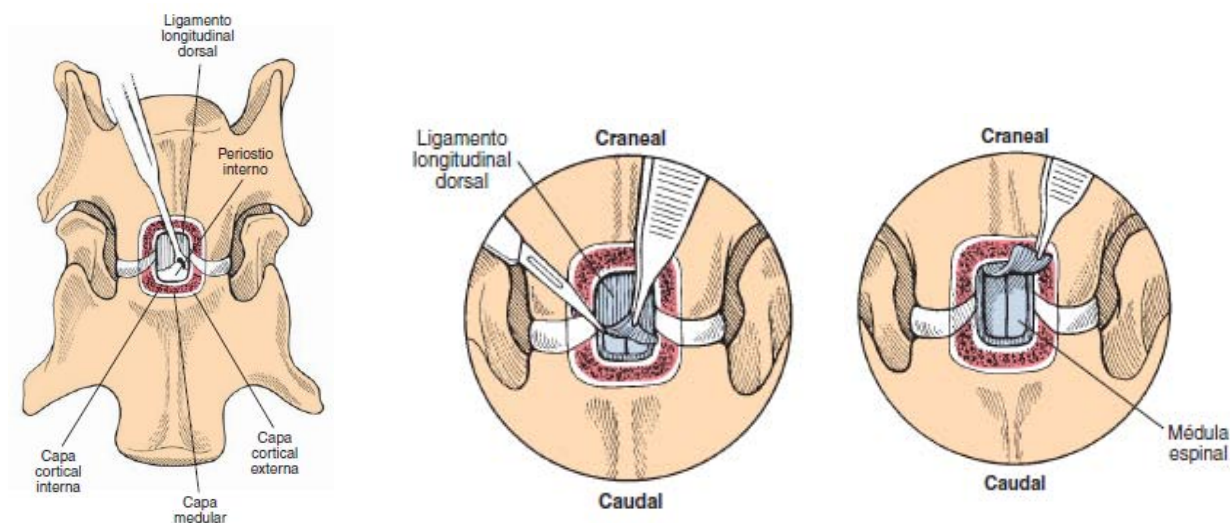


Esquema 20. Escisión del anillo fibroso ventral con la hoja de bisturí

Esquema 21. Dimensiones adecuadas del slot ventral

Hay que reconocer los estratos óseos para juzgar la profundidad de la perforación. Primero se penetra la capa cortical externa: es el hueso blanco que se expone cuando el músculo largo del cuello es elevado, después se encuentra la 2º capa; el hueso esponjoso que es rojizo y blando, las hemorragias durante el fresado se contendrán usando esponjas de gelatina absorbente (Gelfoam), o pequeñas cantidades de cera de hueso; ambas capas se perforan con fresas de 4 a 5 mm de diámetro, la cortical interna **es el 3º estrato, se perfora a modo de “pinceladas” utilizando fresas diamante de 2 a 3 mm de diámetro** teniendo más cuidado ya que esta capa es muy delgada (Díaz; 2007, Fernández; 2000, Santoscoy, 2008; Piermattei y Johnson, 2006).

Con cuidado se raspa la parte dorsal del anillo fibroso para exponer el ligamento longitudinal dorsal, retirarlo con fórceps oftálmico y hoja de bisturí N° 11 para tener acceso al canal vertebral. Comprobar que la descompresión haya sido adecuada mediante la visualización de una duramadre de color azulado (médula espinal) a través de la ranura (Fossum, 2009; Díaz, 2007; Johnson y Dunning; 2005).



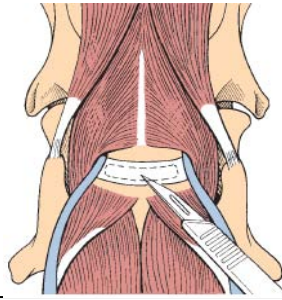
Esquema 22. Identificación de la capa cortical externa, medular y cortical interna del hueso, emplear cureta 3-0 o 4-0 para exponer el ligamento longitudinal dorsal el cual se sujeta con pinza oftálmico y se incide con hoja de bisturí N° 11, la descompresión se completa cuando se visualiza la médula espinal.

### Ⓢ Fenestración discal cervical con curetaje

La fenestración de los discos intervertebrales está indicada en perros que presentan dolor discogénico, esta técnica no será efectiva si el disco se ha extruido dentro del canal vertebral, se realiza de C2-C3 hasta C6-C7. (Santoscoy, 2008; Díaz, 2007).

Se prepara al paciente del mismo modo que en la ranura (slot) ventral, una vez que se identifica el espacio intervertebral afectado, con la hoja de bisturí N° 11 se incide la parte ventral del anillo fibroso tan ampliamente como sea posible para permitir la remoción del núcleo pulposo por medio de una cureta pequeña de 4-0 o 5-0. Hay que tener cuidado de no forzar el instrumento profundamente para evitar daño a la médula espinal (Díaz, 2007, Ramírez, 2000; Johnson y Dunning; 2005).

La fenestración y sus indicaciones son fuente de continua controversia y en particular la autora Fossum no la recomienda después de los procedimientos de slot ventral (Fossum, 2009; Santoscoy, 2008).



Esquema 23. Elevación de los músculos largos del cuello y fenestración, (ventana rectangular grande) extracción del núcleo pulposo

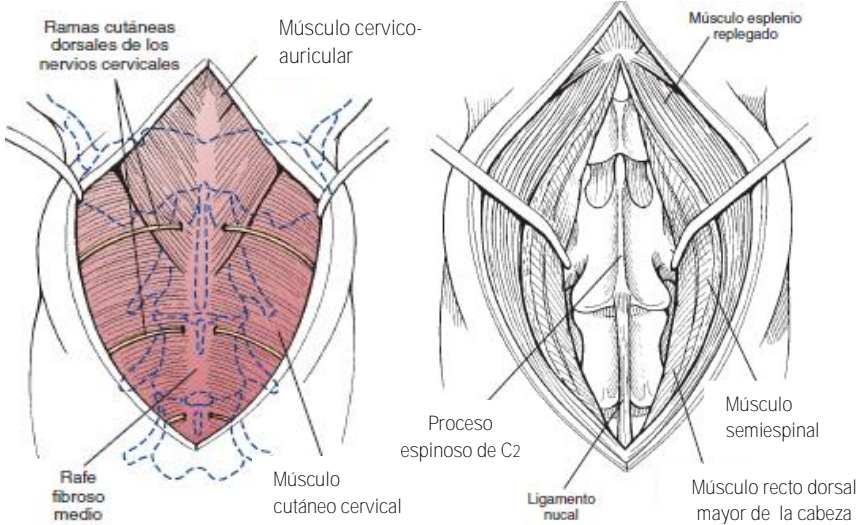
➤ Aproximación Dorsal

El paciente se coloca en decúbito esternal con la cabeza ligeramente flexionada y apoyada con un cojín, teniendo cuidado de no comprimir las yugulares, los miembros torácicos se fijan cranealmente. Las referencias anatómicas a considerar son la cresta nucal y los procesos espinosos de C2 y T1 que deben estar alineados para un adecuado posicionamiento (Santoscoy, 2008).



Esquema 24. Colocación del paciente con el cuello ligeramente flexionado

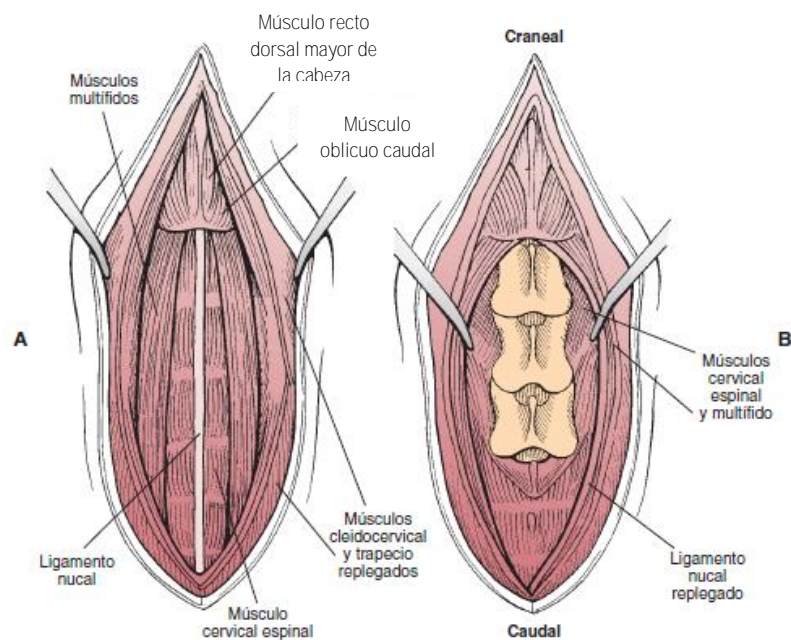
La incisión de la piel comienza en la cresta nucal y continúa a lo largo de la línea media dorsal de la columna cervical, hasta la primera o segunda vértebra torácica (Fernández, 2000; Ramírez, 2000, Mascort, 2011). Exponer el músculo occipital, cervicoauricular superficial y el cutáneo cervical. En el siguiente plano se identifican las ramas cutáneas dorsales de los nervios cervicales, además de los músculos, braquiocefálico, trapecio, que se unen en una aponeurosis fibrosa para formar el rafe medio, el cual se incide y los músculos señalados más el esplenio son retraídos lateralmente para exponer al músculo recto dorsal mayor de la cabeza y el proceso espinoso de C2 (Santoscoy, 2008; Dyce, Sack, Wensing; 2012).



Esquema 25. Durante la laminectomía cervical disecar la línea media de la musculatura cervical superficial para exponer el rafe medio y los nervios cutáneos; elevar la musculatura desde los procesos espinosos y la lámina de C1 y C2

En el extremo craneal de la disección, elevar los músculos desde el ligamento atlantoaxial dorsal, se puede hacer una elevación amplia desde el tubérculo dorsal de C1 dependiendo la exposición necesaria (Fossum, 2009; Johnson y Dunning; 2005).

Si la aproximación es para la parte media o caudal de la región cervical, habrá que tomar en cuenta la presencia del ligamento de la nuca que debe separarse de los músculos dorsolaterales cervicales y retraer lateralmente en el siguiente plano quirúrgico los músculos recto dorsal mayor de la cabeza, espinal y semiespinal, y multifido cervical (Fernández, 2000, Santoscoy, 2008; Mascort, 2011). La musculatura del multifido se eleva subperiostealmente para prevenir daño a la arteria vertebral que corre ventral a los procesos articulares (Santoscoy, 2008, Mascort, 2011).



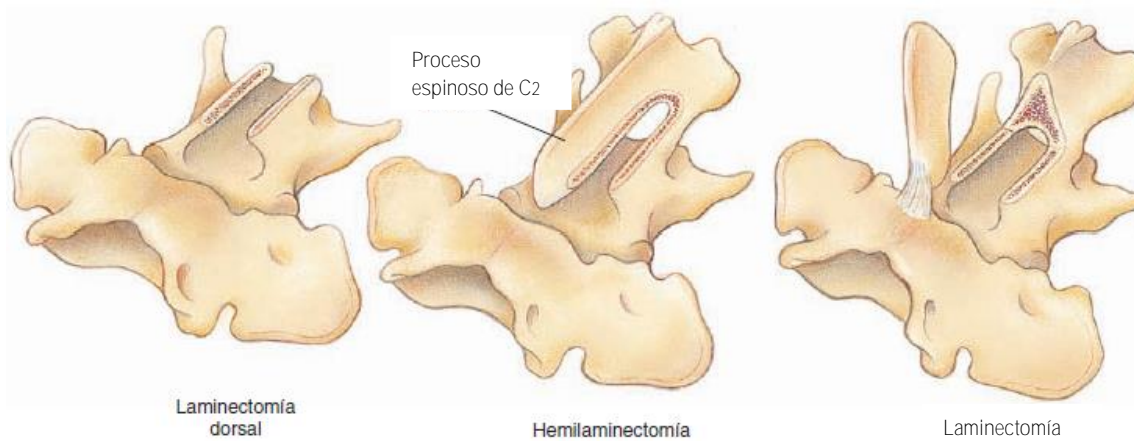
Esquema 26. Identificación del rafe medio y ligamento nucal durante la laminectomía mediocervical dorsal, elevación de la musculatura cervical desde los procesos espinosos dorsales y láminas de C3, C4 y C5

Los músculos son disecados de las vértebras y retraídos mediante separadores estáticos (Adson, Beckman-Adson, Weitlaner, Frazier, Zimmer, Warsaw,). Al elevar la musculatura y separarla de las facetas articulares, se pueden producir hemorragias importantes que provienen de ramas de la arteria vertebral, lo que obliga a efectuar una buena hemostasia (Fernández, 2000; Fossum, 2009).

El inter-espacio es identificado usando como puntos de referencia el proceso espinoso del axis y el proceso espinoso de la primera vértebra torácica. Con un taladro de alta velocidad se puede fresar parte de la lámina (hemilaminectomía) y, si fuese necesario, las facetas articulares (facetectomía) del lado afectado, preservándose los procesos espinosos, por el contrario, se pueden eliminar estas últimas de las vértebras adyacentes y toda la lámina dorsal, practicando entonces una laminectomía, que no incluiría nunca las facetas articulares, ya que se crearía excesiva inestabilidad (Fernández, 2000; Mascort, 2011, Dyce, Sack, Wensing; 2012).

## Ⓢ Abordaje dorsolateral para la columna cervical (Hemilaminectomía)

La hemilaminectomía dorsolateral es la extracción de los procesos espinosos, porción dorsolateral de las láminas y facetas articulares craneales de las vértebras afectadas, se indica en los pacientes con lesiones compresivas de la zona lateral del canal vertebral y el foramen intervertebral (Fossum, 2008). Colocar al paciente en decúbito esternal con la cabeza y el cuello en ligera flexión colocando un cojín por debajo, se palpa la cresta nucal y el proceso espinoso de la vértebra T1. Se efectúa una incisión cutánea en la línea media dorsal centrada sobre las vértebras afectadas, se expone el ligamento nucal y retrae totalmente junto con la musculatura, aparecen los músculos espinales que al retraerlos se mostrará el proceso espinoso, la parte de la lámina correspondiente y la faceta articular, en este punto emergen las ramas de la arteria vertebral, usando una gubia se corta el proceso articular y se realiza la laminectomía hasta dejar expuesta tanto la médula como la raíz nerviosa. Debeos considerar tres zonas C1-C2, C3-C-5, C6-T1; siendo la parte central la más cómoda de abordar (Fossum, 2009; Mascort, 2011; Tanaka et. al. 2005).



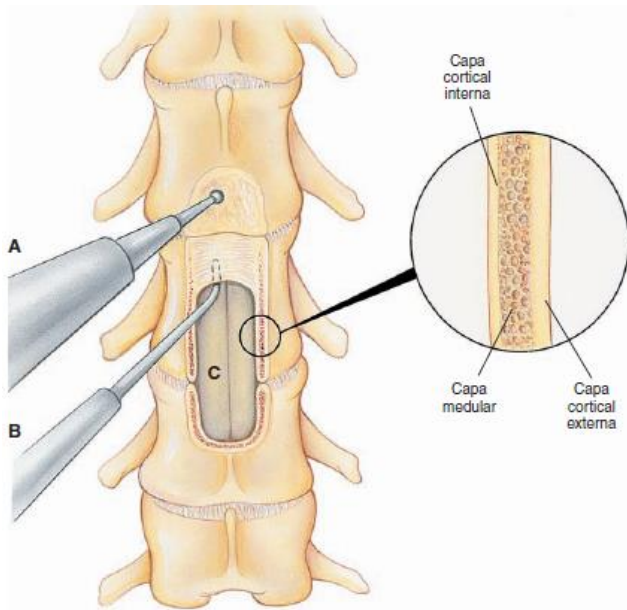
Esquema 27. Apariencia de una laminectomía dorsal, hemilaminectomía y laminectomía de C2

## Ⓢ Laminectomía cervical dorsal

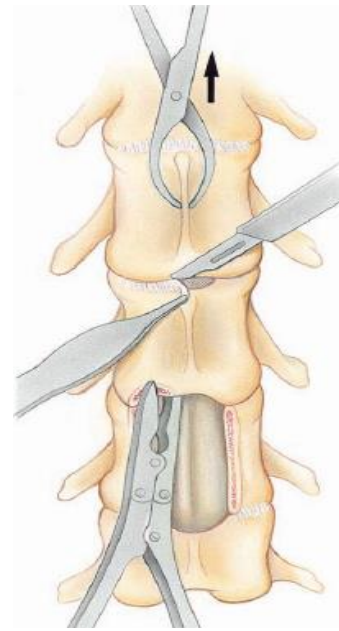
La laminectomía cervical dorsal es la extracción de la lámina de las vértebras cervicales para exponer la médula espinal, se indica cuando las lesiones se localizan dorsal ó lateralmente en el canal vertebral; mientras que la ranura ventral suele estar indicada cuando la lesión compresiva se encuentra ventralmente en el canal vertebral. El procedimiento depende de la localización de la lesión (cervical craneal, media y caudal) (Donaires, 2010; Mascort, 2011; Piermattei y Johnson, 2006).

La laminectomía se realiza con un taladro mecánico de alta velocidad con diferentes fresas para ingresar al canal vertebral, y gubias para incrementar la exposición, raspando el hueso desde el borde perforado, se perforan las dos primeras capas del hueso utilizando fresas de carburo de 4 a 5 mm; para la capa cortical interna se utiliza la técnica de "pinceladas" **con fresa** diamante de 2 a 3 mm, se extrae el proceso espinoso con pinzas de campo, se diseca con cautela los ligamentos amarillos con hoja de bisturí N° 15 y fórceps (pinzas) oftálmico para exponer el espacio intervertebral y borde laminar, colocar la gubia sobre este borde y remover la lámina, para exponer el canal vertebral y la médula espinal (Fossum, 2009; Mascort, 2011).

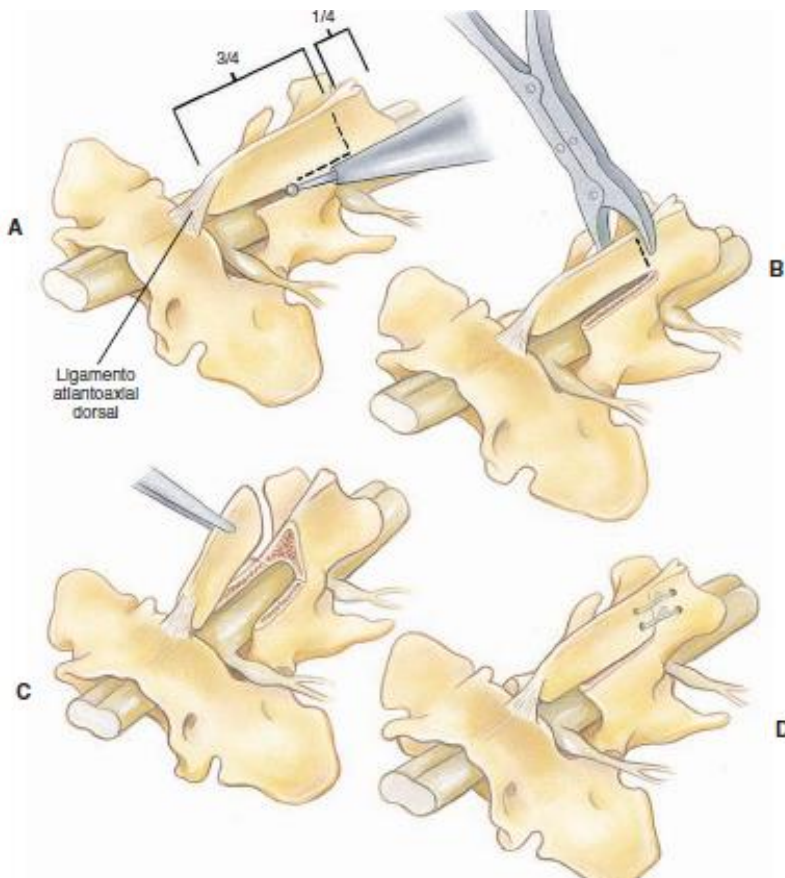




Esquema 28. A) Emplear un taladro neumático para fresar las capas cortical externa, medular e interna del hueso laminar. B) Elevar el periostio con una espátula dental para exponer el canal vertebral. C) Exponer la médula espinal y raíces nerviosas.



Esquema 29. Acentuar el borde laminar extrayendo el proceso espinoso con pinzas de campo, disecar el ligamento amarillo con hoja N° 15 y fórceps oftálmico, aplicar la gubia y extraer con suavidad la lámina para exponer el canal y la médula espinal.



Esquema 30. Laminectomía de C2.

- A) Medir el proceso espinoso de C2 para asegurar la extracción de  $\frac{3}{4}$  partes de su largo. Con un taladro neumático de alta velocidad efectuar cortes laminares finas para elevar el proceso espinoso.
- B) Emplear pinzas de campo para cortar el proceso espinoso.
- C) Retraer el proceso espinoso y lámina de C2 hacia craneal, aprovechando el ligamento atlantoaxial como bisagra.
- D) Utilizar alambre quirúrgico para posicionar en su lugar el proceso espinoso y la lámina después de haber examinado la médula espinal.

## Ⓢ Estabilización cervical

La estabilización de la columna cervical es una técnica que se emplea para reparar una fractura o luxación, o ambas, una malformación, o subluxación congénita, que causa inestabilidad de la columna. Se puede lograr la estabilización con diversas técnicas, como clavos y polimetilmetacrilato, tornillos, placas, clavos de transfijión y alambre ortopédico. La exposición quirúrgica se realiza mediante un abordaje dorsal o ventral (Fossum, 2009; Johnson y Dunning; 2005).

## 8. REHABILITACIÓN Y FISIOTERAPIA

Las lesiones de columna son de las afecciones traumáticas más devastadoras que pueden sufrir los pacientes. Las compresiones y contusiones medulares son frecuentes en pequeños animales, a menudo causadas por extrusión de discos intervertebrales, fracturas o luxaciones vertebrales. Las lesiones agudas pueden producir hemorragia, edema e isquemia. La materia gris es más sensible a tales lesiones que la materia blanca. Una fractura vertebral con desplazamiento tiene el riesgo añadido de laceración, compresión, e incluso transección de la médula espinal (Altay, *et al.* 2012). Los estudios experimentales y clínicos han identificado mecanismos primarios y secundarios. El mecanismo primario incluye la lesión mecánica de los tejidos blandos, mientras que la interrupción de la perfusión vascular, las alteraciones electrolíticas, los mecanismos excitotóxicos de daño neuronal y los radicales libres son mecanismos secundarios (Altay, *et al.* 2012; Correa, 2006).

### Rehabilitación

Según la OMS: La rehabilitación es el conjunto de medios médicos, sociales, educativos y profesionales destinados a restituir al paciente minusválido, proporcionándole la mayor capacidad posible de independencia (Morales, 2012; Zilberschein *et al.*, 2006).

**Rehabilitar, en su sentido más amplio, significa “restablecer o restaurar capacidades previas, como carácter, reputación o condición”. La rehabilitación y la fisioterapia van de la mano, con el objetivo de recuperar el funcionamiento adecuado de un sistema afectado, de modo que el principal objetivo de la fisioterapia es mejorar o mantener la calidad de vida de un paciente (Formenton, 2011).**

### Fisioterapia

Conjunto de técnicas que mediante la aplicación de agentes físicos naturales y artificiales, actúan en el individuo provocando estímulos que generan una respuesta en estos (Morales, 2012).

Los agentes físicos son portadores de energía que puede ser naturales como el sol, agua, calor, frío; o artificiales que aportan energía mecánica, eléctrica, magnética, térmica, lumínica, etc, (Sterin, 2004; Correa, 2006).

La fisioterapia y ejercicio son ampliamente aceptados para el tratamiento de pacientes con alteraciones neurológicas y/o ortopédicas. Se ha tendido que transmitir los principios de fisioterapia de humanos a los animales. Se piensa que la fisioterapia tiene efectos estimulantes en la plasticidad neuronal y se han descrito sus ventajas en perros con mielopatía crónica. A menudo, estos pacientes están hospitalizados inicialmente y, cuando son ambulatorios, se dan de alta y se dejan al

cuidado del propietario que puede seguir con los ejercicios de fisioterapia en casa. La rehabilitación de los pacientes neurológicos en casa exige un esfuerzo por parte de los propietarios. Los animales con lesiones espinales cervicales pueden presentar dolor cervical, posición baja del cuello, ataxia de las extremidades pelvianas o de las cuatro extremidades, déficits propioceptivos, hemi- y tetraparesia junto con disfunción de la vejiga. Los déficits propioceptivos somaestéticos y motores se tienen que monitorizar de cerca y tratar (Altay, *et al.*, 2012; Lindley y Smith, 2015).

La fisioterapia ejerce una función beneficiosa no sólo sobre el tejido blando lesionado sino también sobre las articulaciones y los huesos. Después de un traumatismo es muy importante la recuperación de la vascularización adyacente y la reorganización de los tejidos para evitar fibrosis y configuraciones anormales de las fibras de colágeno eludiendo así, una reducción de la capacidad de movimiento del miembro (Ruiz, *et al.*, 2007; Del Campo, 2000; Zilberschtein *et al.*, 2006).

El tiempo total de tratamiento varía según las características del caso. Teniendo en claro que es un complemento terapéutico podemos aplicarlo en diferentes patologías, dentro del área de la: Ortopedia, Traumatología, y Neurología, tanto en jóvenes como adultos y geriatras de distintas especies como caninos, felinos, primates y quelonios. La terapia física no requiere sedación, y es generalmente bien tolerada por el paciente. Siempre hay que tener en cuenta el protocolo de trabajo en las distintas etapas del tratamiento según la patología (Sterin, 2008; Correa, 2006).

#### 8.1. Finalidad de la rehabilitación y fisioterapia

El alivio del dolor es uno de los principales beneficios de la fisioterapia. El dolor, ya sea agudo o crónico, puede provocar inmunosupresión, pérdida de apetito y debilidad. El dolor está relacionado con el estrés, que influye en la capacidad para metabolizar los carbohidratos, las proteínas y las grasas, y disminuye la ingesta de alimento. Además, puede dar lugar a la falta de uso de las extremidades y la consiguiente atrofia muscular, interfiriendo así directamente en el bienestar del paciente (Formenton, 2011; Lindley y Smith, 2015).

El control de la inflamación reduce el tiempo de recuperación y a menudo está asociada con el control del dolor. La artrosis es un buen ejemplo de patología que cursa con un ciclo de dolor-inflamación lo que lleva a recurrir a la fisioterapia. En muchos casos, la fisioterapia puede prevenir o reducir al mínimo la atrofia muscular, y esto constituye un objetivo fundamental de la rehabilitación en pacientes con parálisis o paresia (Formenton, 2011; Del Campo, 2000).

La rehabilitación y la fisioterapia mejoran el estado físico general de un paciente, ayudan a mantener un buen estado cardiovascular, hay mayor velocidad de recuperación, disminuyen el uso de AINEs, y propician una mejor calidad de vida para el paciente (Ruiz, *et al.* 2007; Del Campo, 2000).

#### 8.2. Indicaciones para aplicar la rehabilitación y fisioterapia

- Recuperaciones post-quirúrgicas ortopédicas y neurológicas, como la rotura del ligamento cruzado, la luxación de la patela, cirugía espinal y reparación de fracturas
- Alteraciones artrósicas, dolor y edemas.
- Obesidad, junto con programas de pérdida de peso y ejercicio

- Tratamiento (o prevención) de los problemas de columna, como las hernias de disco intervertebrales, la espondilitis/espondilosis, las anquilosis y mineralizaciones de disco, parestias, tetraplejas, alteraciones de la marcha.
- Atención geriátrica, en la cual la terapia puede contribuir a la calidad y la esperanza de vida, proporcionando comodidad y alivio del dolor crónico, mejorando la interacción del animal con su propietario.
- Asimetría de extremidades, atrofia, contracturas musculares, además de rigidez articular general, ayudando a devolver la funcionalidad a las extremidades.
- Aumento o mejoría del rendimiento de los animales de competición,
- Prevención y tratamiento de lesiones.

### 8.3. Hidroterapia

Se define *hidrocinesiterapia* como aquella terapia dirigida a la ejecución de ejercicios en un medio acuático, con parte o con la totalidad del cuerpo sumergido en un tanque o piscina. Como ocurre con cualquier terapia física, es conveniente consultar con el veterinario que refiere el caso a la hora de aplicar la hidrocinesiterapia. Éste debe estar informado de las posibles aplicaciones de la misma, así como de las precauciones y contraindicaciones (Pérez, 2012; Del Campo, 2000).

La hidroterapia tiene distintos modos de aplicación. Es el método más antiguo utilizado en el tratamiento de la función física. El agua es vector de acciones mecánicas o térmicas. Cuando el tratamiento no está bien indicado, o ejecutado, puede tener efectos adversos (Morales, 2012).

### 8.4. Propiedades físicas del agua

El agua en estado puro, sus propiedades corresponden con las de un elemento incoloro, inodoro e insípido. No obstante, posee propiedades físicas que la diferencian sobre el resto de los elementos y que le confieren sus inigualables propiedades terapéuticas (Pérez, 2012; Lindley y Smith, 2015).

#### ➤ Densidad Relativa

Puede definirse como la relación entre el peso del sujeto comparado con el equivalente al volumen de agua. La densidad o gravedad del agua es 1. La densidad del hueso es 0.8 por lo que flota y la de la grasa 2 por lo que se hunde (Ruiz, *et al.*, 2012; Correa, 2006; Del Campo, 2000).

El cuerpo de nuestros pacientes (perros o gatos) posee densidades diferentes en función de la heterogeneidad de los diversos tejidos que lo forman. El tejido pulmonar actúa como una cámara de aire de manera que es mayor la flotación en fase de inspiración. En conjunto, la densidad media del cuerpo queda por debajo de la del agua, y por lo tanto, en condiciones normales, el cuerpo de un perro o gato flotará (Pérez, 2012, Lindley y Smith, 2015).

#### ➤ Presión hidrostática

El agua por su peso ejerce presiones que están bajo las siguientes características:

1. El agua ejerce presiones en todos sentidos, de arriba abajo, de abajo arriba y lateralmente.
2. El agua en equilibrio o en reposo ejerce una presión igual en todos sentidos, en un mismo plano horizontal.

### 3. La presión del agua es proporcional a la profundidad

Cuando introducimos al paciente en el agua, esta ejerce cierta presión sobre el organismo sumergido por lo tanto a mayor profundidad del cuerpo inmerso en el agua mayor presión se ejerce sobre él. (Ruiz, *et al.*, 2012; Del Campo, 2000).

#### ➤ Flotación

**Según el conocido Principio de Arquímedes, “todo cuerpo sumergido en el agua disminuye su peso proporcionalmente al volumen del agua que desplaza”. Por lo tanto el cuerpo dentro del agua pesa menos que afuera de ella, esta cualidad se aprovecha en pacientes con enfermedades neurológicas y ortopédicas ya que facilita el movimiento de las articulaciones ó de los músculos paralizados o articulaciones (Santoscoy, 2008; Correa, 2006).**

Esto equivale a decir que el cuerpo pierde peso en una cantidad igual al peso del volumen del líquido desplazado. A mayor cantidad de peso perdido por el efecto del empuje del agua, más fácil será para el animal sostener su propio peso, lo que resulta de vital importancia en aquellos casos en los que la dificultad de caminar va asociada a la incapacidad para sostener el peso en tierra (Pérez, 2012). El movimiento articular es menos doloroso y de mayor amplitud. El cuerpo carga con menos peso dentro del agua que en tierra; a más profundidad menos peso se soporta. (Ruiz, *et al.*, 2007; Lindley y Smith, 2015).

#### ➤ Resistencia

Resistencia es la cantidad de fuerza necesaria para moverse un cuerpo sólido en un medio líquido (Ruiz, *et al.*, 2007). El agua opone una resistencia al movimiento de un cuerpo, esta característica se aprovecha para dar estabilidad y guía a los movimientos subacuáticos (Santoscoy, 2008).

#### ➤ Refracción

El rayo de luz experimenta una inclinación al entrar en el agua, lo que distorsiona el tamaño de los objetos así como de la percepción de la profundidad del tanque. Esto provoca una cierta incertidumbre en el paciente que le lleva a realizar movimientos más amplios con el objetivo de alcanzar aquellas zonas que percibe como estables para el descanso (Pérez, 2012).

#### ➤ Temperatura

Se limita a la indicación de frío y calor en relación con la temperatura corporal, entre la sensación de caliente y frío existe un límite térmico, semejante a la temperatura cutánea. Se denomina temperatura indiferente aquella que no produce reacción alguna. Para la aplicación de la temperatura existen escalas establecidas, donde se relacionan las sensaciones del paciente con la temperatura del agua (Santoscoy, 2008).

Helado	Hasta 10°C
Frio	10 a 28°C
Poco frio	28 a 33°C
Indiferente	33 a 36°C
Templado	36 a 38°C

Caliente	38 a 40°C
Muy caliente	40 a 45°C

Debe tenerse muy en cuenta la tolerancia de cada paciente, por lo regular en animales pequeños se usan temperaturas de los 36 a los 40°C (Santoscoy, 2008).

## 8.5. Efectos fisiológicos

### ➤ Durante la inmersión en agua caliente

Durante la inmersión, la temperatura del agua está por encima de la temperatura de la piel, por lo tanto el cuerpo gana calor a través de las áreas bajo el agua, además de los músculos que se contraen por realizar ejercicio, por lo tanto es inevitable una elevación de la temperatura corporal. A medida que se calienta la piel los vasos sanguíneos superficiales se dilatan y aumenta el riego periférico, la sangre que fluye por estos vasos se calienta y por convección aumenta la temperatura de estructuras subyacentes (músculos) (Santoscoy, 2008; Del Campo, 2000).

La elevación de la temperatura incrementa el metabolismo en la piel y en los músculos; esto aumenta las demandas de oxígeno y de dióxido de carbono produciendo una elevación de la frecuencia respiratoria (Santoscoy, 2008; Del Campo, 2000).

### ➤ Después de la Inmersión

Cuando sacamos al paciente del agua los mecanismos de pérdida de calor entran en acción y la temperatura vuelve a la normalidad debido a los mecanismos de termorregulación. El paciente debe ser secado con secadora de aire caliente para limitar la pérdida de calor de los capilares superficiales y se tiene que dar un periodo de descanso después del tratamiento, para que la frecuencia cardíaca, respiratoria y el metabolismo, vuelvan a la normalidad así como la distribución sanguínea (Santoscoy, 2008; Del Campo, 2000).

-A *nivel circulatorio*, la inmersión facilita el retorno venoso, lo que supone una sobrecarga de volumen sanguíneo al corazón y por tanto un aumento del gasto cardíaco. Además, los vasos sanguíneos se comprimen durante la inmersión, mientras que, al finalizar la misma, una gran cantidad de sangre fluye por ellos (Pérez, 2012; Lindley y Smith, 2015; Zilberschtein *et. al.*, 2006).

-A *nivel renal*, se produce una disminución en los niveles de hormona antidiurética (ADH) y de aldosterona, acompañados de un aumento de la liberación de sodio y potasio, que favorece la disminución de la presión sanguínea, mejora la eliminación de productos de desecho metabólicos y la filtración renal. Es decir, se produce un aumento de la diuresis (Pérez, 2012; Correa, 2006).

-A *nivel neurológico*, actúa sobre las terminaciones nerviosas superficiales, a nivel cutáneo, y profundas, a nivel muscular, que constituyen estímulos propioceptivos que mejoran la percepción del propio esquema corporal, del equilibrio y de la coordinación motriz. Además, con la disminución del peso corporal, se produce una elevación del centro de gravedad y una mejora del equilibrio estático y dinámico, lo que explica que los esfuerzos necesarios para realizar movimientos sean menores, facilitando el control de movimientos en aquellos pacientes que carecen de coordinación (Pérez, 2012).

-A nivel *osteomuscular* se produce una mejora en la oxigenación muscular asociada a la vasodilatación. Esto unido a la disminución de la sensibilidad de los nociceptores, proporciona un efecto analgésico importante que favorece la relajación muscular. El paciente, a través de la información aportada por diferentes receptores, realizará una serie de contracciones musculares destinadas al mantenimiento de una posición adecuada, en contra del propio movimiento del agua, las turbulencias e incluso la flotabilidad (Pérez, 2012; Correa, 2006; Zilberschtein et. al. 2006).

#### 8.6. Beneficios terapéuticos de la Hidroterapia

Para los animales, los métodos más habituales son la natación y la cinta sin fin acuática. Esta técnica promueve muchos efectos beneficiosos, fisiológicos y psicológicos. Las ventajas se obtienen porque el peso del animal y el impacto del ejercicio se reducen en el agua. La hidroterapia mejora la circulación de la sangre, la pérdida de peso y el aumento de la flexibilidad y la movilidad; fortalece el tono muscular e incluso ayuda a mejorar el equilibrio, la coordinación y el mantenimiento de la postura. Un animal con parálisis del tercio caudal, por ejemplo, gana movilidad en el agua y puede realizar varios ejercicios. Además, el agua también actúa como un estímulo sensitivo y autoperceptivo ideal, que complementa a la perfección la rehabilitación de un paciente (Formenton, 2011; Del Campo, 2000).

Si el agua está caliente se facilita la relajación muscular, se aumenta la circulación y se mejora el drenaje linfático, ayudando a los animales con edema, contracciones y espasmos musculares, y posibilitando el alivio del dolor y la relajación general. El ejercicio en el agua también contribuye a la corrección de las posturas inadecuadas, al uso de extremidades atrofiadas y al estiramiento de músculos y ligamentos, en combinación con la adquisición de masa muscular (Formenton, 2011; Lindley y Smith, 2015).



Imagen 49. Hidroterapia en una cinta sin fin, el agua está a la altura del trocánter femoral mayor, reduciendo el peso del animal hasta tan sólo el 38%

Los efectos psicológicos no pueden pasarse por alto. El alivio del dolor mejora el bienestar y la calidad de vida, pero además, la movilidad que el animal adquiere en el agua le ayuda a recuperar la confianza e independencia que suelen ser necesarias para volver a andar. En muchos casos, un animal con miedo a moverse debido a un traumatismo recupera el sentimiento de comodidad a raíz de la hidroterapia y adquiere la confianza para mover la extremidad o extremidades lesionadas. La profundidad del agua influye directamente en la terapia, ya que cuanto mayor es la profundidad, menor es el peso del animal. Si el agua se encuentra a la altura del trocánter mayor del fémur se sostiene tan sólo un 38% de la carga del peso, en comparación con el 91% si está a la altura del tarso (Formenton, 2011, Lindley y Smith, 2015).

Al principio, la hidroterapia debe realizarse durante unos pocos minutos, quizá colocando simplemente el animal en el agua para permitir la aclimatación. Una vez ganada la confianza, puede iniciarse la terapia, hasta 20 minutos en una cinta sin fin y 30 minutos de natación. La hidroterapia no se recomienda en casos de heridas, otitis, dermatopatías y enfermedades sistémicas importantes,

en especial, cardiopatías, hepatopatías, enfermedad renal, hipertensión e hipotensión. También se debe valorar el riesgo en la epilepsia no controlada y enfermedades respiratorias. Por último, la hidroterapia puede utilizarse como ayuda para facilitar la pérdida de peso y el acondicionamiento físico del animal. La pérdida de calorías es importante en un programa de pérdida de peso y fortalecimiento, y se recomienda realizarla 2 ó 3 veces a la semana (Formenton, 2011; Lindley y Smith, 2015; Correa, 2006; Del Campo, 2000).

#### 8.7. Casos indicados para la hidroterapia

La hidroterapia es un medio para conseguir efectos en un lapso menor al que se alcanzaría con un tratamiento en seco. Busca la recuperación funcional por medio de la ambulación progresiva, el restablecimiento de la amplitud articular, a fin de condicionar el movimiento fuera del agua. Existe un gran número de patologías susceptibles de ser tratadas con hidroterapia, pertenecientes fundamentalmente a tres áreas. (Santoscoy, 2008; Lindley y Smith, 2015; Zilberschtein et. al. 2006)

- Artrología: patologías articulares degenerativas (en especial de la columna, cadera y rodilla), y patologías inflamatorias de articulaciones
- Neurología: paresia, parálisis, lesiones medulares, discoespondilitis, espondilosis
- Traumatología y ortopedia: fracturas, esguinces, amputaciones.

#### 8.8. Contraindicaciones de la hidroterapia:

- Procesos infecciosos e inflamatorios de la piel
- Enfermedades infecciosas
- Patologías cardíacas, respiratorias, gastrointestinales
- Infecciones uterinas y prostáticas
- Enfermos terminales
- Heridas abiertas o supurantes
- Animales agresivos
- Cualquier paciente con tendencia a convulsiones

#### 8.9. Consideraciones

- El exceso de tiempo produce fatiga muscular y cansancio físico.
- Dejar que el animal se acomode al agua.
- Cuidado con el stress
- La intensidad del ejercicio se debe aumentar un 10% semanalmente.
- Frecuencia 3 sesiones por semana. (Mas, menos, dependiendo del caso a tratar)
- Secar siempre después del ejercicio.



## VIII. PRESENTACIÓN DE UN CASO CLÍNICO

### Introducción

El trauma medular agudo consiste en un evento físico directo sobre la médula espinal, dicho evento puede ser a consecuencia de luxaciones intervertebrales, fracturas vertebrales, hernias discales, siendo estas el resultado de accidentes de tráfico, caídas o peleas. La consecuencia de de estos eventos físicos, son alteraciones secundarias vasculares, bioquímicas y electrolíticas en el microambiente medular, y nos referimos a: disminución del flujo sanguíneo a la médula, aumento de radicales libres y a la entrada de calcio intracelular. Debido a la fragilidad de la médula espinal y a que está alojada en un “tubo” inelástico, cualquier disminución en el diámetro del canal, puede resultar en compresión medular con interrupción de los impulsos nerviosos, isquemia, hemorragia, alteraciones en el flujo sanguíneo y edema.

Debe realizarse un examen clínico y uno neurológico. El examen neurológico permite aproximarnos al sitio de la lesión, y según los déficits observados, establecer un pronóstico. Para acercarse a un diagnóstico, se recurre a herramientas como las radiografías, la técnica mielográfica, la TAC y la RMN, así puede determinarse el sitio exacto de la lesión con detalle, el grado de compresión medular, y percatarse de la posición de los segmentos de fractura con respecto a la médula espinal. La primera medida a utilizar en pacientes con sospecha de traumatismo espinal es su inmediata inmovilización sobre una superficie rígida móvil, con la ayuda de cintas, y bandas. El tratamiento médico o quirúrgico a seguir dependerá de los signos presentados por el paciente.

### Justificación

El caso clínico expuesto en el presente trabajo, expone lo importante que puede ser el hecho de tratar de forma precoz las lesiones traumáticas espinales. Estas lesiones medulares en ocasiones pueden ir acompañadas de lesiones más graves que comprometan la vida del animal, motivo por el cual resulta necesario realizar un examen físico completo, para identificar la extensión de las mismas, con el fin de estabilizar lo antes posible al paciente. Un manejo inadecuado en esta fase inicial puede agravar las lesiones secundarias sobre el tejido nervioso y provocar un mayor deterioro del estado neurológico del animal.

Esta información sirve a los médicos veterinarios para darse cuenta de la importancia que tiene realizar un buen examen neurológico para el diagnóstico de afecciones en columna cervical, así como de la elección de una terapéutica adecuada, que se ajuste al estado del paciente ya sea

quirúrgica, farmacológica o ambas; lo cual ayuda a brindar posibilidades de recuperación favorable en este tipo de casos.

### Reseña e historia clínica

A la clínica veterinaria “Canibeth”, ingresa a consulta el paciente “Hoch,” canino macho de raza Poodle, de 9 años de edad, de color blanco, con un peso de 8Kg. Al realizar la anamnesis, los propietarios refieren que se salió de casa y fue mordido por otro perro, reportan que lo hallaron en recumbencia y no volvió a ponerse de pie, estaba consciente pero sin poder moverse, se quejaba al ser manipulado, las 4 extremidades estaban totalmente rígidas, le dieron agua con una jeringa y observaron que podía orinar sin dificultad, aunque le ofrecían alimento se rehusaba a comer, se encontraba muy apático. Anteriormente fue llevado con otro veterinario quien le administró solución salina fisiológica por vía endovenosa y un analgésico, no solicitó ningún tipo de estudio que ayudara a dar un diagnóstico. Por lo cual los propietarios buscaron una segunda opinión médica.



Foto 1. Paciente

En el examen clínico no se evidenció ninguna anomalía en sus constantes fisiológicas, las cuales estaban dentro del rango normal, frecuencia cardíaca de 120 latidos por minuto, frecuencia respiratoria de 30 ciclos respiratorios por minuto, T<sup>o</sup> 38.5°C, tiempo de llenado capilar de 2 segundos, mucosas rosadas, pulso correspondiente y lleno, linfonodos sin cambios, campos pulmonares normales, percusión negativa, y una condición corporal 3/5.

El paciente se encontraba tetrapléjico, con dolor en todo el cuerpo al ser manipulado. Se decide realizar un examen neurológico (ver tabla 3) para localizar el sitio de la lesión, y gracias a los resultados obtenidos se considera una lesión en el segmento medular a nivel cervical de C1-C5.

Al realizar dicho examen, nuestro paciente mostró presencia de dolor profundo, lo que daba un mejor pronóstico para su posible recuperación.

Tabla 3. Examen neurológico del paciente

PRUEBA REALIZADA	RESULTADO
Estado Mental	Alerta
Postura	Decúbito
Marcha	Tetraplejía
Posicionamiento propioceptivo	Ausente en los 4 miembros

Reflejo bicipital y tricipital	Presentes y aumentados
Reflejo carpo radial	Presente y aumentado
Reflejo flexor	MT's: presente y normal MP's: presente y normal
Reflejo patelar	Presente y aumentado
Reflejo tibial craneal y gastrocnemio	Presentes y normales
Reflejo perineal	Presente y normal
Reflejo panicular	Presente y normal
Percepción del dolor profundo	Presente

#### Lista de Problemas

1. Anorexia
2. Postración
3. Dolor a la manipulación del cuello
4. Hematomas en la parte dorsal del cuello, dorso y parte lateral de los miembros pelvianos
5. Flexión y extensión de la cabeza disminuidas
6. Propiocepción ausente
7. Tetraplejía
8. Apatía
9. Rigidez extensora de las 4 extremidades
10. Ausencia de reacciones posturales en todas las extremidades

#### Lista Maestra

- I. Dolor a la manipulación del cuello (1,2,4,5,6,7,8, 9, 10)

#### Diagnósticos Diferenciales

- I. a) Daño medular del segmento cervical C1-C5

{ Fractura de vértebras cervicales  
 Luxación cervical  
 Protrusión de disco intervertebral

#### Diagnóstico Presuntivo

Lesión medular en segmento cervical, secundario a un traumatismo

### Plan Diagnóstico

En base a los resultados obtenidos por el examen clínico y neurológico, se decide realizar un estudio radiográfico simple de la columna vertebral del paciente (nivel cervical), tomando las proyecciones de rutina Lateral derecha y Dorsoventral.

En ambas tomas, se observa una fractura completa transversa, del arco dorsal del proceso espinoso de la segunda vértebra cervical, dicho fragmento presenta un desplazamiento craneal y lateral izquierdo. Por el traumatismo que sufrió el paciente se sospecha de una compresión medular, para poder confirmar esto se requería realizar una mielografía, pero por cuestiones económicas los propietarios no aceptaron dicho estudio.

Para realizar el estudio radiográfico a nuestro paciente, se consideró una manipulación muy cuidadosa, para causarle el mínimo daño a la porción cervical de la médula, por lo que fueron tomadas bajo anestesia general, administrándole tiopental a dosis de 15mg/kg y diazepam a dosis de 0.5mg/kg.

En conjunto con el examen físico general, el examen neurológico y las pruebas complementarias en este caso las radiografías simples, se establece el diagnóstico definitivo. Lesión compresiva de la

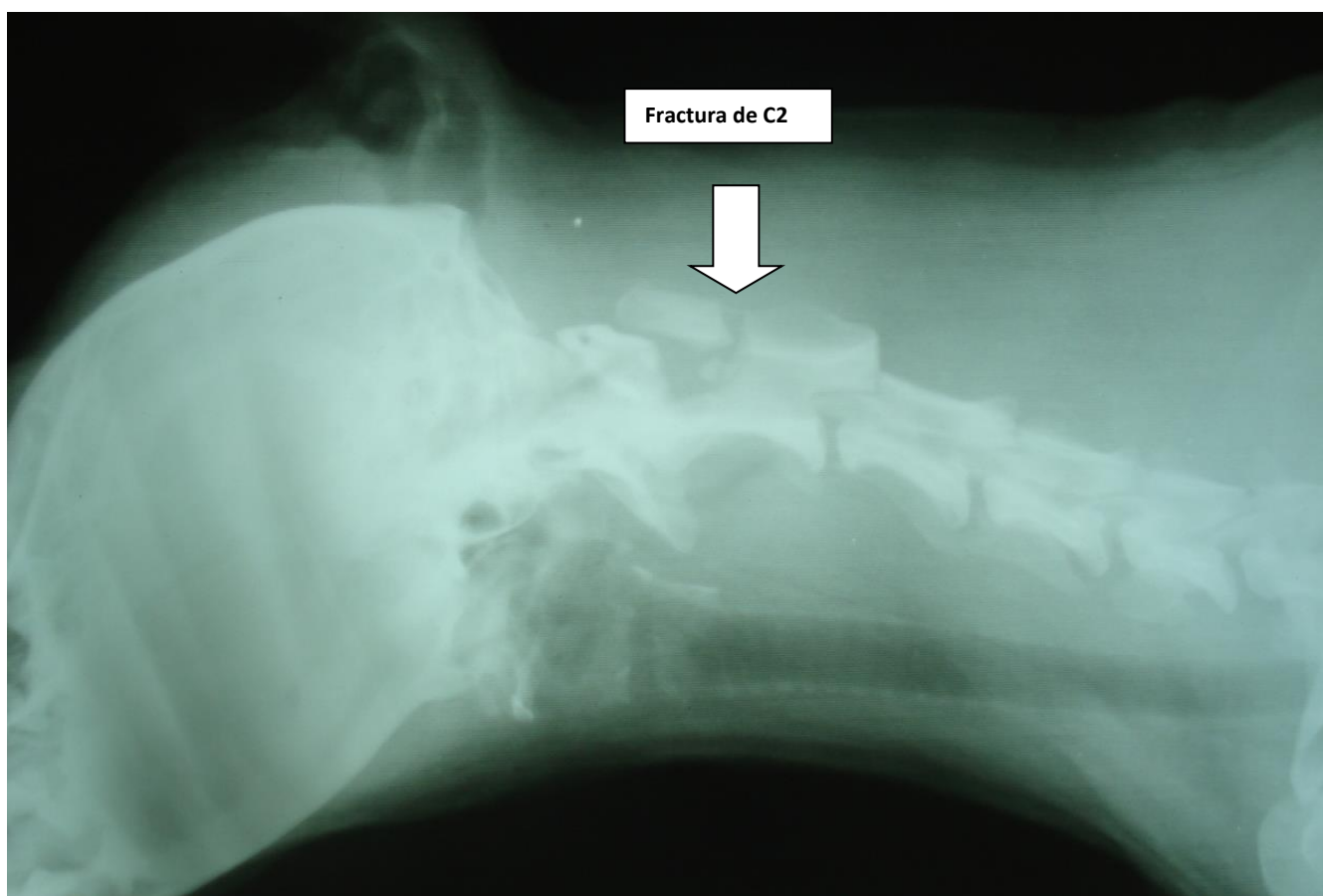


Foto 2. Estudio radiográfico de columna cervical del paciente. Proyección lateral izquierda-lateral derecha. MTN, 2011

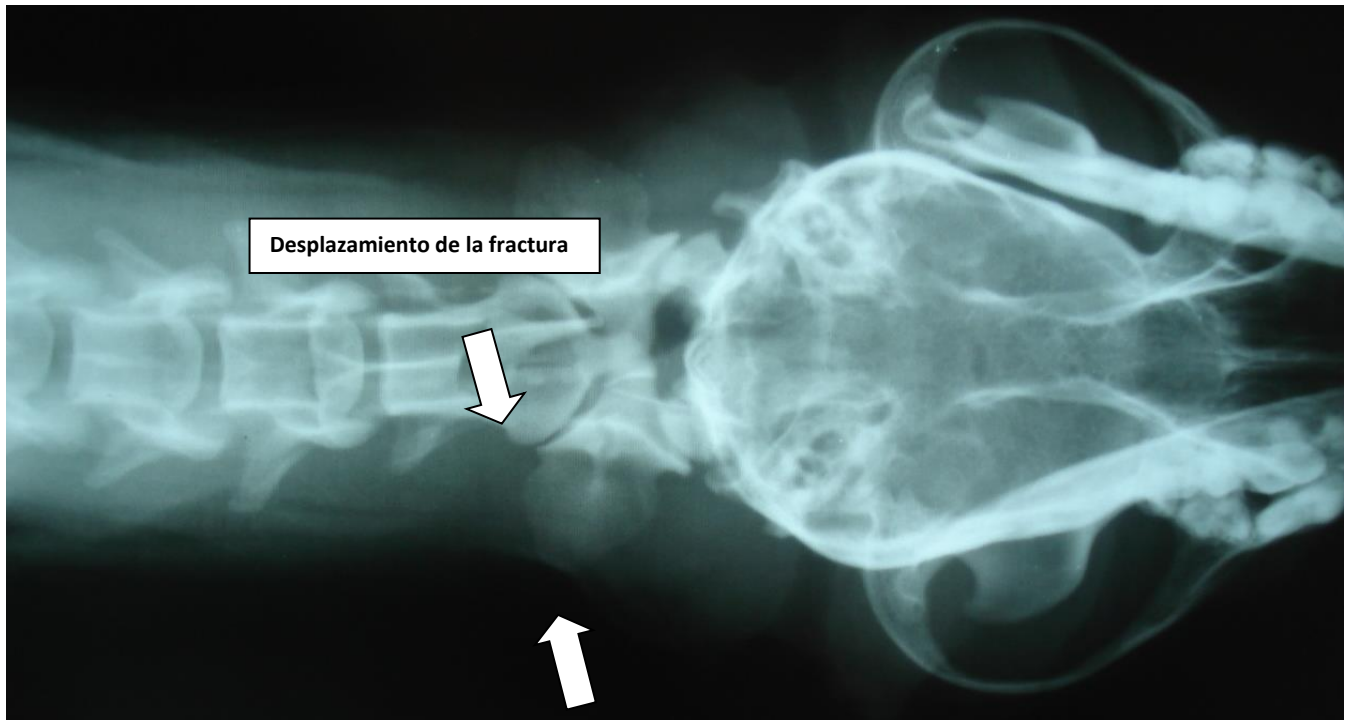


Foto 3. Estudio radiográfico de columna cervical del paciente. Proyección Ventrodorsal. MTN, 2011

médula espinal por fractura del proceso espinoso y lámina dorsal del axis.

#### Tratamiento Médico- Quirúrgico

El tratamiento médico se inició con la administración de succinato de metilprednisolona a dosis de 30 mg/kg por vía IV, seguido de dosis adicionales de 15 mg/kg por vía IV administrados 2 y 6 horas después de la dosis inicial, los dos días siguientes se disminuye a 5.4mg/kg por vía IV cada 24hrs; terapia analgésica con buprenorfina a dosis de 0.01mg/ kg cada 8 horas por vía IV por 3 días, luego se cambio a tramadol a dosis de 2 mg/kg cada 12 horas por vía IV por 5 días y posteriormente misma dosis vía PO por 5 días, antibióticos como clindamicina a dosis de 11mg/kg cada 12 horas IV por 7 días, luego vía PO por 7 días más; después se le administro cefalexina a dosis de 30mg/kg cada 12 horas PO por 7 días, la antibioterapia duro alrededor de 3 semanas debido a las lesiones por decúbito que presentó el paciente; protector de la mucosa gástrica (ranitidina a 2mg/kg cada 12 horas IV por 7 días; posteriormente vía PO por 14 días), condroprotector articular (acido hialuronico 1 ml vía IV lenta, una vez por semana repitiendo la dosis cada 14 días durante 1 mes), complejo B a dosis de 0.5ml cada 24 horas IM por 5 días, posteriormente vía PO hasta nueva indicación, y glucosamina una tableta cada 24 horas hasta nueva indicación, dieta blanda (lata a/d de Hill's) y alimento sólido (croquetas Nupec).

La decisión para elegir el tratamiento que se debe aplicar depende del tipo de lesión encontrada y de la disfunción neurológica del animal, siendo necesario un tratamiento quirúrgico en los casos más graves y realizado a la mayor brevedad. En base al examen neurológico que se le realizó al paciente y posterior al estudio radiográfico, se canaliza una vena periférica para administración de líquidos y medicamentos, se les comunica a los propietarios que debe ser intervenido quirúrgicamente lo antes posible; se mencionan los riesgos y costos de la cirugía, además de explicarles que el objetivo de

realizarla es corregir la fractura, para regresar el proceso espinoso a su posición normal y de esta manera poder estabilizar la articulación atlanto-axial, autorizan el procedimiento y se prosigue con la preparación del paciente para que se lleve a cabo la cirugía, se le realiza la tricotomía y se observan



Foto 4. Realización de la tricotomía donde se observan los hematomas en el cuerpo del paciente. MTN, 2011

varias lesiones en la piel.

Por la experiencia del cirujano, el tratamiento quirúrgico que se decidió llevar a cabo en el paciente, fue mediante abordaje dorsal, para reducir la fractura del proceso espinoso del axis, por medio de la colocación de 3 alambres ortopédicos a manera de cerclaje. Dando nuevamente estabilidad a la articulación atlantoaxial.

El paciente se posiciona en decúbito ventral con la cabeza ligeramente flexionada apoyada sobre un cojín, se inicia el abordaje quirúrgico de la articulación atlanto-axial, incidiendo sobre la línea media dorsal, la piel, tejido subcutáneo hasta llegar a la musculatura de la zona, retrayendo todos los

músculos en línea media, hasta lograr visualizar la lesión.

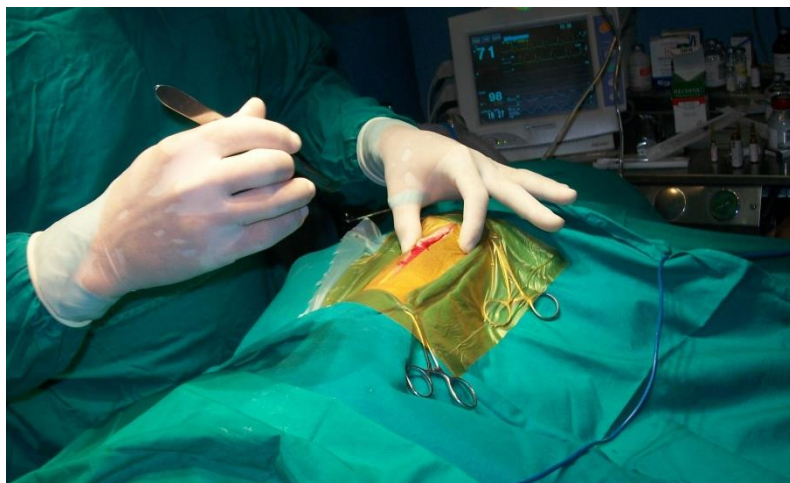


Foto 5. Abordaje dorsal, incisión sobre la línea media; retracción de los músculos y visualización de la lesión. MTN, 2011

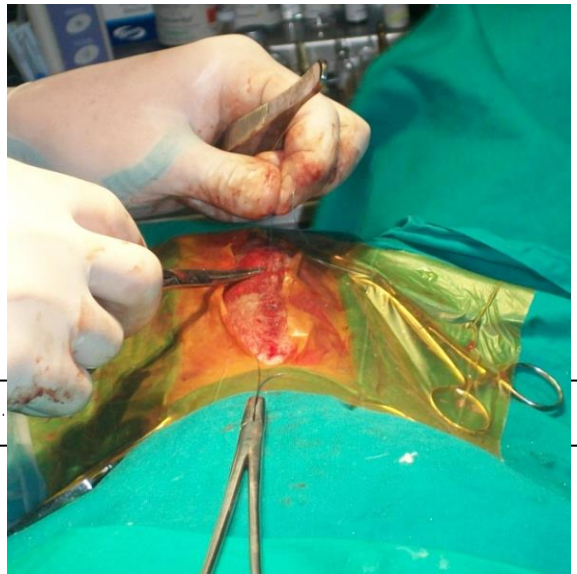
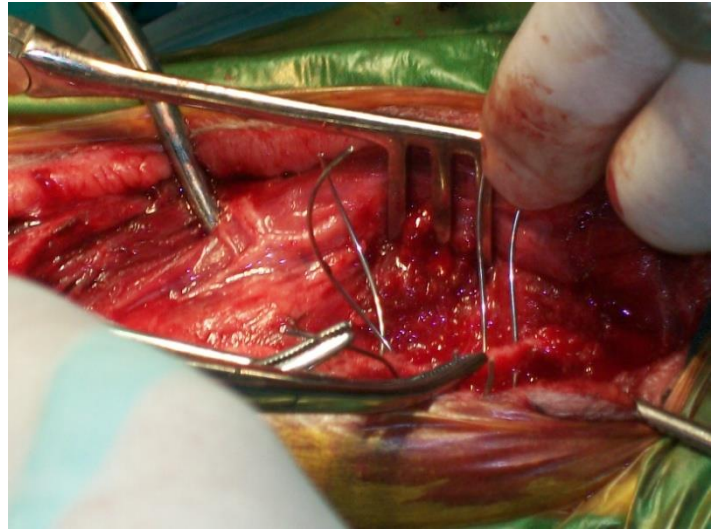
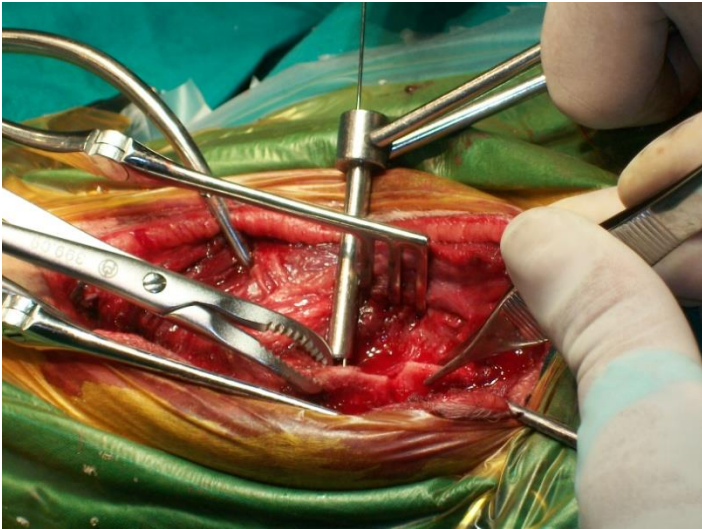


Foto 7.

Foto 8. Reducción de la fractura del axis. MTN, 2011

Foto 9. Colocación de la sutura para cerrar el sitio donde se realizó la incisión. MTN, 2011

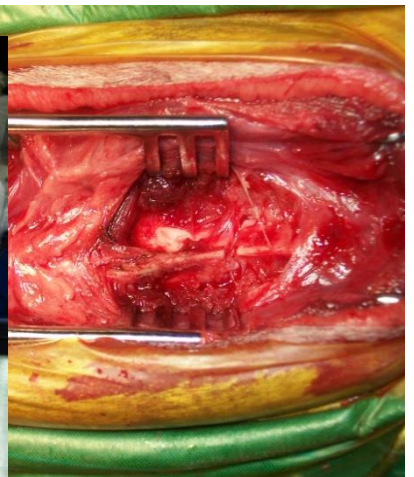


Foto 10. Conclusión de la cirugía por abordaje dorsal. MTN, 2011

El proceso quirúrgico realizado mediante abordaje dorsal, en nuestro paciente tuvo resultados muy positivos, afortunadamente sin ninguna complicación.

Después de la cirugía se tomó un nuevo estudio radiográfico, solo en proyección lateral y con la cabeza flexionada, donde se observa el proceso espinoso ya en su posición normal.



Foto 11. Toma lateral izquierda-lateral derecha, post cirugía. MTN, 2011



Foto 13. Segunda vértebra cervical (axis) de un canino. MTN, 2011



Foto 12. Toma lateral con la cabeza en flexión. MTN, 2011



## Seguimiento

El paciente se mantuvo hospitalizado después de practicada la cirugía, para monitorearlo las 24 horas, manejando su terapia de fluidos y llevando a cabo la administración de sus medicamentos a sus respectivas horas, manteniéndolo en reposo los primeros días para su recuperación. Hay que tener en cuenta que al ser intervenido quirúrgicamente no había ninguna garantía de que el animal recuperará la funcionalidad motora y volviera a caminar.

Aunque el objetivo consistía en que pudiera adquirir nuevamente la motricidad de los 4 miembros, su rehabilitación se basó prácticamente en la hidroterapia, cuyo tratamiento tuvo una duración de dos meses dos semanas, en conjunto con la administración de vitaminas del complejo B (Tiamina).

Afortunadamente se obtuvieron resultados favorables al implementar la hidroterapia como parte de su rehabilitación, mostrando un progreso notable, también se le realizaron gradualmente ejercicios pasivos para mantener de forma constante el movimiento de las articulaciones, y evitar la hipotrofia muscular por falta de movimiento de las extremidades afectadas, dichos ejercicios consistieron en la flexión y extensión de cada extremidad (de 10 a 20 movimientos), tres veces al día para el estiramiento de los músculos, tendones y ligamentos, a su vez cambios continuos de posición para aminorar la aparición de úlceras por decúbito, masajes con los dedos y las palmas de la mano en todo el cuerpo, mediante caricias pasando la mano a todo lo largo de la columna vertebral y posterior técnica de cepillado 4 veces al día, además del uso de galletas como premios para alentarlos a incorporarse por sí solo y que volviera a caminar.

### ✚ Evolución del paciente posterior a la cirugía:

- ✓ Primera semana: Era incapaz de levantar la cabeza, permanece postrado, sin fuerza en ningún miembro, se forman úlceras en el cuerpo debido a la posición, no tiene problemas para orinar ni defecar, su apetito disminuye, la ingesta de agua era normal.
- ✓ Segunda semana: Se inicia la rehabilitación con hidroterapia cada tercer día durante 15 minutos tres veces al día, no presenta movimiento voluntario en ninguna extremidad, el médico le ayuda sosteniendo su cabeza de la parte ventral del cuello para que no realice un sobreesfuerzo, mejora su estado de ánimo.



Foto 14. Primera sesión de Hidroterapia del paciente. MTN, 2011

- ✓ Tercera semana: Levanta la cabeza y logra sostenerla por tiempos prolongados, aun permanece postrado, sus heridas (úlceras) evolucionan favorablemente, su apetito mejora, la terapia aumenta en tiempo a 20 minutos.



Foto 15. Evolución de las heridas y levantamiento de la cabeza. MTN, 2011

- ✓ Cuarta semana: Da los primeros indicios de movilidad tanto en miembros pelvianos como en miembros torácicos, en esta semana la terapia se da durante 20 minutos diarios dos veces al día.
- ✓ Sexta semana: Adquiere movilidad y fuerza en los 4 miembros, pero tiene que ser ayudado y sostenido para poderse incorporar, ya que aún no lo logra por sí solo, el miembro torácico derecho es el último en recuperar la motricidad.



Foto 16. Incorporación del paciente con ayuda asistida de uno de los propietarios. MTN, 2011

- ✓ Séptima semana: Se le comienza a estimular con alimento blando o con premios (galletas) para que intente incorporarse poco a poco sin ayuda. Las úlceras ya cicatrizaron.



Foto 17. Mejoramiento del estado de ánimo y apetito del paciente. MTN, 2011

- ✓ Octava semana: En sus sesiones de hidroterapia ya logra mantenerse en cuadripedestación, y comienza a dar nuevamente sus primeros pasos, ha adquirido mayor fuerza en sus extremidades, no presenta propiocepción en miembros torácicos y en miembros pelvianos su respuesta es lenta.



Foto 18. Continuación de las sesiones de Hidroterapia, el paciente se mantiene en cuadripedestación sin ayuda. MTN, 2011

- ✓ Décima semana: Presenta movilidad total de las 4 extremidades, con una ligera ataxia en la marcha, más acentuada en las extremidades torácicas, se incorpora por sí solo, su apetito es normal, hay un mejoramiento notable en su estado de ánimo, recupera confianza para caminar y trasladarse constantemente de un punto a otro, presenta un déficit de propiocepción en las 4 extremidades, más notable en los miembros torácicos.



Foto 19. Paciente con déficit de propiocepción, logra sentarse y mantenerse de pie. MTN, 2011

- ✓ Al obtener un progreso favorable del paciente, logrando con las sesiones de hidroterapia recuperar su movilidad en todas las extremidades, y que tuviera fuerza para poder incorporarse y caminar, los propietarios deciden llevárselo a casa, se da de alta con la indicación de realizar ejercicios en las 4 extremidades de flexión y extensión, masajes, pequeñas caminatas en pasto, cemento y tierra, diario por 10-15 minutos. Junto con la administración de complejo B y glucosamina durante 1 mes.
- ✓ Año y medio después: En la actualidad el paciente camina con una ligera incoordinación motora de los cuatro miembros como secuela de la lesión, sube y baja escaleras, logra brincar a los sillones e intenta correr y jugar, se incorpora rápidamente cuando se llega a caer o se tambalea.



Foto 20. Recuperación de la motricidad en las 4 extremidades, paciente ambulatorio. MTN, 2011

## IX. DISCUSIÓN DEL CASO CLÍNICO

Entre las afecciones de la médula espinal el lugar anatómico más habitual, en el caso de fracturas ó luxaciones cervicales es en la porción craneal, localizándose el 80% de los casos entre C1 y C2; por tratarse del axis el mayor punto de concentración de carga entre el cráneo y la porción cervical caudal (Díaz, 2015).

Se han descrito numerosas técnicas para el tratamiento de la inestabilidad atlantoaxial en el perro, entre ellas se encuentra el tratamiento quirúrgico mediante abordaje dorsal para estabilizar dicha articulación, es un método que evita muchos daños secundarios que pueden presentarse en la técnica de abordaje ventral, por ejemplo, la manipulación de estructuras delicadas como es tráquea, esófago, vena yugular etc., ya que cuando son retraídas pueden ser dañadas con la punta del retractor. La técnica dorsal permite la formación de un tejido fibroso que envuelve y estabiliza la articulación a largo plazo como hacen mención los autores Pujo, Riera, Omaña, Fortuny, 2007. Cabe mencionar que la elección de la técnica deberá ser la más adecuada para cada paciente, dependiendo de la localización de la lesión y la experiencia del cirujano.

El examen neurológico en todos los casos tiene que hacerse de manera exhaustiva para obtener la mayor información posible; es importante la presencia de sensibilidad profunda durante el examen neurológico para el pronóstico de lesiones espinales, ya que la probabilidad en este tipo de pacientes es mínima o nula si dicha función se encuentra dañada como hace referencia el autor López, 2012. Animales que tienen percepción a estímulos dolorosos como es el caso de éste paciente, el cuál mostró sensibilidad profunda en las 4 extremidades, tendrán un pronóstico más favorable después del tratamiento médico o quirúrgico.

Actualmente hay técnicas de diagnóstico por imagen más sofisticadas que la radiología convencional como la tomografía computarizada y la resonancia magnética las cuales están al alcance de la medicina veterinaria, éstas pruebas complementarias se deberán realizar después de practicado el examen neurológico (García, 2013).

En éste caso en particular era necesario tomar otros estudios de imagen como una mielografía o resonancia magnética para observar daños a la médula espinal, pero dichos estudios no fueron aceptados por los propietarios debido a cuestiones económicas.

Respecto al tratamiento médico, a pesar de que existe una controversia acerca del beneficio que tienen los glucocorticoides, muchos veterinarios lo usan como de primera elección en paciente con trauma medular agudo. El uso de metilprednisolona está indicado durante las primeras 8 horas después de haber ocurrido el traumatismo. El protocolo para ser utilizado fue lo que concluyó el National Acute Spinal Cord Injury Study NACSIS II, publicado en 1990, donde establece como resultado que el uso a grandes dosis de metilprednisolona en las 8 horas posteriores a la lesión mostraron una mejoría significativa de la función motora y de la sensibilidad al tacto a las 6 semanas posteriores a la lesión, como hace mención Félix, 2008 y Postigio 2006.

Es en definitiva decisión de cada médico veterinario la utilización o no de éste fármaco; en nuestro caso su administración antes y después de la cirugía, siguiendo el protocolo que hace mención la literatura, dio un resultado positivo, en conjunto con la administración de diferentes fármacos que formaron parte de su tratamiento, y ayudaron a la recuperación del paciente favoreciendo su salud.

El pronóstico de los animales con trauma medular agudo siempre es reservado, influye mucho la localización de la lesión y la técnica empleada de estabilidad vertebral. En el paciente esta técnica tuvo buenos resultados, sin ningún tipo de complicación.

Muchos procedimientos quirúrgicos exitosos pueden verse comprometidos por los cuidados inadecuados que se den durante la recuperación y rehabilitación de los pacientes. La fisioterapia activa es importante para restablecer la actividad muscular y retardar la atrofia por falta de actividad músculo esquelética en animales con parálisis, esto mediante ejercicios que sirvan como estimulantes musculares que mantengan activos a los músculos. Según Braund, 2004 pueden llevarse a cabo durante 10 minutos de 5 a 6 veces al día, y natación supervisada por 15 a 20 minutos dos veces al día.

El uso de hidroterapia está principalmente basado en la evidencia de estudios en humanos, sin embargo están emergiendo gradualmente estudios en perros, por ejemplo, perros sometidos a cirugía por una fractura se comparan con un grupo que tuvo rehabilitación simple de paseos frente a otro que recibió hidroterapia, el resultado fue en un periodo más corto y por lo tanto más rápido quienes fueron sometidos a hidroterapias respecto a los que no, así lo menciona Lindley y Smith, 2015.

En el caso presentado, al paciente se le dio una rehabilitación con hidroterapia, en conjunto con ejercicios pasivos de extensión y flexión de las 4 extremidades, cambios de posición de forma periódica para evitar problemas por decúbito y masajes con las palmas de las manos, yemas de los dedos, posteriormente fue alentado mediante el uso de premios como galletas para incorporarse e intentar caminar, al principio con asistencia y luego sin ayuda.

Cabe mencionar que el tiempo que transcurrió para que nuestro paciente volviera a caminar tuvo una duración de 2 meses y medio por lo que si se hubiera realizado aparte del abordaje dorsal una laminectomía que descomprimiera la médula espinal, probablemente el tiempo para que el paciente volviera a caminar hubiese sido en un lapso más corto.

Hay que resaltar que nuestro paciente al permanecer tanto tiempo hospitalizado, las visitas periódicas de los propietarios repercutió mucho en su estado de ánimo lo que puede significar un estímulo positivo para el tiempo de recuperación.

## X. CONCLUSIONES

Como se expuso en el caso clínico, el trauma que sufrió éste paciente le provocó una inestabilidad en la articulación atlantoaxial, ya que el ligamento atlantoaxial dorsal que mantiene estabilizados los arcos dorsales del atlas y el axis, perdió tensión por la fractura del proceso espinoso de C2, lo cual conllevó al trauma medular agudo dando lugar a una tetraplejía manifestándose en signos de neurona motora superior.

La gravedad de los signos dependerá del sitio de la lesión medular, los traumatismo más graves causan un déficit del posicionamiento propioceptivo y motor de las 4 extremidades, como sucedió en dicho caso.

Cabe mencionar que conocer el manejo clínico de los pacientes con trauma medular agudo es de suma importancia para poder dar una mejor atención médica. En este caso el manejo que se le dio la paciente para tomar las placas radiográficas aunque fue con mucha precaución, el uso de un vendaje para mantener la estabilidad del cuello hubiese sido ideal.

La realización cuidadosa del examen neurológico nos permite localizar la lesión y con la ayuda de pruebas complementarias como son: radiografías, mielografías, resonancia magnética y tomografía computarizada, poder establecer un diagnóstico presuntivo y definitivo.

Gracias al tratamiento médico administrado a nuestro paciente, desde el inicio hasta el final de su rehabilitación, en conjunto con el tratamiento quirúrgico, dieron resultados benéficos para su salud, permitiendo la recuperación medular y la funcionalidad motriz.

A su vez el tipo de rehabilitación que se implementó a base de sesiones con hidroterapia y movimientos musculares pasivos, le favorecieron para su recuperación motora, ya que uno de los beneficios que se obtiene con la hidroterapia es que no somete a las articulaciones a ningún tipo de esfuerzo puesto que amortigua los movimientos, permitiendo que nuestro paciente trabajara a su propio ritmo.

## XI. REFERENCIAS

1. Aige GV. Anatomía descriptiva y anatomía clínica del sistema nervioso en el perro y el gato y resonancia magnética. Biofísica e interpretación en la patología del sistema nervioso central. Primera edición, Bellaterra, Barcelona: 2010
2. Aige. GV. Neuroanatomía y neurología clínica en el perro y el gato. Primera edición, Bellaterra, Barelona: 2002
3. Aigé GV.; Cruz Ignacio. El dolor en pequeños animales: bases neuroanatómicas reconocimiento y tratamiento. Rev. Consulta difusión veterinaria. Vol 9; N° 78; 2001: 63-70
4. Akers RM.; Denbow DM. Anatomy and phisiology of domestic animals. Blackwell, 2008
5. Altay U; Cottriall S; Skerritt G. Fisioterapia y rehabilitación para lesiones de columna. Consulta de difusión veterinaria. Vol. 20, N° 188, 2012: 53.
6. **Alvaez Galán Marcela. "Manual de anamnesis y diagnóstico físico en el perro y el gato domésticos" (Tesis licenciatura). Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, 2008.**
7. Arana Chávez Dennis. Frecuencia de presentación de inestabilidad lumbosacra en caninos de la raza labrador retriever. (Tesis licenciatura). Facultad de medicina veterinaria. Universidad Mayor de San Marcos. Lima-Perú, 2011
8. Baker DS; Machkovech SM. Formulación de tirilazad con cosolvente para administración parenteral. Boletín europeo de patentes. Madrid: 2000.
9. Ballesteros PV, Bartolomé PB, Martínez AC, Fleiderman VJ, Zamorano PJ. Lesión de la médula espinal. Actualización bibliográfica: fisiopatología y tratamiento inicial. Revista Columna. Artículo de actualización. Vol 11; N° 1; 2012: 73-76.
10. Begon D. Radiología en neurología. XVII Congreso anual. AMVAC, Madrid. 2000
11. Bellido N. Enfermedades medulares. Visión histórica del tratamiento. Blogspot. Articulo de revisión. México, D.F. 2012.
12. Benavides H. Actualización en el manejo del paciente con trauma medular agudo. Jornadas del curso de neurología. Universidad de La Salle, ULS Bogotá, Colombia. Marzo 2011
13. Betancourt HJ. Memorias del curso: Neurología de la columna en el perro. 8 y 9 de abril. Tultitlán, Edo. México, 2011.
14. Bosch L. Manejo del paciente politraumatizado. AVEPA-COVIB Ibiza; 2013
15. .Bosco E. Examen encefálico. Documento Instituto Neurológico Veterinario de Chile; Universidad de Chile, 2014.



16. Boyd JS.; Paterson C. Atlas en color de anatomía clínica del perro y el gato. 2da. edición. Madrid: Elsevier, 2008
17. Budras K., McCaethy P, Fricke W., Richter R. Anatomy of the Dog (an illustrated text). 4ta. edición. Berlin: Schlütersche; 2002
18. Braund KG. Clinical neurology in small animals - localization, diagnosis and treatment. IVIS. International Veterinary Information Service. New York, USA; 2004
19. Brejov Gregorio. Semiología del Sistema Nervioso. Cátedra de Semiología – Medicina I. Facultad de Ciencias Veterinarias UBA, 2013.
20. Caballero S; Nieto M. Pathophysiology of spinal cord injury. A review. Vet. Mex. Vol 36; N°1: 2005
21. Cairo J.; Font J.; Callis A. Mielografía del perro. Un estudio clínico de 38 casos. Revista AVEPA. Vol 9; N° 1: 1989
22. Constantinesco GM. Clinical Anatomy for Small Animal Practitioner. 2da edición, Colombia, 2002
23. Correa Lesnau Fernanda. Fisioterapia veterinaria (Tesis licenciatura). Facultad de Ciencias Biológicas Universidad de Panamá; 2006
24. Climent S., Sarasa M., Muniesa P., Terrado J. Manual de anatomía y embriología de los animales domésticos. Acribia, 1998
25. Del Campo C. Ponencia sobre hidroterapia. El agua y la gran discapacidad física de origen neurológico. España; 2000
26. Díaz F. Caso clínico. Traumatología. Luxación vertebral atlanto-axial traumática. ARGOS62. Vol. 32; N° 62; 2015:2-3
27. Díaz Muñoz Ivan. Diagnóstico y manejo quirúrgico de discopatías cervicales en perros. (Presentación de un caso clínico retrospectivo). (Tesina). Universidad Veracruzana. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia, 2007.
28. Donaires Vega Rosmery. Comparación de los hallazgos de la radiografía simple y la tomografía computarizada en el diagnóstico de hernia discal tipo 1 en perros (Tesis licenciatura). Universidad mayor de San Marcos. Perú, 2010.
29. Dyce KM; Sack WO; Wensing CJG. Anatomía veterinaria. 4a edición, Manual moderno, México:2012
30. Farfallini D. Tomografía computarizada y Resonancia magnética. Asociación Argentina de Neurología Veterinaria. Primeas jornadas de neurología veterinaria. Trauma medular agudo. NEUROVET. Buenos Aires. Argentina. Mayo, 2010.

31. Fariña J.; Smith F.; Anatomía capítulo 2. Consejo de jueces. FCA. Federación Cinologica Argentina. 2011
32. Fernández GT. Enfermedades espinales (I). Canis et Felis. Publicación científico técnica para el profesional de la clínica de pequeños animales. Madrid, España. Nº 41, 2000.
33. Formenton M. Fisioterapia en perros: aplicaciones y beneficios. Veterinary Focus, Vol 21; Nº2; 2011: 11-17
34. Forner V. Farmacología de la lesión medular. Revista española de cirugía osteoarticular. Volumen 17: 1982
35. Fossum TW. Cirugía en pequeños animales. 3ra. edición. Madrid: Elsevier, 2009
36. Froylán F. Fisiopatología del trauma espinal. Simposium sobre traumatismo espinal en pequeñas especies. AMMVEPEN, Memorias, México, D.F., 1999.
37. García RI. Atlas de interpretación radiológica en pequeños animales. SERVET: España, 2013
38. Gutiérrez QR. Taller interactivo de casos clínicos en cardiología, neurología, medicina interna y urgencias. II Simposio Internacional UNAM; 2014
39. Henao Yepes Juan C. Caso clínico. Subluxación atlantoaxial. (Tesis). Facultad de ciencias administrativas y agropecuarias. Medicina Veterinaria en el área de pequeñas especies. Bogota, 2012.
40. Hernández HR. Apuntes de anatomía comparada. Cuello. Miología del cuello. 2da. edición. FESC. 2003
41. Johnson AL.; Dunning D. Orthopedic surgical procedures of the dog and cat. Elsevier-Saunders; USA. 2005
42. Köing HE; Liebich HG. Veterinary anatomy of domestic mammals (textbook and color atlas). 2da edición. Médica panamericana, Buenos Aires:2004
43. Lara Díaz Ma. del Socorro. **Manual de prácticas de la asignatura “práctica de medicina de perros” optativa de profundización.** Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 2013
44. Leone F. Instrumentación espinal cervical en pequeños animales. XI Congreso nacional de la asociación de veterinarios especializados en animales de compañía de Argentina (AVEACA). Congreso conmemoración 250 años de la profesión, 2011.
45. Lindley S.; Watson P. Manual de rehabilitación y cuidados paliativos en pequeños animales. Ediciones: España, 2015

46. López M. Traumatismo vertebral por arma de fuego en un gato. Revista de la asociación Madrileña de veterinarios de animales de compañía. AMVAC. Centro Veterinario. Nº 51, 2012: 14-20.
47. Lorenzo FV. Evaluación de pacientes con sospecha de lesión espinal mediante resonancia magnetica. Pequeños Animales, Congreso AMVAC. Madrid, 2003.
48. Martínez M. Cirugía de la columna cervical. Indicaciones y técnicas quirúrgicas. Asociación Argentina de Neurología Veterinaria. Primeas jornadas de neurología veterinaria. Trauma medular agudo. NEUROVET. Buenos Aires. Argentina. Mayo, 2010.
49. Martínez M. Selección del paciente y toma de decisiones. Asociación Argentina de Neurología Veterinaria. Primeas jornadas de neurología veterinaria. Trauma medular agudo. NEUROVET. Buenos Aires. Argentina. Mayo, 2010.
50. Mascort J. Hemilaminectomía cervical. Décimo congreso de especialidades veterinarias Valencia. Facultad de veterinaria- CEU; 2011
51. Mascort J.; Closa J.; Font A. Síndrome de inestabilidad/malformación vertebral cervical caudal. Revista de AVEPA. Barcelona Vol. 8, Nº 3 – 1988
52. Morales P. Terapia física en pacientes ortopédicos. REDVET. Vol. 13, Nº 12, 2012: 1-4. Consultado en la página: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121212C/121210C.pdf>
53. Moreno Sala Armando. Manual de prácticas. Diagnóstico imagenológico veterinario. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; 2007
54. Orozco S; Hernández C. Traumatismo encefálico con fractura de cráneo. Tratamiento médico y quirúrgico. Reporte de un caso. Revista colombiana Cienc Pec Vol: 15; Nº 1; 2002
55. Ortíz BT. Apuntes de anatomía comparada. Miología del miembro torácico. 2da. edición. FESC. 2003
56. Otero P. Manejo del dolor agudo y crónico en pequeños animales. Intermedica: Bueno Aires; 2006
57. Parent J. Clinical aproach and lesión localization in patients with spinal diseases. Veterinary clinics of north America: small animal practice. Elsevier. Vol.40, Nº 5, 2010, 733-753.
58. Patricelli A. Radiología de la columna vertebral en el animal con TMA. Asociación Argentina de Neurología Veterinaria. Primeas jornadas de neurología veterinaria. Trauma medular agudo. NEUROVET. Buenos Aires. Argentina. Mayo, 2010.
59. Pellegrino F. Manejo inicial del paciente con trauma medular agudo. Asociación Argentina de Neurología Veterinaria. Primeas jornadas de neurología veterinaria. Trauma medular agudo. NEUROVET Buenos Aires. Argentina. Mayo, 2010.

60. Pellegrino F. Fisiopatología del trauma medular. Asociación Argentina de Neurología Veterinaria. Primeas jornadas de neurología veterinaria. Trauma medular agudo. NEUROVET. Buenos Aires. Argentina. Mayo, 2010.
61. Pérez HM. Técnicas de rehabilitación física: Hidroterapia. II Veterinary Nursing Congress, EE.UU. 2012
62. Piermattei D.; Johnson K. Atlas de abordajes quirúrgicos a los huesos y articulaciones del perro y del gato. 4ta edición; Multimedica; 2006
63. Postigio R. Metilprednisolona en el tratamiento del trauma raquimedular. Análisis de la evidencia. Rev. Med. Clin. Condes; Vol 17; N° 1: 2006; 12 - 9.
64. Pujol E; Riera L; Omaña M; Fortuny M; Pujol P. Uso del retractor de Kishigami en la estabilización atlantoaxial. AVEPA Vol 27, N° 4, 2007. Consultado en la página: <http://ddd.uab.cat/pub/clivetpegani/11307064v27n4/11307064v27n4p2>
65. Platt RS; Olby JN. Manual de neurología en pequeños animales. Ediciones: España; 2013.
66. Ramírez G. Simposium sobre traumatismo espinal en pequeñas especies. Tratamiento quirúrgico del paciente con trauma espinal. AMMVEPEN, Memorias, México, D.F.,2000
67. Raurell X, Morales C. El examen neurológico. HV Molins, 2007. Consultado en la pagina: <http://www.hvmolins.com/Documentos/Neuro/Examen%20neurologico.pdf>
68. Reece WO. Functional anatomy and physiology of domestic animals. 4ta edición. USA: Blackwell, 2009
69. Reyes SA. Apuntes de anatomía comparada. Cavidad torácica, osteología de tórax y columna vertebral. 2da. edición. FESC. 2003
70. Rojo SC, González MM. Anatomía veterinaria. 6. Médula espinal: morfología, estructura y relaciones anatómicas. REDCUCA. Serie veterinaria VOL 4, N°1, 2012: 1-17.
71. Ruiz PM, Amils AR, Ruíz RM. Rehabilitación y fisioterapia canina. Revista de la asociación Madrileña de veterinarios de animales de compañía. AMVAC. Centro veterinario. N° 23, 2007: 10-28.
72. Santoscoy ME. Traumatismo en cordón espinal: controversia en su tratamiento. Simposium sobre traumatismo espinal en pequeñas especies. AMMVEPEN, Memorias, México, D.F.,2000
73. Santoscoy ME. Ortopedia, neurología y rehabilitación en pequeñas especies: perros y gatos. México: Manual Moderno, 2008.
74. Sunyer I; Serrano S; Pulido I; Domenech D. Shock séptico y síndrome de respuesta inflamatoria sistémica (SRIS). Artículo de revisión. AVEPA. Vol 22, N°2, Barcelona: 2002

75. Sterin G. Generalidades de terapia física en pequeños animales, Argentina, Intermedica: 2004
76. Sterin G. Terapia física y rehabilitación veterinaria. Notivet. Boletín digital, 2008
77. Tanaka, H., Nakayama, M. Takase, K. Usefulness of Hemilaminectomy for Cervical Intervertebral Disk Disease in Small Dogs. J. Vet. Med. Sci. 67 (7): 679-683, 2005.
78. Tejada BM. Esteroides en lesión medular postraumática aguda. Artículo de revisión. Columna. Madrid, España. Vol 1; N° 2; 2011: 39-42
79. Tello HL. Trauma en pequeños animales. Primera edición. Intermedica. Buenos Aires Argentina: 2007
80. Unzueta GA; Sever BJ. Posicionamientos radiológicos. Manual de posiciones y proyecciones en el perro. ed Servet: 2009.
81. Vázquez J.; Gil F.; Latorre R.; Ramírez G. Tegumento Común, órganos de los sentidos y sistema nervioso central. Manual de Prácticas de Anatomía Veterinaria. DM; 2003
82. Vígano F, Blasi C. Valoración inicial de los traumatismos medulares. Veterinary Focus. Vol 23, N° 1, 2013: 33-38
83. Villarroel Carvallo Miguel Angel. Memorias. Descripción y caracterización por tomografía computarizada del material extruido en la enfermedad discal Hansen tipo I en casos clínicos caninos del hospital veterinario de la universidad austral de Chile. Facultad de ciencias veterinarias, 2008.
84. Wheeler JT. Atención inicial de los traumatismos del esqueleto axial. Trauma craneoencefálico (tce) y medular (tm), Buenos Aires, Argentina: 2008. Consultado en la página: [http://www.veterinariosenweb.com/campus/cdvl/memorias/material/128\\_Trauma\\_Cra neoencefalico.pdf](http://www.veterinariosenweb.com/campus/cdvl/memorias/material/128_Trauma_Cra neoencefalico.pdf)
85. Winter Bob; Pattani Hina. Spinal cord injury. Elsevier. Revista Anaesthesia and intensive care medicine. Vol 12; N° 9: 2011
86. Zilberschtein, J., et al. Fisioterapia y Rehabilitación en el tratamiento postoperatorio de los traumatismos de la columna vertebral. Pequeños animales. España, 2006.