



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA REGIÃO TOCANTINA DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CCA
CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA

ANA CHRISTINA SILVA BATISTA

FATORES PROGNÓSTICOS DO TRAUMA MEDULAR EM CÃES E GATOS

IMPERATRIZ
2023

ANA CHRISTINA SILVA BATISTA

FATORES PROGNÓSTICOS DO TRAUMA MEDULAR EM CÃES E GATOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Medicina Veterinária da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, como requisito obrigatório para obtenção do título de Bacharel em Medicina Veterinária.

Orientador (a): Prof. Dr. Leonardo Moreira de Oliveira

IMPERATRIZ
2023

B333f

Batista, Ana Christina Silva

Fatores prognósticos do trauma medular em cães e gatos. / Ana Christina Silva Batista. – Imperatriz, MA, 2023.

38 f.; il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Medicina Veterinária) – Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, Imperatriz, MA, 2023.

1.Cães e gatos. 2.Medula espinhal - lesão. 3.Neuroanatomia. 4.Imperatriz - MA. I. Título.

CDU 591.482:636.7/.8

Ficha elaborada pelo Bibliotecário: **Mateus de Araújo Souza CRB13/955**

FATORES PROGNÓSTICOS DO TRAUMA MEDULAR EM CÃES E GATOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Estadual da Região Tocantina do
Maranhão como requisito básico para a
conclusão do Curso de Medicina Veterinária.

Data de aprovação: 16 / 01 / 2023

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Leonardo Moreira de Oliveira (Orientador)
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão



Prof. Dr. Rafael Françoso
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão



Prof. Dr. Paulo Vitor Silva de Carvalho
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

Me. Dennis Leite dos Santos (Suplente)
Autônomo

*Dedico este trabalho primeiramente a Deus,
por ser essencial em minha vida, autor de meu
destino, socorro presente nos momentos de
angústia, ao meu pai Fúlvio Sussuarana
Batista, minha mãe Ângela Christina do Ó Silva
Batista e a minha avó Maria Carmecita.*

AGRADECIMENTOS

A Deus por tudo, pois Ele foi essencial em todas as minhas conquistas e superações.
À UEMASUL e ao Prof. Dr. Leonardo pela oportunidade e apoio na elaboração deste trabalho.

Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

À minha vó, por fazer tudo por mim.

Ao meu namorado Luís, o qual foi essencial nessa reta final, me apoiando e me acolhendo nos momentos difíceis.

Aos meus amigos da faculdade, os quais tornaram a rotina mais leve, em especial a Evelyn, a Karol e a Matheury.

Aos meus amigos do estágio, em especial a Gabi, com quem aprendi muito e foi essencial tanto na minha vida universitária quanto pessoal.

Aos médicos veterinários da VetCenter por contribuírem com meu aprendizado e confiarem em mim, principalmente a Dra. Raquel Fernandez, o Dr. Rafael Saavedra, o Dr. Denis Quintas, a Dra. Thaís Cunha, o Dr. Wilkens Santos e o Dr. Andresson Marinho.

Ao médico veterinário Dr. Antônio Carlos Ramos por todos os ensinamentos.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada.

RESUMO

A paralisia aguda em animais é uma apresentação clínica muito comum na rotina dos médicos veterinários, sendo o trauma medular a principal causa. Diante disso, faz-se importante a elucidação sobre prognóstico do traumatismo medular em cães e gatos através da descrição da anatomia da medula espinal, das causas da afecção, da localização da lesão, dos métodos diagnósticos e terapêuticos e, por fim, dos fatores prognósticos. A compreensão dos pontos citados é de suma importância na conduta veterinária frente a um caso de trauma da medula espinal devido à alta casuística da afecção. Dessa forma, esta revisão de literatura tem como objetivo apresentar a neuroanatomia, exames neurológico e de imagem como métodos diagnósticos para elucidar acerca da terapia adequada em casos de trauma medular em animais de companhia, além de esclarecer sobre os fatores prognósticos, os quais consistem em uma medida associada ao resultado clínico na ausência de terapia ou com estabelecimento de uma terapia. O prognóstico é variável e depende de diversos fatores, sendo a percepção de dor profunda utilizada como principal parâmetro, imprescindível no exame neurológico do paciente com suspeita de lesão medular. Além disso, alterações como retenção ou incontinência urinária, alterações em exames de imagem, presença de mielomalácia e eficácia do tratamento são fatores prognósticos importantes.

Palavras-chave: Neurologia; Lesão medular; Medula espinal.

ABSTRACT

The acute paralysis in animals is a very common clinical presentation in the routine of veterinarians, with spinal cord trauma being the main cause. In view of this, it is important to elucidate the prognosis of spinal cord trauma in dogs and cats through the description of the anatomy of the spinal cord, the causes of the condition, the location of the lesion, the diagnostic and therapeutic methods and, finally, the prognostic factors. Understanding the mentioned points is of very important for the veterinary conduct in the face of a case of spinal cord trauma due to the high casuistry of the condition. Thus, this literature review aims to present neuroanatomy, neurological and imaging exams as diagnostic methods to elucidate about the appropriate therapy in cases of spinal cord trauma in companion animals, in addition to clarifying the prognostic factors, which consist of a measure associated with clinical outcome in the absence of therapy or with establishment of therapy. The prognosis is variable and depends on several factors, with the perception of deep pain being used as the main parameter, being essential in the neurological examination of a patient with suspected spinal cord injury. In addition, alteration such as urinary retention or incontinence, alteration in imaging tests, presence of myelomalacia and treatment efficacy are important prognostic factors.

Keywords: Neurology; Spinal injury; Spinal cord.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sistema ativador reticular ascendente (SARA)	15
Figura 2. Representação esquemática da associação entre neurônio motor superior (NMS) e neurônio motor inferior (NMI).	16
Figura 3. Representação esquemática dos funículos da medula espinal: dorsal (rosa), lateral (azul) e ventral (roxo).	16
Figura 4. Tratos ascendentes/sensoriais (vermelho) e tratos descendentes/motores (azul).	17
Figura 5. Segmentos da medula espinal e suas localizações relativa às vértebras em cão.	18
Figura 6. Representação esquemática da medula espinal.	19
Figura 7. Postura Schiff-sherrington em um Dachshund com extrusão intervertebral toracolombar	23
Figura 1. Sistema ativador reticular ascendente (SARA)	23
Figura 8. Teste de nocicepção realizada de forma manual (a) ou com uma pinça hemostática (b). Se não houver resposta pela pressão manual, a hemostática de ser utilizada.	23
Figura 9. Dois exemplos de lesões concomitantes. (A) lesão afetando NMI (L4-S3) que mascara a presença de uma segunda lesão, em NMS (T3-L3). (B) lesão encefálica, particularmente em tronco encefálico, pode reduzir as reações posturais nos membros, mascarando os efeitos de uma segunda lesão, no segmento C1-C5 da medula espinal.	24
Figura 10. Radiografia pós-trauma de fratura de L7 com deslocamento crânio-ventral do sacro.	25
Figura 11. Tomografia computadorizada. Janela óssea de L7-S1 revelando fratura e subluxação bilateral das facetas articulares dorsais em um gato. (a) cabeça da seta indica a subluxação sacroilíaca direita; seta branca indica as facetas articulares dorsais de S1; seta preta indica as facetas articulares dorsais de L7. (b) fratura do corpo vertebral de L7 (cabeça da seta) com fratura sacroilíaca esquerda (seta).	28
Figura 12. Imagens de TC de um gato. (a) imagem sagital mostrando fratura (seta) em T12-T13 e extrusão de disco intervertebral traumático (cabeça da seta). (b) imagem transversa mostrando fratura (seta) de T12-T13 na faceta articular direita e extrusão de disco intervertebral no canal vertebral (cabeça da seta)	28

Figura 13. (a) corte sagital de RM ponderada em T2 de um gato com fratura por 29
compressão em T12 (seta). (b) RM STIR transversal; há uma mudança de sinal entre
a medula espinal (seta) e o tecido mole edematoso e os músculos paraespinais (cabeça
da seta).

Figura 14. Determinação da extensão da hiperintensidade intramedular em corte 30
sagital (A) e grau de compressão da medula espinal (B, C) em RM transversal
ponderada em T2. (A) mensuração da extensão da hiperintensidade intramedular
ponderada em T2 da medula espinal (linha preta) em corte sagital ponderada em T2 e
dividida pelo comprimento da vértebra L2 (linha branca) para criar a razão de
comprimento descrita por Ito et al. (2005). Para determinar o grau de compressão da
medula espinal, o diâmetro da secção transversal da medula espinal no local da hérnia
de disco (B) foi comparado com o diâmetro da secção transversal da medula espinal
caudal a hérnia (C) em imagens transversas ponderadas em T2.

Figura 15. Imagens de um cão com extrusão do disco intervertebral cervical. (A) 31
Imagem sagital ponderada em T2. (B) Imagem sagital HASTE. (C) Imagem sagital
STIR. (D) Imagem sagital ponderada em T1. Todas as imagens sagitais mostram
compressão extradural ventral no aspecto ventral do canal vertebral no nível
intervertebral C2-3. Observe como o material compressivo é hipointenso em todas as
imagens, embora a resolução da imagem varie com diferentes sequências. O sinal dos
discos intervertebrais in situ também varia em todas as sequências. (E) Imagem
ponderada em T2 transversal mostrando uma grande massa hipointensa causando
compressão da medula espinal no nível C2-3. (F) Imagem em T1 transversal
mostrando o material compressivo hipointenso em C2-3. (G) Imagem transversal em
T2 mostrando o nível C3-4 sem compressão da medula espinal

Figura 16. Medula espinal após abertura do canal vertebral durante a necropsia. (A) 32
Coloração rosa-arroxeadas estendendo-se por vários segmentos medulares. (B) Mesmo
aspecto na face ventral da medula após retirada do canal vertebral. (C) e (D) Aspecto
pastoso da medula espinal após a abertura da dura-máter, com perda da estrutura e
consistência normal.

Figura 17. Tractografia demonstrando a coluna dorsal (a), a coluna ventral (b) e os 32
tratos laterais (c-f). Orientação coronal.

Figura 18. Imobilização de um paciente que sofreu trauma medular 34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Comparativo de sinais de lesão de NMS e NMI	19
Tabela 2. Graduações utilizadas no estudo, baseada na severidade dos sinais neurológicos.	21

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 METODOLOGIA.....	14
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
3.1 ANATOMIA DA MEDULA ESPINAL	14
3.2 CAUSAS E FISIOPATOLOGIA	19
3.3 DIAGNÓSTICO.....	21
3.3.1 Sinais clínicos e exame neurológico.....	22
3.3.2 Exames de imagem.....	24
3.4 TRATAMENTO.....	33
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

O prognóstico é uma previsão do curso de uma doença e refere-se aos possíveis resultados de uma doença e à frequência com que podem ocorrer. Um fator prognóstico é uma medida associada ao resultado clínico na ausência ou estabelecimento de uma terapia (OLBY et al., 2020).

A lesão de medula espinal é um problema muito comum em cães e gatos e possui diversas causas, como Doença do Disco Intervertebral (DDIV) e luxações/fraturas. Em cães a principal causa é DDIV, seguida de fraturas e/ou luxações devido trauma externo, e em gatos, a causa principal é o trauma exógeno, seguido de DDIV e ferida penetrante (MARIONI-HENRY et al., 2004; FLUEHMANN et al., 2006; NEGRIN et al., 2009).

O prognóstico de lesão medular aguda é importante para inferir informações apropriadas aos tutores e escolher a melhor forma de tratamento. O prognóstico é variável e depende de diversos fatores, sendo a percepção de dor profunda utilizada como principal parâmetro. Considerações como recuperação da ambulação, retorno da função urinária e fecal, resolução da dor e desenvolvimento de mielomalácia progressiva devem ser observadas (OLBY et al., 2020; WRZESINSKI et al., 2022).

O conhecimento da neuroanatomia e neurofisiologia são fatores importantes para a realização do exame neurológico, tornando-se imprescindíveis para identificar a localização da lesão, extensão e causa da lesão, além de promover fatores determinantes do prognóstico (LORENZ et al., 2011). A determinação do diagnóstico e prognóstico é de importância primária para informar aos tutores, principalmente quando há suspeita de mielomalácia progressiva, uma vez que não existe tratamento disponível para essa complicação e é tipicamente fatal (OKADA et al., 2010; CASTEL et al., 2019). O diagnóstico é realizado através do exame neurológico e exames de imagem (DA COSTA & DEWEY, 2016). Além disso, o tratamento cirúrgico precoce é de suma importância para minimizar complicações e efeitos secundários à lesão (KUBE & OLBY, 2008).

Por fim, o prognóstico em casos de trauma medular depende da causa da lesão, da gravidade, da localização, do tempo e eficácia do tratamento das lesões primária e secundária (DIFAZIO & FLETCHER, 2013). Alterações como ausência de nocicepção, retenção ou incontinência urinária, alterações em exames de imagem, presença de mielomalácia e eficácia do tratamento são fatores prognósticos importantes (OLBY et al., 2003; HU et al., 2016; LEWIS et al., 2020; OLBY et al., 2022).

2 METODOLOGIA

O presente estudo trata de uma revisão de literatura sobre os fatores prognósticos do trauma medular em cães e gatos. As informações foram coletadas em plataformas tais como: PubMed, SciELO, Scopus e Google Acadêmico, além de livros relacionados ao tema.

Foram incluídos neste trabalho artigos científicos referentes ao trauma medular em cães e gatos e os fatores prognósticos. Os descritores utilizados foram: “spinal cord trauma”, “spinal cord injury”, “prognostic factor”, “pain perception in dogs”, “paralysis”, nos idiomas inglês e português.

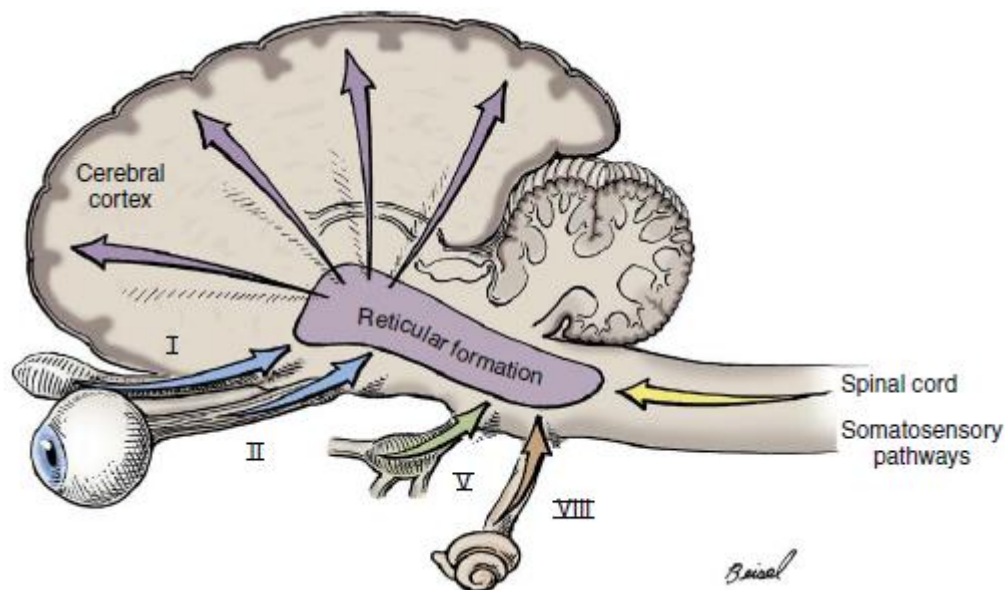
3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 ANATOMIA DA MEDULA ESPINAL

O exame neurológico e a localização da lesão são dependentes da compreensão básica dos conceitos de neuroanatomia e neurofisiologia, assim como da terminologia utilizada na neurologia clínica. Além disso, o conhecimento da variedade de localização, extensão e causa da lesão são fatores imprescindíveis para determinação do prognóstico (LORENZ et al., 2011).

A locomoção normal é uma ação complexa que envolve a coordenação de várias regiões do encéfalo, a conexão com a medula espinal e os nervos periféricos e músculos. No encéfalo existem várias regiões motoras de onde se originam os Neurônios Motores Superiores (NMS) para produzir os tratos motores descendentes. Dentre essas regiões, inclui-se o córtex motor primário localizado nos lobos parietais, o núcleo rubro do mesencéfalo e a formação reticular da ponte e medula oblonga. A região locomotora do mesencéfalo localizada ventral ao colículo caudal é envolvida com o início dos movimentos através da interação entre axônios do mesencéfalo com outras regiões motoras do tronco encefálico, principalmente a formação reticular (figura 1). Além disso, todos esses componentes tem influência e são modulados pelo cerebelo e os núcleos basais (LEWIS et al., 2020).

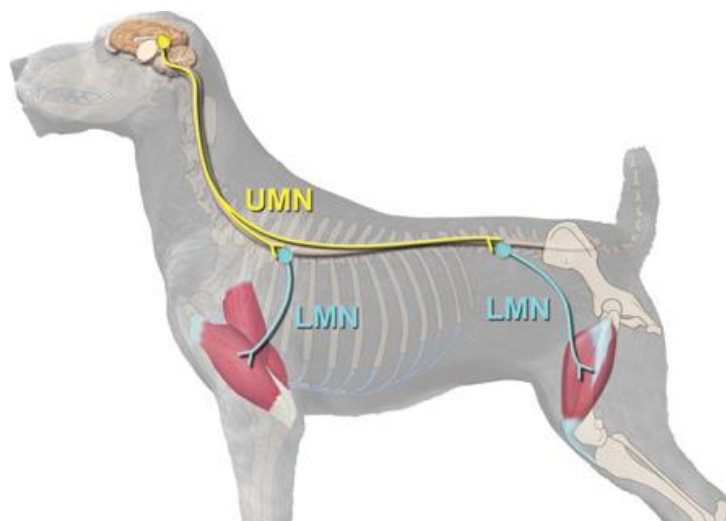
Figura 1. Sistema ativador reticular ascendente (SARA). Representação esquemática da comunicação da formação reticular com o córtex cerebral. I – nervo olfatório, II nervo óptico, V – nervo trigêmeo, VIII – nervo vestibulococlear.



Fonte: LORENZ et al., 2011.

Em várias regiões do encéfalo os axônios do NMS formam os tratos motores descendentes para a medula espinal. Os tratos motores descendentes produzem influência tanto excitatória quanto inibitória nos interneurônios da medula espinal e nos neurônios motores inferiores (NMI) para iniciar e modular os movimentos voluntários. Inclui-se os tratos corticoespinais ventral e lateral, trato rubroespinal e tratos reticuloespinais pontino e bulbar (LEWIS et al., 2020). Os axônios da formação reticular dão origem ao trato reticuloespinal bulbar e danos na medula oblonga causam paresia/plegia de NMS (figura 2) por influência desse trato e outros tratos de NMS do tronco encefálico (DA COSTA & DEWEY, 2016).

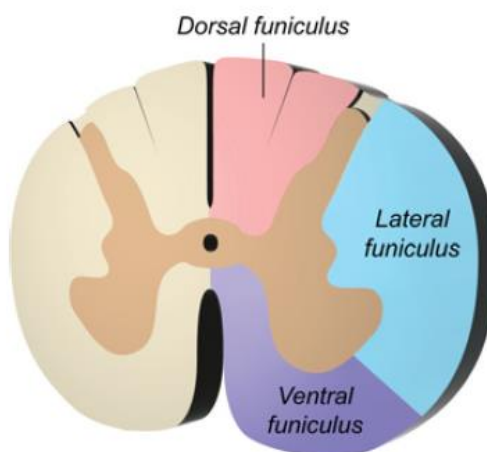
Figura 2. Representação esquemática da associação entre neurônio motor superior (UMN) e neurônio motor inferior (LMN).



Fonte: DA COSTA & DEWEY, 2016.

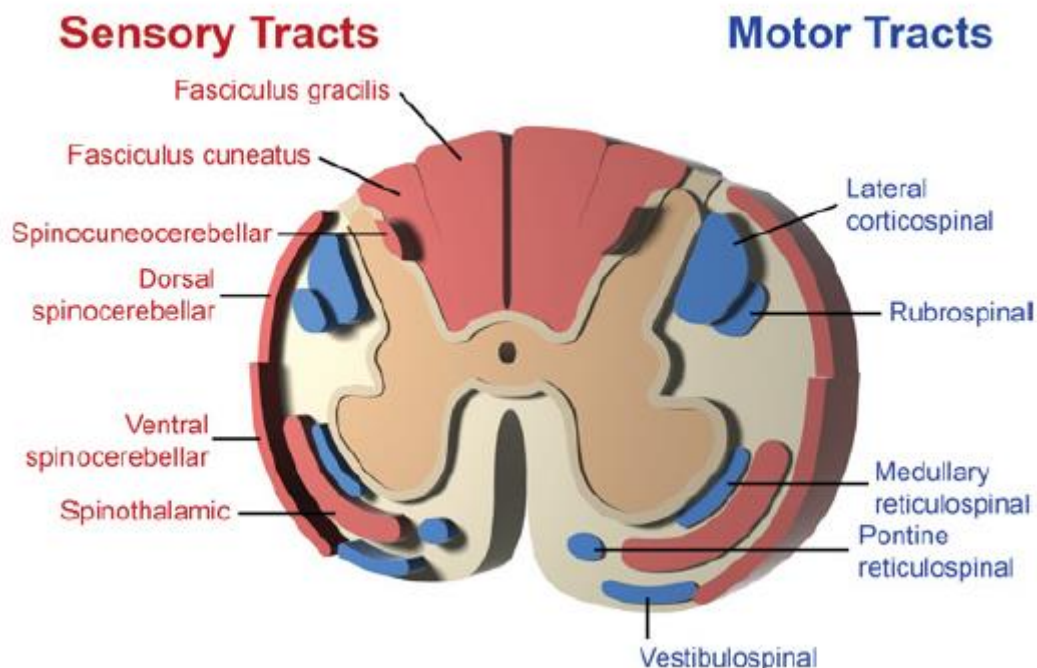
A medula espinhal pode ser dividida em funículo ventral, lateral e dorsal (figura 3). No funículo lateral localizam-se os tratos de NMS que tem a função de gerar flexão muscular e inibir extensão muscular, como o corticoespinal, rubroespinal e reticuloespinal bulbar. No funículo ventral estão os geradores de extensão e inibidores de flexão, os quais são o reticuloespinal pontino e o vestibuloespinal. Os tratos sensoriais para propriocepção (espinocerebelar, espinobulbar, fascículo cutâneo e grácil) e npcicepção (espinotalâmico e espinocervicotalâmico) estão localizados principalmente nos funículos lateral e dorsal (figura 4) (DA COSTA & DEWEY, 2016).

Figura 3. Representação esquemática dos funículos da medula espinhal: dorsal (rosa), lateral (azul) e ventral (roxo).



Fonte: DA COSTA & DEWEY, 2016.

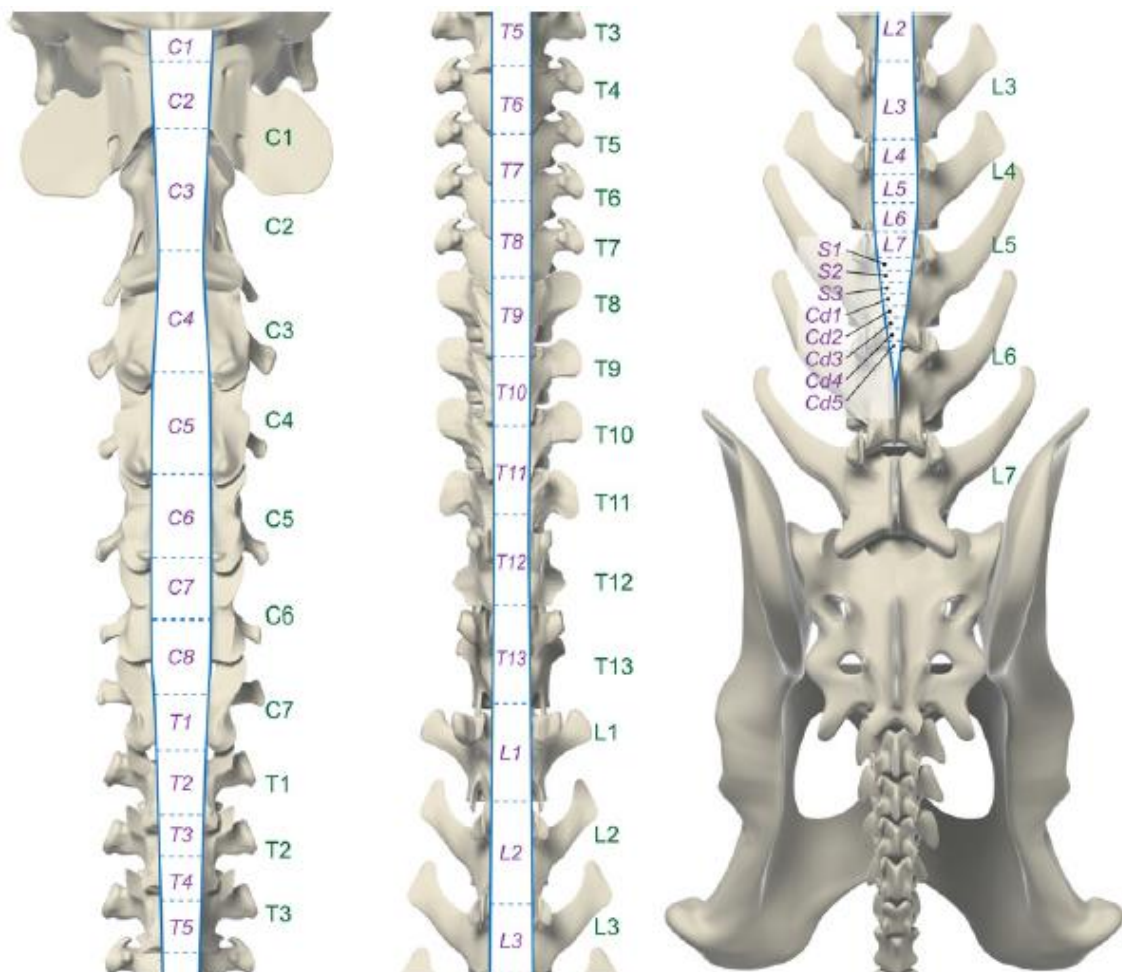
Figura 4. Tratos ascendentes/sensoriais (vermelho) e tratos descendentes/motores (azul).



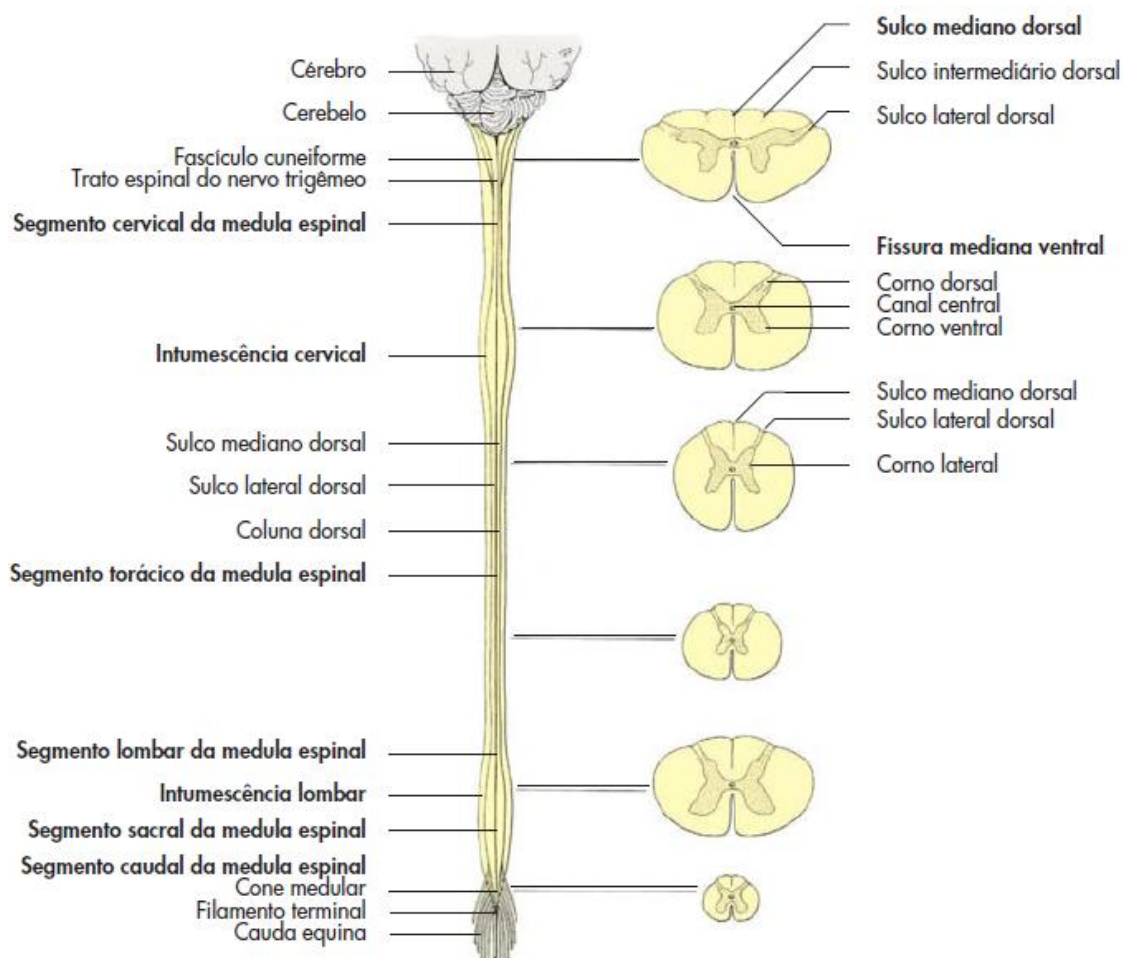
Fonte: DA COSTA & DEWEY, 2016.

O NMI é importante clinicamente por seus corpos neuronais estarem localizados na intumescência cervical (segmentos C6-T2) e na intumescência lombossacral (segmentos L4-S3) da medula espinhal (figura 5 e 6). Danos causados nesses segmentos irão promover paresia ou plegia de NMI, que é caracterizado clinicamente por reflexos diminuídos ou ausentes e tônus muscular reduzido associado à atrofia muscular. Em lesões nos segmentos C1-C5 e T3-L3 os sinais serão de NMS, caracterizado por paresia ou plegia, com reflexos e tônus muscular com resposta normal a aumentada, como observado na Tabela 1 (DA COSTA & DEWEY, 2016).

Figura 5. Segmentos da medula espinal e suas localizações relativa às vértebras em cão.



Fonte: DA COSTA & DEWEY, 2016.

Figura 6. Representação esquemática da medula espinal

Fonte: KONIG, 2016

Tabela 1. Comparativo de sinais de lesão de NMS e NMI

	Neurônio motor superior	Neurônio motor inferior
Função motora	Paresia/paralisia	Paresia/paralisia
Reflexos	Normal ou aumentado	Diminuído ou ausente
Tônus muscular extensor	Normal ou aumentado	Diminuído ou ausente
Atrofia muscular	Crônica	Rápida

Fonte: DA COSTA & DEWEY, 2016.

3.2 CAUSAS E FISIOPATOLOGIA

A lesão da medula espinal é uma afecção comum em animais, principalmente em cães e gatos, decorrente de numerosas causas. Em geral, o trauma medular pode decorrer de uma contusão, concussão ou laceração devido ao trauma direto, ou devido a alguma condição que afete as estruturas adjacentes à medula espinal, como as meninges,

o disco intervertebral e vértebras, o que pode causar compressão à medula espinal (NEGRIN et al., 2009; GRANGER & CARWARDINE, 2014).

A lesão medular pode ser primária ou secundária. A lesão primária, que pode ser classificada como local ou difusa, ocorre no momento do impacto, ou seja, é o efeito direto do trauma exógeno ou endógeno, o qual gera contusão, compressão, laceração, estiramento ou cisalhamento. Esses mecanismos primários associados a uma compressão persistente e alteração da vascularização causam uma cascata de eventos secundários. Esses eventos consistem na acumulação de cálcio e sódio intracelular, depleção dos níveis de ATP neuronais, liberação de radicais livres e aumento da produção de citocinas e de níveis de glutamato, ácido láctico e óxido nítrico extracelular (KUBE & OLBY, 2008; EMINAGA et al., 2011; DIFAZIO & FLETCHER, 2013).

Em cães, a Doença do Disco Intervertebral (DDIV) é a principal causa de lesão medular, a qual representa uma prevalência de 74% às lesões de medula espinal toracolombar aguda severa, seguida de fratura ou luxação, representando 34% e 7% dos casos, respectivamente (FLUEHMANN et al., 2006; LAWLER et al., 2022). As fraturas e luxações normalmente ocorrem devido à ação de forças externas, como traumas decorrentes de acidentes de trânsito, causa de aproximadamente 40 a 60% de fraturas e luxações em pequenos animais, ou quedas de grandes alturas, além de tiro por arma de fogo e ataques de outros animais (BRUCE, BRISSON, GYSELINCK, 2008; JEFFERY, 2010). Em gatos, a causa principal de lesão medular é o trauma exógeno, seguido de DDIV e ferida penetrante (MARIONI-HENRY et al., 2004).

A Doença do Disco Intervertebral é um termo abrangente muito utilizado na medicina veterinária e compreende as lesões que afetam os discos intervertebrais. Entre as décadas de 1940 e 1950, Hansen e Olsson descreveram dois tipos distintos de degeneração do disco intervertebral, chamados de metaplasia condroide e fibroide, os quais se associam a raças específicas e sinais, que gerou a classificação de cães em condrodistróficos (metaplasia condroide) e não-condrodistróficos (metaplasia fibroide). Além disso, surgiu a classificação da DDIV, a Hansen tipo 1 (extrusão) e a Hansen tipo 2 (protrusão). Portanto, devido à alta casuística de raças condrodistróficas, a DDIV é uma causa comum de lesão de medula espinal em cães (FENN & OLBY, 2020; OLBY et al., 2020).

Em um estudo, foi demonstrado que cães com extrusão de disco intervertebral apresentaram uma taxa de 60% a 80% de recuperação da deambulação em casos de perda de percepção de dor, em contraste, cães que mantiverem a nocicepção na avaliação

obtiveram uma taxa de 86% a 96% de recuperação (GRANGER & CARWARDINE, 2014). Em gatos, a nocicepção também é relevante em casos de trauma medular, demonstrando um prognóstico mais favorável se a percepção de dor profunda estiver intacta. Outro ponto é o grau de disfunção espinal (tabela 2), no qual animais com alterações em menor grau (II a IV) tem um prognóstico excelente, como mostra um estudo (GRASMUEK & STEFFEN, 2004).

Tabela 2. Graduações utilizadas no estudo, baseada na severidade dos sinais neurológicos.

Grau	Disfunção neurológica
I	Dor na coluna, sem déficits
II	Paraparesia ambulatória, micção normal
III	Paraparesia ambulatória, retenção urinária
IV	Paraparesia/plegia não-ambulatória, retenção urinária, nocicepção intacta
V	Paraplegia, retenção urinária, perda de nocicepção

Fonte: GRASMUEK & STEFFEN, 2004

O prognóstico para recuperação em casos de trauma medular depende da causa da injúria, da gravidade da lesão, da localização, do tempo e eficácia do tratamento das lesões primária e secundária. No entanto, avaliações neurológicas seriadas são recomendadas devido a capacidade de pequenos animais compensarem déficits neurológicos (DIFAZIO & FLETCHER, 2013). O desenvolvimento de mielomalácia progressiva, uma síndrome caracterizada por necrose progressiva, isquemia e hemorragia da medula espinal que se estende cranial e caudalmente da lesão inicial, revela um prognóstico ruim (OLBY et al., 2022).

3.3 DIAGNÓSTICO

O diagnóstico baseia-se no exame neurológico e exames de imagem. O exame neurológico deve ser executado após a estabilização de problemas não envolvidos com o sistema nervoso central. O objetivo do exame deve ser a localização da lesão e identificação de instabilidade vertebral, o qual precisa incluir avaliação de status mental, nervos cranianos, deambulação, presença de função motora voluntária, reflexos e dor

superficial e profunda. A nocicepção é um fator prognóstico importante, que pode variar de reservado a ruim (DA COSTA & DEWEY, 2016).

3.3.1 Sinais clínicos e exame neurológico

Em suspeitas de fraturas ou luxações vertebrais, os animais podem apresentar dor espinal e déficits neurológicos. Porém, frequentemente animais que sofrem trauma manifestam problemas em outros sistemas (JEFFERY, 2010).

O exame neurológico inicial é realizado após estabilização de problemas não envolvidos com o sistema nervoso central (SNC) que são ameaças à vida. O exame deve ser feito com o objetivo de localizar qualquer lesão na medula espinal e determinar se há evidência de instabilidade. Os animais não-ambulatórios devem ser manipulados o mínimo possível até que alguma lesão instável seja descartada. O exame inicial deve incluir avaliação de status mental, exame completo de nervos cranianos, observação de ambulação, presença de função motora voluntária, reflexos e dor superficial em todos os membros. Se houver ausência de sensibilidade superficial, a avaliação de nocicepção profunda (dor profunda) deve ser realizada (DI FAZIO & FLETCHER, 2013; DA COSTA & DEWEY, 2016).

Após o exame neurológico, uma avaliação ortopédica deve ser feita nos membros afetados para determinar se alguma lesão musculoesquelética pode estar presente. A coluna vertebral deve ser palpada para observar presença de crepitação, desalinhamento ou dor. A manifestação da postura Schiff-Sherrington (figura 6), que combina extensão rígida dos membros torácicos com paraplegia, é um indicativo de lesão toracolombar severa, porém, sua significância no prognóstico ainda não foi avaliada. No entanto, a ausência de nocicepção (figura 7) traduz um prognóstico reservado em casos de extrusão de disco intervertebral e um prognóstico ruim em casos de lesão medular externa (DA COSTA & DEWEY, 2016; OLBY et al., 2020).

Ausência de nocicepção, ou também chamado de dor profunda, é definido como ausência de resposta a um estímulo nociceptivo à compressão digital caudal a uma lesão medular (LEWIS et al., 2020). A percepção de dor profunda é levada pelos axônios de diâmetro pequeno nos tratos multisinápticos (espinoreticular, propioespinal) adjacentes a substância cinzenta da medula espinal (OLBY et al., 2003). O prognóstico para recuperar ambulação em animais que possuem percepção de dor profunda é bom a excelente, dependendo do tratamento realizado (OLBY et al., 2020).

Figura 7. Postura Schiff-sherrington em um Dachshund com extrusão intervertebral toracolombar



Fonte: DA COSTA E DEWEY, 2016.

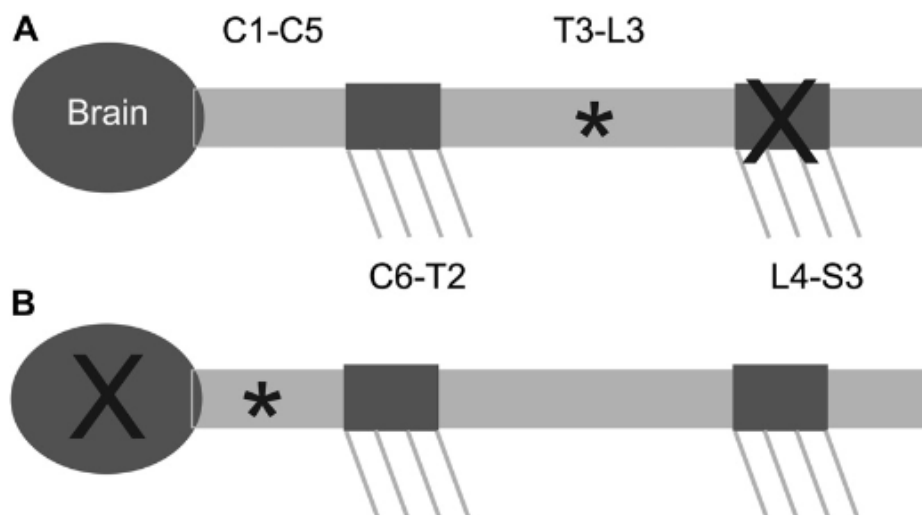
Figura 8. Teste de nocicepção realizada de forma manual (a) ou com uma pinça hemostática (b). Se não houver resposta pela pressão manual, a hemostática de ser utilizada.



Fonte: DA COSTA E DEWEY, 2016.

Um problema na neurolocalização é a possibilidade de múltiplas lesões (figura 8). Por exemplo, lesões que afetam o encéfalo podem inibir os sinais de lesões nos segmentos C1-C5 pois reduz as reações posturais nos membros torácicos. Outro exemplo pode ser observado em casos de lesão no neurônio motor inferior e superior concomitantemente e, assim, a lesão de NMI vai mascarar a presença de lesão de NMS devido à presença de reações posturais reduzidas, que ocorre por lesão de NMI (JEFFERY, 2010).

Figura 9. Dois exemplos de lesões concomitantes. (A) lesão afetando NMI (L4-S3) que mascara a presença de uma segunda lesão, em NMS (T3-L3). (B) lesão encefálica, particularmente em tronco encefálico, pode reduzir as reações posturais nos membros, mascarando os efeitos de uma segunda lesão, no segmento C1-C5 da medula espinal.



Fonte: JEFFERY, 2010.

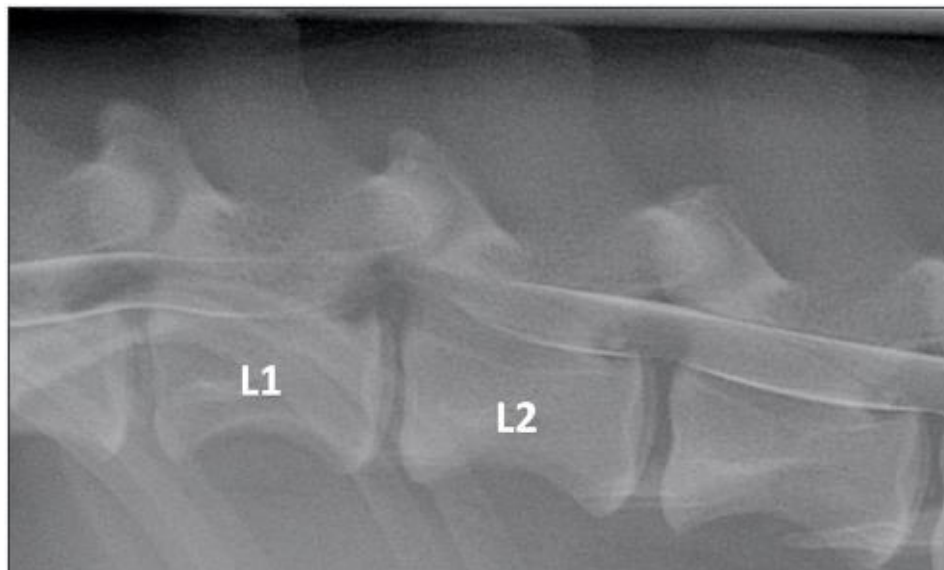
Além disso, lesões de medula espinal podem afetar tanto o armazenamento quanto o esvaziamento de urina. Após lesão nos segmentos sacrais, por exemplo, as inervações parassimpáticas e somáticas podem ser prejudicadas. Assim, animais com lesão de NMI apresentam sinais de hiporreflexia do detrusor ou arreflexia e hipotonia/atonia do esfíncter, o que pode causar aumento da complacência, capacidade e volume residual da vesícula urinária e constante vazamento de urina. Em lesões agudas e severas de medula espinal suprasacral pode ocorrer a interrupção das vias intraespinhais, e eliminar o reflexo espinobulboespinal de micção. Essa disfunção da vesícula urinária também é um fator que deve ser considerado, pois impacta significativamente na qualidade e expectativa de vida de animais que sofreram lesão medular (HU et al., 2016).

3.3.2 Exames de imagem

Os exames de imagem são recomendados em pacientes com suspeita de fraturas e/ou luxações, que deve iniciar-se pela radiografia, a qual normalmente é suficiente para diagnosticar a maioria das fraturas e/ou luxações (KUBE & OLBY, 2008; JEFFERY et al., 2010). Porém, outros exames de imagem como tomografia computadorizada (TC), mielografia e ressonância magnética (RM) também podem ser realizados (COOPER et al., 2014).

Nos casos de trauma, a radiografia de toda a coluna vertebral é recomendada para identificar fraturas e luxações, pois aproximadamente 20% dos pacientes que sofreram trauma espinal tem múltiplos focos de fraturas e/ou luxações. Inicialmente, é realizada projeção laterolateral para reduzir a necessidade de movimentação do animal e evitar piora. Projeções ventrodorsais podem ser realizadas e, de preferência, com o animal em decúbito lateral (KUBE & OLBY, 2008; EMINAGA et al., 2011; DIFAZIO & FLETCHER, 2013). De forma geral, radiografias são suficientes para diagnosticar a maioria das fraturas e luxações vertebrais. No entanto, se apenas com a radiografia não for possível o diagnóstico e houver suspeita devido aos sinais clínicos e histórico do animal, existem outras opções de imagem (JEFFERY, 2010). Em casos de extrusão do disco intervertebral toracolombar, a radiografia possui uma sensibilidade que varia entre 51 a 61%, enquanto em casos de fraturas vertebrais a sensibilidade é de 72% e subluxações de 77,5% (KINNS et al., 2006; DA COSTA et al., 2020).

Figura 10. (A) Mielografia lateral de um Basset Hound de 5 anos com extrusão de disco intervertebral em L1-L2. O afinamento das colunas de contraste é grave e a coluna de contraste ventral é quase descontinuada em L1-L2. O afinamento da coluna de contraste está além dos limites do disco afetado e distribuído assimétrico com um desvio dorsal mais longo da coluna de contraste ventral caudal ao disco afetado.



Fonte: DA COSTA et al., 2020.

Mielografia, tomografia computadorizada (TC), e ressonância magnética (RM) são exames de imagem padrão para avaliação de coluna vertebral em cães (COOPER et

al., 2014). A mielografia (figura 9) é uma técnica radiográfica na qual as imagens são realizadas após a injeção de um contraste radiopaco no espaço subaracnoide. Tem sido bastante utilizada em países que não possuem TC e RM disponíveis. A acurácia diagnóstica da mielografia em casos de extrusão de disco varia de 72 a 99%, porém, há riscos no procedimento (DA COSTA et al. 2020).

A TC é uma boa opção para avaliar estruturas ósseas e, dessa forma, recomendada em pacientes cujos sinais clínicos sejam sugestivos de instabilidade vertebral. Pode ser feita associação de mielografia com TC, porém, a primeira promove riscos associados a administração do contraste, incluindo crises convulsivas após o procedimento, além de hemorragia subaracnoide intracraniana (HECHT et al., 2009; DIFAZIO & FLETCHER, 2013). A TC (figuras 10 e 11) é uma opção não invasiva e geralmente realizada de forma mais rápida que a mielografia, que pode fornecer mais informações anatômicas com relação à estrutura óssea, principalmente com uma reconstrução tridimensional (BAGLEY, 2000; ISRAEL et al., 2009). Com relação a sensibilidade da TC ou da associação entre a mielografia e a TC, há diversos estudos que demonstram resultados variáveis, de 81% a 100% (DA COSTA et al., 2020; OLBY et al., 2022).

A RM (figuras 12, 13 e 14) é um método de imagem que permite a avaliação da extensão do trauma da medula espinal, o que pode ser útil para o prognóstico, sendo considerado uma modalidade de imagem padrão ouro no diagnóstico de DDIV tanto em humanos quanto em animais (KAPATKIN & VITE, 2000; DA COSTA et al., 2020). Além da possibilidade de caracterização da extensão da lesão espinal, a RM permite identificar a localização da lesão, a severidade da compressão, ajuda no diagnóstico e guia o planejamento cirúrgico. As lesões agudas normalmente revelam hiperintensidade ponderada em T2, refletindo necrose, hemorragia intramedular, inflamação, mielomalácia ou edema (BOEKHOFF et al., 2012; GRANGER & CARWARDINE, 2014). A RM possui uma sensibilidade diagnóstica acima de 98,5%, além de auxiliar o prognóstico. A presença e extensão de hiperintensidade, hipointensidade ou atenuação ponderada em T2 do fluido cerebrospinal em uma sequência HASTE/T2 (Half-Fourier acquisition single-shot turbo spin echo) estão relacionadas com uma resposta pior de locomoção e desenvolvimento de mielomalácia progressiva (OLBY et al., 2022).

Alterações como presença de hiperintensidade em T2, hipointensidade em T2 ou atenuação de líquido cerebrospinal são variáveis que estão relacionadas com resultados piores para recuperação de locomoção e desenvolvimento de mielomalácia progressiva

(DIFAZIO & FLETCHER, 2013; OLBY et al., 2022). Em pacientes humanos que sofreram lesão medular, a RM é estabelecida como exame de imagem de escolha pois possibilita a identificação de edema, hemorragia ou inchaço da medula espinal, que pode auxiliar no prognóstico (ITO et al., 2005).

O desenvolvimento de mielomalácia progressiva revela um prognóstico ruim, caracterizado pela liquefação do parênquima da medula espinal, causando necrose hemorrágica, e pode ser visualizada através de cirurgia, via durotomia, ou identificada por exames de imagem, como mielografia ou na RM. Os sinais clínicos incluem perda dos reflexos dos membros pélvicos, do tronco e do tônus muscular abdominal, além de progressão cranial do reflexo cutâneo do tronco, alteração que auxilia o diagnóstico presuntivo. Essa condição se desenvolve em 10% a 17,5% dos cães paraplégicos com perda motora sensorial (nocicepção) causada por DDIV (NYE et al., 2020; OLBY et al., 2022). Acredita-se que o desenvolvimento da mielomalácia progressiva ocorre algumas horas após a lesão primária, resultando em paraplegia com perda de nocicepção. No caso em uma protrusão ou extrusão toracolombar de disco, necrose isquêmica progressiva ou hemorragia da medula espinal irão causar migração cranial do reflexo cutâneo do tronco, alternância de sinais de NMS para sinais de NMI nos membros pélvicos e déficits neurológicos progressivos envolvendo os membros torácicos. Essa progressão frequentemente causa óbito após alguns dias devido à falência respiratória (OKADA et al., 2010). Atualmente, não existe tratamento para essa condição e tipicamente é fatal. O diagnóstico definitivo exige avaliação *post mortem* da medula espinal, mas o diagnóstico presuntivo pode ser feito baseado nos achados do exame neurológico, da ressonância magnética e da mielografia (CASTEL et al., 2019; DA COSTA et al., 2020). A identificação de alterações na RM é crucial para prognóstico, como a extensão da hiperintensidade ponderada em T2 na medula espinal e perda de sinal do fluido cerebroespinal na sequência HASTE (OLBY et al., 2020). Na mielografia, alterações como extenso inchaço e evidente infiltração de contraste na medula espinal pode indicar mielomalácia (LU et al., 2002; DA COSTA et al., 2020).

A imagem de tensor de difusão, ou tractografia (figura 15), é baseada na mensuração de difusão de água na substância branca, promovendo informação sobre tratos específicos e lesões de substância branca (WEBB et al., 2010; RATZKOB & KOCH, 2016). É uma modalidade da RM que pode ser explorada em cães como biomarcador não invasivo e indicador de prognóstico, porém, ainda existem poucos

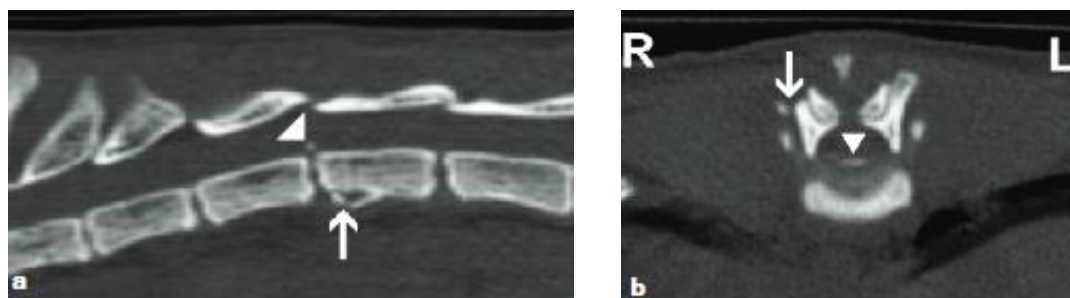
estudos que avaliam a relevância desse exame para caracterizar a severidade da lesão e indicar um prognóstico (DA COSTA et al., 2020).

Figura 11. Tomografia computadorizada. Janela óssea de L7-S1 revelando fratura e subluxação bilateral das facetas articulares dorsais em um gato. (a) cabeça da seta indica a subluxação sacroilíaca direita; seta branca indica as facetas articulares dorsais de S1; seta preta indica as facetas articulares dorsais de L7. (b) fratura do corpo vertebral de L7 (cabeça da seta) com fratura sacroilíaca esquerda (seta).



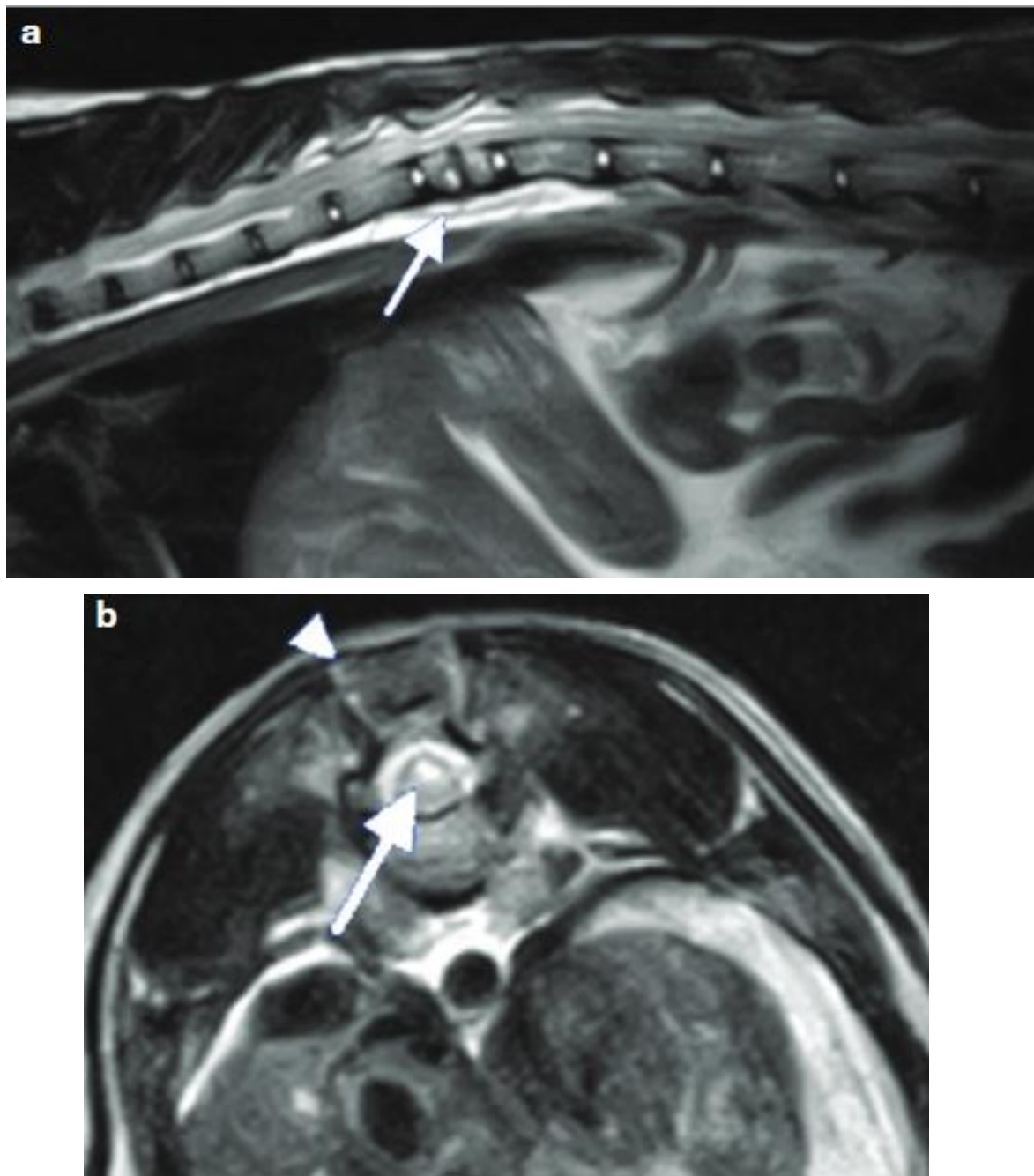
Fonte: EMINAGA et al., 2011

Figura 12. Imagens de TC de um gato. (a) imagem sagital mostrando fratura (seta) em T12-T13 e extrusão de disco intervertebral traumático (cabeça da seta). (b) imagem transversa mostrando fratura (seta) de T12-T13 na faceta articular direita e extrusão de disco intervertebral no canal vertebral (cabeça da seta)



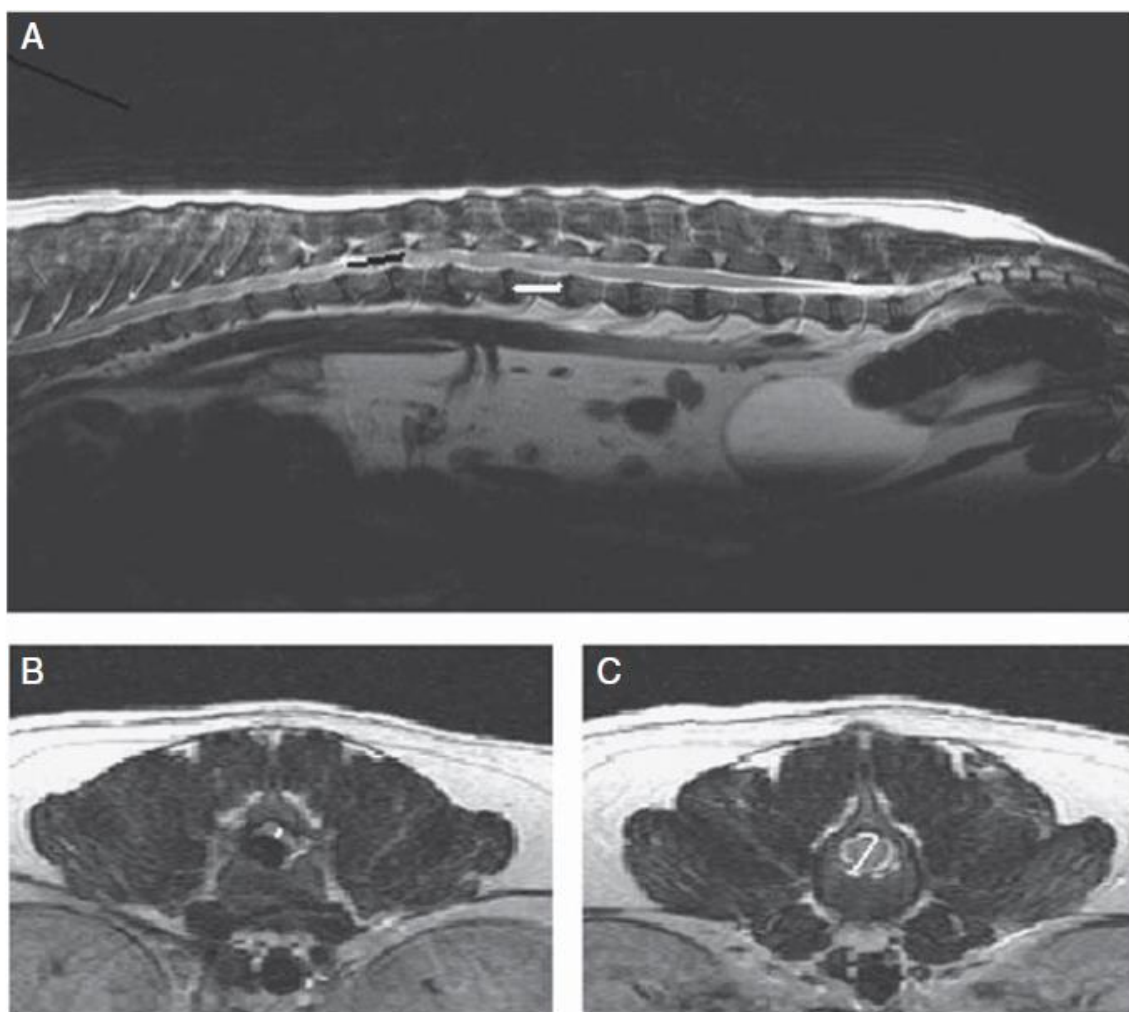
Fonte: EMINAGA et al., 2011.

Figura 13. (a) corte sagital de RM ponderada em T2 de um gato com fratura por compressão em T12 (seta). (b) RM STIR transversal; há uma mudança de sinal entre a medula espinal (seta) e o tecido mole edematoso e os músculos paraespinais (cabeça da seta).



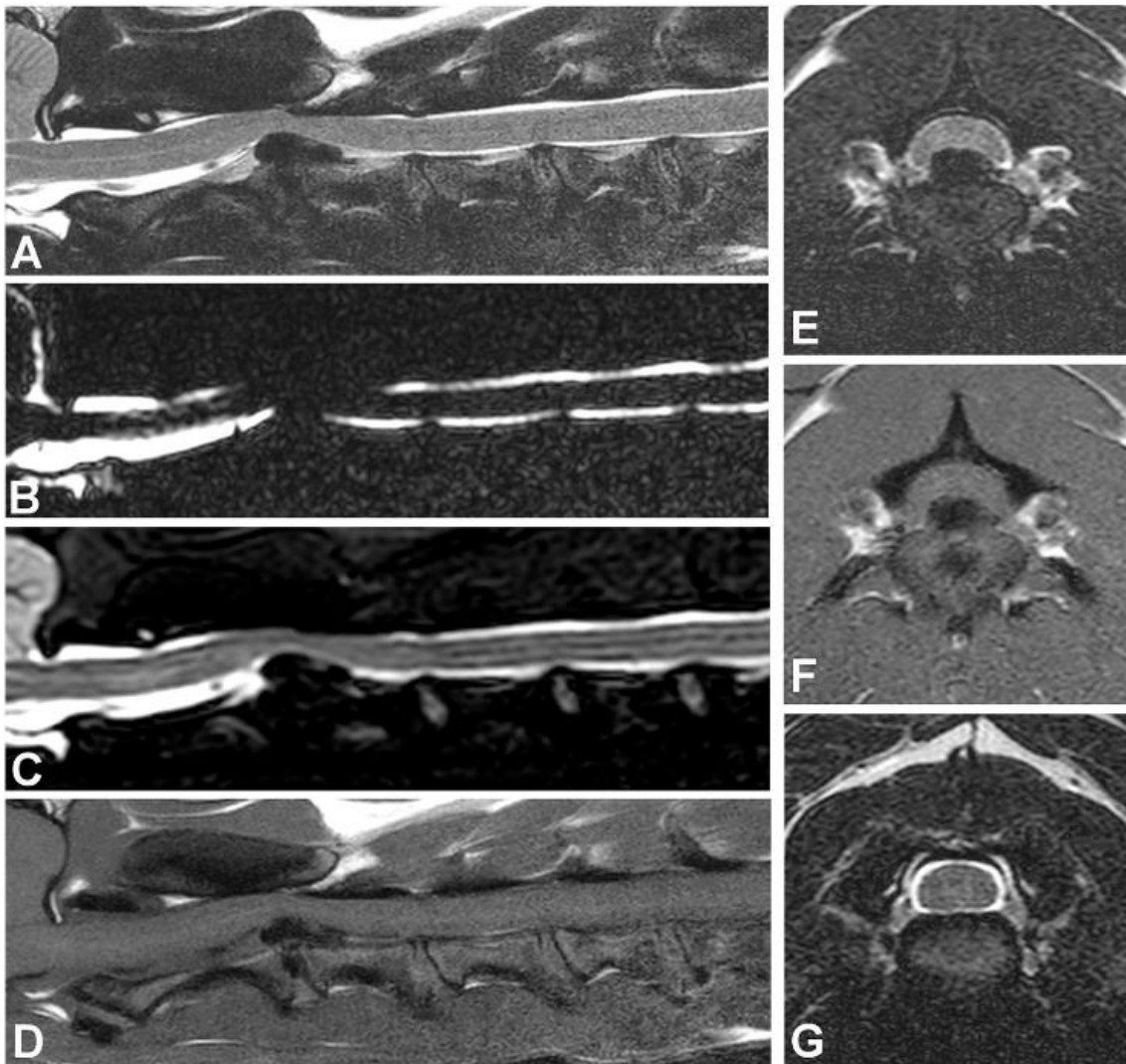
Fonte: EMINAGA et al., 2011.

Figura 14. Determinação da extensão da hiperintensidade intramedular em corte sagital (A) e grau de compressão da medula espinal (B, C) em RM transversa ponderada em T2. (A) mensuração da extensão da hiperintensidade intramedular ponderada em T2 da medula espinal (linha preta) em corte sagital ponderada em T2 e dividida pelo comprimento da vértebra L2 (linha branca) para criar a razão de comprimento descrita por Ito et al. (2005). Para determinar o grau de compressão da medula espinal, o diâmetro da secção transversal da medula espinal no local da hérnia de disco (B) foi comparado com o diâmetro da secção transversal da medula espinal caudal a hérnia (C) em imagens transversas ponderadas em T2.



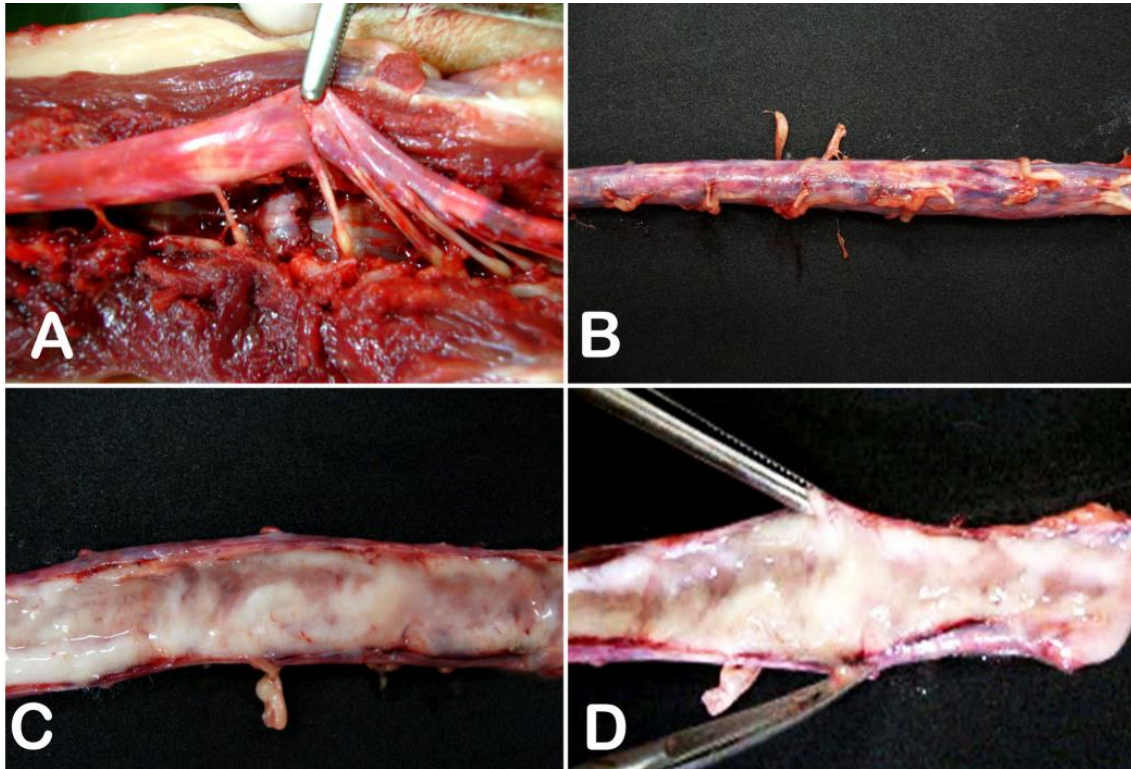
Fonte: BOEKHOFF et al., 2012.

Figura 15. Imagens de um cão com extrusão do disco intervertebral cervical. (A) Imagem sagital ponderada em T2. (B) Imagem sagital HASTE. (C) Imagem sagital STIR. (D) Imagem sagital ponderada em T1. Todas as imagens sagitais mostram compressão extradural ventral no aspecto ventral do canal vertebral no nível intervertebral C2-3. Observe como o material compressivo é hipointenso em todas as imagens, embora a resolução da imagem varie com diferentes sequências. O sinal dos discos intervertebrais in situ também varia em todas as sequências. (E) Imagem ponderada em T2 transversal mostrando uma grande massa hipointensa causando compressão da medula espinhal no nível C2-3. (F) Imagem em T1 transversal mostrando o material compressivo hipointenso em C2-3. (G) Imagem transversal em T2 mostrando o nível C3-4 sem compressão da medula espinhal.



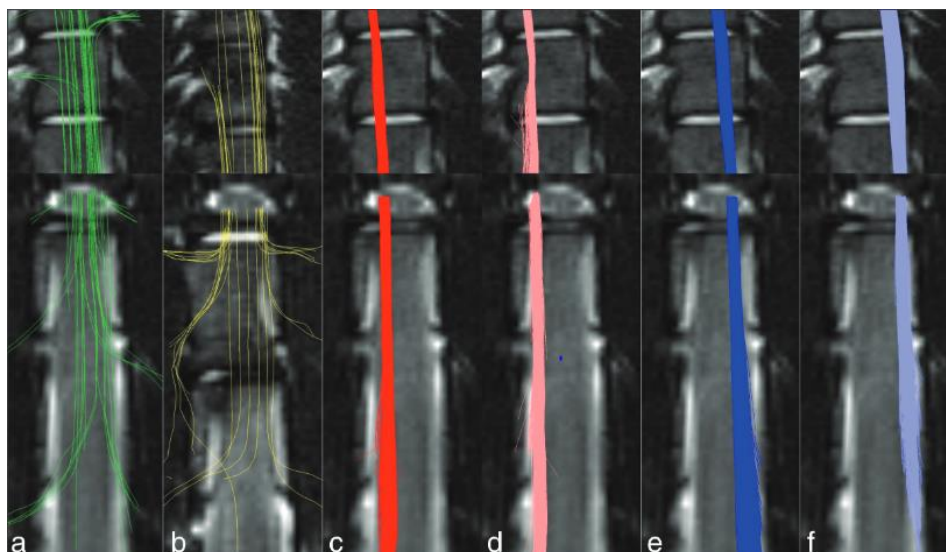
Fonte: DA COSTA et al., 2020.

Figura 16. Medula espinhal após abertura do canal vertebral durante a necropsia. (A) Coloração rosa-arroxeadada estendendo-se por vários segmentos medulares. (B) Mesmo aspecto na face ventral da medula após retirada do canal vertebral. (C) e (D) Aspecto pastoso da medula espinhal após a abertura da dura-máter, com perda da estrutura e consistência normal.



Fonte: ZILIO & ARIAS, 2011.

Figura 17. Tractografia demonstrando a coluna dorsal (a), a coluna ventral (b) e os tratos laterais (c-f). Orientação coronal.



Fonte: WEBB et al., 2010.

3.4 TRATAMENTO

O tratamento pode ser conservativo ou cirúrgico. O conservativo consiste na imobilização externa do paciente, confinamento, administração de fármacos e restrição de movimentos, e o cirúrgico é atribuído a diversas técnicas de descompressão e estabilização (BRUCE, BRISSON, GYSELINCK, 2008; KUBE & OLBY, 2008).

A conduta primária deve ter foco na estabilização sistêmica do animal, com ênfase nos sistemas respiratório cardiovascular, pois alterações na ventilação, hipotensão e hipoxemia contribuem com os eventos secundários (DIFAZIO & FLETCHER, 2013). Se houver hipovolemia e hipoxemia, deve ser tratado imediatamente. Uma vez que os sinais sistêmicos estiverem controlados, o exame neurológico deve ser realizado para localizar e identificar a severidade da lesão. Animais não-ambulatórios devem ser manejados com cuidado até que alguma lesão espinal seja descartada (EMINAGA et al., 2011).

A escolha do tratamento deve basear-se nos sinais clínicos do paciente, na natureza da lesão, no status neurológico e na preferência individual e experiência do cirurgião. De forma geral, existem duas opções de tratamento para lesões medulares, o conservativo e o cirúrgico. O tratamento conservativo consiste na imobilização externa com talas e bandagens (figura 16), confinamento, restrição de movimentos, tratamento da retenção urinária, prevenção e tratamento de úlceras de decúbito, se necessário, e administração de corticosteroides (BRUCE, BRISSON, GYSELINCK, 2008; OLBY et al., 2022).

O uso de dexametasona foi recomendado no tratamento inicial de lesão medular aguda com o objetivo de limitar a resposta inflamatória promovida pela lesão, porém, estudos não demonstraram eficiência desse uso, e sim chances maiores de desenvolver infecções do trato urinário e diarreia comparado ao tratamento com outros glicocorticoides ou nenhum (KUBE & OLBY, 2008; OLBY et al., 2022). Em contrapartida, o succinato sódico de metilprednisolona (MPSS) foi proposto em estudos experimentais por possuir mecanismos neuroprotetores ao melhorar o fluxo sanguíneo, diminuir a liberação de radicais livres e pelas propriedades anti-inflamatórias (BRACKEN et al., 1990). No entanto, estudos demonstraram que o uso do MPSS não promove significativa melhora clínica, tanto em humanos quanto em animais (HURLBERT, 2000). Além disso, pode causar muitos efeitos adversos, como melena, diarreia, hematoquezia, êmese, hematêmese, anorexia e hemorragia gastrointestinal, além de outros estudos alegarem efeitos prejudiciais na regeneração neuronal. Dessa forma, o

MPSS não é recomendado para tratamento de pacientes com trauma espinal (KUBE & OLBY, 2008; OLBY et al., 2022). Na medicina humana, apesar do alto potencial dos efeitos adversos e pouca melhora no quadro clínico, a metilprednisolona ainda é largamente utilizada por cirurgiões devido à falta de tratamentos alternativos (CANSECO et al., 2021).

Figura 18. Imobilização de um paciente que sofreu trauma medular



Fonte: KUBE & OLBY, 2008.

A intervenção cirúrgica precoce é a melhor opção de tratamento para lesões compressivas ou instáveis, tanto em cães como em gatos. A estabilização ou descompressão remove a fonte de contínua compressão ou contusão e, conseqüentemente, reduz os eventos secundários ao trauma (KUBE & OLBY, 2008; EMINAGA et al., 2011). Até recentemente existiam controvérsias quanto ao tempo para a intervenção cirúrgica em trauma de medula espinal. Atualmente, sugere-se que a descompressão ou estabilização cirúrgicas, sejam feitas dentro de 24 horas em cães paraplégicos com ausência de dor profunda (OLBY et al., 2022). Os indicadores para o tratamento cirúrgico baseiam-se nos exames de imagem, nos déficits neurológicos e na deterioração neurológica contínua apesar de um manejo conservativo agressivo (DIFAZIO & FLETCHER, 2013).

O tratamento é um fator importante, sendo recomendada hemilaminectomia em animais não ambulatorios com lesão toracolombar (LANGERHUUS & MILES, 2017). No entanto, complicações pós-cirúrgicas podem ocorrer. Em casos de fratura vertebral,

complicações como falha de fixação, escolha da técnica incorreta, execução incorreta da técnica e o manejo pós-operatório incorreto são fatores que causam instabilidade (CATERINO et al., 2022).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em virtude dos fatos mencionados, conclui-se que os fatores prognósticos baseiam-se em diversas alterações apresentadas pelo animais acometidos por lesão medular, como a percepção de dor profunda, que, quando ausente, refere um prognóstico ruim, sendo considerado o principal parâmetro avaliado em traumas medulares; alterações no esvaziamento ou armazenamento de urina, os quais impactam significativamente na qualidade de vida do paciente; o uso de exames de imagens, como radiografia, tomografia computadorizada e ressonância magnética que, além de facilitarem o prognóstico, também auxiliam o planejamento cirúrgico, principalmente a ressonância magnética, a qual pode indicar a presença de mielomalácia progressiva; o tratamento adequado deve ser instituído, sendo na maioria dos casos cirúrgicos.

REFERÊNCIAS

- BAGLEY, R. S. Spinal fracture or luxation. **Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice**, v. 30, n. 1, p. 133–153, 2000.
- BOEKHOFF, T. M. et al. Quantitative Magnetic Resonance Imaging Characteristics Evaluation of Prognostic Value in the Dog as a Translational Model for Spinal Cord Injury. **J Spinal Disord Tech**, v. 23, n. 3, 2012.
- BRACKEN, M. et al. A Randomized, Controlled Trial of Methylprednisolone or Naloxone in the Treatment of Acute Spinal-Cord Injury. **The New England Journal of Medicine**, 1990.
- BRUCE, C. W.; BRISSON, B. A.; GYSELINCK, K. Spinal fracture and luxation in dogs and cats A retrospective evaluation of 95 cases. **Vet Comp Orthop Traumatol**, v. 21, p. 280–284, 2008.
- CANSECO, J. A. et al. Updated Review: The Steroid Controversy for Management of Spinal Cord Injury. **World Neurosurgery**, v. 150, p. 1–8, 1 jun. 2021.
- CASTEL, A. et al. Risk factors associated with progressive myelomalacia in dogs with complete sensorimotor loss following intervertebral disc extrusion: A retrospective case-control study. **BMC Veterinary Research**, v. 15, n. 1, 3 dez. 2019.
- CATERINO, C. et al. Canine Seventh Lumbar Vertebra Fracture: A Systematic Review. **Animals**, v. 12, n. 2, 1 jan. 2022.
- COOPER, J. J. et al. Comparison between noncontrast computed tomography and magnetic resonance imaging for detection and characterization of thoracolumbar myelopathy caused by intervertebral disk herniation in dogs. **Veterinary Radiology and Ultrasound**, v. 55, n. 2, p. 182–189, mar. 2014.
- DA COSTA, R. C.; DEWEY, C. W. **Practical Guide of Canine and Feline Neurology**. 3 ed. WILEY Blackwell, 2016.
- DA COSTA, R. C. et al. Diagnostic Imaging in Intervertebral Disc Disease. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 7, 22 out. 2020.
- DIFAZIO, J.; FLETCHER, D. J. Updates in the management of the small animal patient with neurologic trauma. **Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice**, v. 43, n. 4, p. 915–940, jul. 2013.
- EMINAGA, S.; PALUS, V.; CHERUBINI, G. B. Acute spinal cord injury in the cat: Causes, treatment and prognosis. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, v. 13, n. 11, p. 850–862, nov. 2011.
- FENN, J.; OLBY, N. J. Classification of Intervertebral Disc Disease. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 7, 6 out. 2020.
- FLUEHMANN, G.; DOHERR, M. G.; JAGGY, A. Canine neurological diseases in a referral hospital population between 1989 and 2000 in Switzerland. **Journal of Small Animal Practice**, v. 47, n. 10, p. 582–587, out. 2006.
- GRANGER, N.; CARWARDINE, D. Acute spinal cord injury. Tetraplegia and paraplegia in small animals. **Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice**, v. 44, n. 6, p. 1131–1156, 1 nov. 2014.

GRASMUEK, S; STEFFEN, F. Survival rates and outcomes in cats with thoracic and lumbar spinal cord injuries due to external trauma. **Journal of Small Animal Practice**, v. 45, p. 284–288, 2004.

HECHT, S. et al. Myelography vs. computed tomography in the evaluation of acute thoracolumbar intervertebral disk extrusion in chondrodystrophic dogs. **Veterinary Radiology and Ultrasound**, v. 50, n. 4, p. 353–359, jul. 2009.

HURLBERT, R. J. Methylprednisolone for acute spinal cord injury: an inappropriate standard of care. **J Neurosurg (Spine 1)**, v. 93, p. 1–7, 2000.

HU, H. Z.; GRANGER, N.; JEFFERY, N. D. Pathophysiology, Clinical Importance, and Management of Neurogenic Lower Urinary Tract Dysfunction Caused by Suprasacral Spinal Cord Injury. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 30, n. 5, p. 1575–1588, 1 set. 2016.

ISRAEL, S. K. et al. The relative sensitivity of computed tomography and myelography for identification of thoracolumbar intervertebral disk herniations in dogs. **Veterinary Radiology and Ultrasound**, v. 50, n. 3, p. 247–252, maio 2009.

ITO, D. et al. Prognostic value of magnetic resonance imaging in dogs with paraplegia caused by thoracolumbar intervertebral disk extrusion: 77 cases (2000-2003). **JAVMA**, v. 227, n. 9, 2005.

JEFFERY, N. D. Vertebral fracture and luxation in small animals. **Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice**, v. 40, n. 5, p. 809–828, set. 2010.

KAPATKIN, A. S.; VITE, C. H. Neurosurgical emergencies. **The Veterinary clinics of North America. Small animal practice**, v. 30, n. 3, 2000.

KINNS, J. et al. Radiographic sensitivity and negative predictive value for acute canine spinal trauma. **Veterinary Radiology and Ultrasound**, v. 47, n. 6, p. 563–570, out. 2006.

KONIG, H. E.; LIEBICH, H. G. **Anatomia dos animais domésticos: texto e atlas colorido**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2016.

KUBE, S.; OLBY, N. Managing Acute Spinal Cord Injuries. **Compend Contin Educ Vet**, 2008.

LANGERHUUS, L.; MILES, J. Proportion recovery and times to ambulation for non-ambulatory dogs with thoracolumbar disc extrusions treated with hemilaminectomy or conservative treatment: A systematic review and meta-analysis of case-series studies. **Veterinary Journal**, v. 220, p. 7–16, 1 fev. 2017.

LAWLER, P. E. et al. Comparison of Surgical Outcomes Associated With Compression Secondary to Hemorrhage and Intervertebral Disk Extrusions in Dogs. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 9, 4 jul. 2022.

LEWIS, M. J.; JEFFERY, N. D.; OLBY, N. J. Ambulation in Dogs With Absent Pain Perception After Acute Thoracolumbar Spinal Cord Injury. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 7, 26 ago. 2020.

LU, D.; LAMB, C. R.; TARCETT, M. P. Results of myelography in seven dogs with myelomalacia. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 43, n. 4, p. 326–330, 2002.

LORENZ, M.D.; COATES, J.R.; KENT, M. **Handbook of Veterinary Neurology**. 5 ed. Elsevier Saunders, 2011.

MARIONI-HENRY, K. et al. Prevalence of Diseases of the Spinal Cord of Cats. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 18, n. 6, p. 851–858, nov. 2004.

NEGRIN, A.; SCHATZBERG, S.; PLATT, S. R. The paralyzed cat. Neuroanatomic diagnosis and specific spinal cord diseases. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, v. 11, n. 5, p. 361–372, 2009.

NYE, C. J.; MUSTONEN, A. M.; COOK, L. Progressive Myelomalacia in a Pomeranian Following Spinal Fracture and Surgical Stabilization—A Case Report. **Topics in Companion Animal Medicine**, v. 39, 1 jun. 2020.

OKADA, M. et al. Magnetic resonance imaging features and clinical signs associated with presumptive and confirmed progressive myelomalacia in dogs: 12 cases (1997-2008). **JAVMA**, v. 237, n. 10, 2010.

OLBY, N. et al. ACVIM consensus statement on diagnosis and management of acute canine thoracolumbar intervertebral disc extrusion. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, 2022.

OLBY, N et al. Long-term functional outcome of dogs with severe injuries of the thoracolumbar spinal cord: 87 cases. **JAVMA**, v. 222, 2003.

RATZKOB, F. G.; KOCH, R. S. Aplicações da tractografia nas doenças de sistema nervoso central: uma revisão de literatura. **Rev. Saúde Com**, v. 12, n. 3, p. 646–655, 2016.

WEBB, A. Spinal cord injury II: Prognostic indicators, standards of care, and clinical trials. **Can Vet J**, 2010.

WRZESINSKI, M. R. et al. Focal spinal hyperesthesia as a prognostic factor in paraplegic dogs without deep pain perception. **Pesquisa Veterinaria Brasileira**, v. 42, 2022.

ZILIO, D. M.; ARIAS, M. V. B. Mielomalácia hemorrágica progressiva em 14 cães. **Pesq. Vet. Bras.** 33 (2): 219-228, 2013.