

INSTABILIDADE ATLANTOAXIAL EM CÃES: FISIOPATOLOGIA, ABORDAGENS CLÍNICO-CIRÚRGICAS E PROGNÓSTICO

Carolina Camargo Zani¹
Paulo Vinícius Tertuliano Marinho²
Bruno Watanabe Minto³
Tiago Barbalho Lima⁴
Paola Castro Moraes⁵
José Luiz Laus⁵

RESUMO

A instabilidade da articulação atlantoaxial é uma afecção comum entre cães de raça de pequeno porte, e os sinais clínicos desenvolvem-se com menos de dois anos de idade, geralmente são progressivos e o paciente apresenta hiperestesia cervical, ataxia proprioceptiva, e em casos severos paraplegia. A instabilidade pode gerar subluxação dorsal do axis em relação ao atlas, levando a uma lesão medular em diferentes níveis. Alterações congênitas, como ausência ou hipoplasia do processo odontóide e ligamentos, ou traumáticas, como fraturas do processo odontóide e ruptura dos ligamentos estão envolvidas na fisiopatologia da afecção. O diagnóstico pode ser realizado com auxílio de radiografias lateral e ventrodorsal com a região craniocervical em posição neutra. O tratamento clínico é a escolha primária e faz-se o uso de colar cervical por três meses, confinamento e corticosteróides. Exceção a este tratamento são pacientes com apresentação clínica severa ou refratários ao tratamento conservativo, nestes casos indica-se a cirurgia para estabilização por meio de abordagens ventrais ou dorsais. Observou-se que as técnicas cirúrgicas ventrais apresentam maiores índices de sucesso e menores recorrências de recidivas, contudo, as estabilizações cirúrgicas continuam a ser um desafio pela elevada taxa de complicações e óbitos transoperatórios.

Palavras-chave: subluxação atlantoaxial, mielopatia cervical, fisiopatogenia, cão.

ATLANTOAXIAL INSTABILITY IN DOGS: PATHOPHYSIOLOGY, CLINICAL-SURGICAL APPROACHES AND PROGNOSIS

ABSTRACT

The instability of the atlantoaxial joint is a common condition among dogs small breed, and clinical signs are developed under two years of age, are usually progressive and the patient presents cervical hyperesthesia, ataxia proprioceptive, and in severe cases tetraplegia. The instability can generate subluxation dorsal of axis in relation to the atlas, leading to spinal cord injury at different levels. Congenital abnormalities, such as absence or hypoplasia of the odontoid process and ligaments, or traumatic, such as fractures of the odontoid process and

¹ Mestranda do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal. Departamento de Clínicas Veterinárias. Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, PR

² Mestrando do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal. Departamento de Clínicas Veterinárias. Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, PR. Contato principal para correspondência

³ Professor Doutor do Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP – Jaboticabal, SP

⁴ Doutorando em Cirurgia Veterinária. Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP – Jaboticabal, SP

⁵ Professor(a) Doutor(a) do Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP – Jaboticabal, SP

rupture of ligaments are involved in the pathophysiology of the disease. The diagnosis can be performed with the aid of lateral X-rays with the DV region craniocervical in neutral position. Clinical treatment is the primary choice and makes the use of cervical collar for three months confinement and corticosteroids. Exception to this treatment are patients with severe clinical presentation or refractory to conservative treatment in these cases is indicated surgery to stabilize through the ventral or dorsal approaches. It was observed that the ventral surgical techniques have higher success rates and lower recurrence of relapse, however, surgical stabilization remains a challenge due to high rate of intraoperative complications and death.

Keywords: atlantoaxial subluxation, cervical myelopathy, pathophysiology, dog.

INESTABILIDAD ATLANTOAXIAL EN PERROS: FISIOPATOLOGÍA, ENFOQUES CLÍNICO-QUIRÚRGICOS Y PRONÓSTICO

RESUMEN

La inestabilidad de la articulación atlantoaxial es una condición común entre los perros de raza pequeña, y los signos clínicos se desarrollan bajo dos años de edad, son por lo general progresiva y el paciente hiperestesia cervical, ataxia propioceptiva, y en casos severos tetraplejía. La inestabilidad puede generar eje dorsal subluxación en relación con el atlas, lo que lleva a una lesión de la médula espinal en los diferentes niveles. Anomalías congénitas, tales como ausencia o hipoplasia de la apófisis odontoides y ligamentos, o traumática, tales como fracturas de la apófisis odontoides y la rotura de los ligamentos están implicados en la fisiopatología de la enfermedad. El diagnóstico se puede realizar con la ayuda de los rayos X en la región lateral VD craneocervical en posición de punto muerto. El tratamiento clínico es la elección primaria y hace que el uso del collarín cervical durante tres meses de confinamiento y corticosteroides. Excepción a este tratamiento son los pacientes con presentación clínica grave o refractario al tratamiento conservador en estos casos la cirugía está indicada para estabilizar a través de los enfoques ventral o dorsal. Se observó que las técnicas quirúrgicas ventrales tienen mayores tasas de éxito y menor recurrencia de recaídas, sin embargo, la estabilización quirúrgica sigue siendo un desafío debido a la alta tasa de complicaciones intraoperatorias y muertes.

Palabras clave: atlas y subluxación, mielopatía cervical, fisiopatología, perro.

INTRODUÇÃO

A subluxação atlantoaxial é referida como uma instabilidade da articulação entre a primeira e a segunda vértebra cervical e conduz ao deslocamento dorsal do axis em relação ao atlas podendo ocasionar lesões traumáticas da medula espinal tais como à concussão e compressão (1,2). É mais comum entre cães de raça de pequeno porte como o Poodle *toy* e miniatura, Yorkshire Terrier, Chihuahua, Pequinês e o Lulu da Pomerânia (2-4). Esta condição é secundária as anormalidades congênitas e de desenvolvimento do atlas e axis (ósseo ou ligamentar) ou injúria traumática da articulação, ou uma combinação de ambos (1,5).

Os cães afetados geralmente desenvolvem sinais clínicos nos primeiros dois anos de vida, em 52% a 70% dos pacientes, sendo o início com menos de um ano de idade. Não há predileção pelo sexo (2).

Lesões agudas ou crônicas na medula espinal cervical são as principais consequências da instabilidade atlantoaxial em cães (4,6). Os sinais clínicos associados variam com a

gravidade da injúria medular, desde dor cervical à tetraplegia, e em compressões medulares graves o paciente pode vir a óbito devido à parada respiratória (3,4,7).

O tratamento cirúrgico bem como métodos conservativos tem sido descritos em literatura. Tratamentos não cirúrgicos são indicados em casos agudos e para pacientes com dor cervical e alterações neurológicas mínimas. Indica-se a estabilização com colar cervical, administração de agentes antiinflamatórios e analgésicos e confinamento em canil com espaço limitado (8,9). Pacientes não responsivos ou com piora do quadro neurológico ao tratamento conservativo, assim como pacientes com déficits neurológicos severos são candidatos à estabilização cirúrgica (10).

As técnicas cirúrgicas para estabilização são divididas em abordagens dorsais ou ventrais. Procedimentos para estabilização dorsal dependem principalmente da formação de fibrose após a estabilização com sutura protética, fios ortopédicos, ligamento nugal ou afastadores especialmente concebidos (1, 4, 8,11-14). As várias técnicas de fixação ventral envolvem a colocação de parafuso com efeito auto compressivo (*lag*) ou pinos transarticulares, utilização de pino ou parafusos com ou sem cimento ósseo e fixação com placas (7,10,14-19). Além disso, a estabilização ventral permite a remoção do processo odontóide e a incorporação de um enxerto ósseo esponjoso entre as facetas articulares a fim de maximizar a geração da artrodese atlantoaxial (6, 10,16,19).

O prognóstico para animais com subluxação atlantoaxial varia dependendo da cronicidade e da gravidade da lesão medular (5). De modo geral, em longo prazo, o resultado é de bom a excelente para os animais tratados clinicamente que apresentem dor ou déficits neurológicos leves a moderados e sinais clínicos com menos de 30 dias de progressão (20).

Devido à importância da instabilidade atlantoaxial em cães, o presente trabalho teve por objetivos discorrer sobre a fisiopatologia, os diversos tipos de tratamentos clínico-cirúrgicos a fim de se obter os melhores resultados e prognóstico para cada apresentação clínica desta afecção.

Anatomia Cirúrgica da Articulação Atlantoaxial

De acordo com Seim III (21) há peculiaridades anatômicas do atlas e axis com importância cirúrgica no tratamento da instabilidade atlantoaxial. O atlas apresenta o arco dorsal (lâmina) fino, ausência de processo espinhoso e corpo vertebral, tendo apenas uma fina fôvea ventral. Portanto, esses locais são frágeis e pouco recomendados para inserção de implantes isoladamente para estabilização.

O ponto de referência cirúrgica ventral constitui dos processos transversos do atlas, e dorsalmente o processo espinhoso do axis. O axis apresenta corpo vertebral cranial fino, com pouca força para inserção de implantes, entretanto em sua porção caudal possui bom aporte ósseo. Os processos articulares atlantoaxial representam boa base estrutural para inserção de implantes ventrais e é, também, usado para avaliar a redução anatômica (21).

O atlas apresenta os forames transversos que são pequenos canais passando obliquamente dentro do processo transversos, e o forame vertebral lateral que atravessa a porção craniodorsal do arco vertebral. A fossa atlantal representa depressões ventrais nas asas onde a veia e artéria vertebral passam. A veia se estende dentro do forame transversos caudalmente e se anastomosa com a veia jugular interna na fossa condilar ventral rostralmente. Uma ramificação venosa percorre dorsalmente dentro do dente, cranial na asa, formando o plexo venoso vertebral externo. A artéria vertebral entra no canal vertebral dentro do forame vertebral lateral, após primeiro ter corrido dentro do forame transversos do atlas (22).

Fisiopatogenia da Subluxação Atlantoaxial

A subluxação atlantoaxial foi primeiramente relatada em cães no ano de 1967 (23). Desde esta época, deformidade severa de origem congênita e de desenvolvimento da articulação atlantoaxial tem sido documentada como causa de instabilidade da coluna vertebral, predispondo a subluxação atlantoaxial, particularmente em cães jovens de raças pequenas (22).

Esta afecção é resultante de anormalidades ósseas e ligamentares entre o atlas e o axis (22). Na instabilidade atlantoaxial as alterações mais frequentemente presentes estão associadas com o processo odontóide como agenesia ou hipoplasia, angulação dorsal e fratura, avulsão ou não união do processo odontóide com o axis (2, 5, 9,24). A instabilidade articular atlantoaxial pode ocasionar uma concussão e compressão da medula espinhal cervical, resultantes do deslocamento do dente do axis (subluxação) para o interior do canal vertebral (22). Isto resultará em edema e inflamação da medula espinhal o qual pode estender-se cranialmente para o tronco cerebral (5).

A patogênese das malformações do desenvolvimento permanece incerta (1). O atlas de um cão adulto se desenvolve a partir de três elementos ósseos, e o axis de sete (5,9,22). O processo odontóide é derivado do centro de ossificação do axis referido como “centro 1”. Muitos cães também apresentam um centro de ossificação pequeno chamado de centro do proatlas que forma um pequeno apêndice ao processo odontóide. Este funde-se com o centro de ossificação do “centro 1” com três a quatro meses de idade (5, 25). Um centro do proatlas não unido pode ser erroneamente interpretado ao exame radiográfico como fratura do dente (5).

A ossificação é primeiramente vista no “centro 1” com três semanas de idade (9,25). Se o “centro 1” falhar no desenvolvimento, a porção cranial inteira do corpo do axis que articula com o atlas ficará ausente, não apenas o processo odontóide (25).

Não está claro se a ausência do processo odontóide é sempre devido a uma ausência congênita de um centro de ossificação ou se pode ser devido a uma necrose isquêmica em algumas raças de cães (5). De acordo com Vitte & Braund (1) e DeLahunta & Glass (25), é mais provável que o processo odontóide, que está presente ao nascimento, sofra uma degeneração progressiva relacionada à isquemia vascular podendo levar a reabsorção de pelo menos parte deste no período pós-nascimento e resultar em displasia do processo odontóide e posterior subluxação atlantoaxial (1,25). A patogênese da doença pode estar relacionada ao desenvolvimento prematuro de hormônios sexuais em cães de raças *toy* e miniatura (25).

A aparência e o tempo de fusão destes elementos em ambos os ossos varia mesmo dentro de ninhadas. A fusão de todas as placas de crescimento do axis progride de 30 a 396 dias após o nascimento (22).

A articulação atlantoaxial se movimenta até o limite de flexão quando a cabeça é forçada ventralmente, forças adicionais promovem estresse da articulação (9). Isto poderá resultar em estiramento ou ruptura dos ligamentos atlantoaxial dorsal, alares, transversos ou apical, ou fratura do dente, processo espinhoso ou da porção rostral do corpo do axis, ou a combinação de ambos, e com isso ocasionar subluxação atlantoaxial devido à instabilidade articular (9).

Uma força considerável é requerida para propiciar esta injúria em cães normais, entretanto, cães com anomalias congênitas graves ou do desenvolvimento são predispostos a estas alterações apenas por um trauma mínimo, causando falhas no mecanismo de suporte da articulação atlantoaxial (9,22,24).

Na maioria dos cães com subluxação atlantoaxial, o processo odontóide estará ausente ou hipoplásico em 46%, mal formado em 30% e normal em 24% dos casos (24). Em cães com processo odontóide normal ou com uma má formação, a anomalia do ligamento transversos do atlas pode produzir uma subluxação da articulação. Este se agrava quando o processo

odontóide tende a sobressair dentro do canal medular (24). O grau de deslocamento e impacto neural depende do grau de flacidez da articulação atlantoaxial e pode ser mais grave se os dentes estiverem intactos (2).

A subluxação atlantoaxial também pode ocorrer em cães em associação com má formação occipitoatlantoaxial (1). Podem estar presentes deformidades congênicas da coluna cervical superior que se caracteriza pela ausência dos côndilos occipitais com a fusão do atlas com o occipital e/ou hipoplasia do atlas, axis e dente. As articulações atlantooccipital e atlantoaxial são consideradas como um complexo único em ambos os fundamentos anatômicos e biomecânicos. Fusão da articulação atlantooccipital pode exacerbar a instabilidade da articulação atlantoaxial e dificultar o tratamento cirúrgico (1). As duas primeiras vértebras cervicais também podem estar anormais em seu formato e tamanho (2).

Fraturas do corpo do axis levam a um desprendimento do processo odontóide em direção ao atlas, entretanto comumente causa menos trauma medular do que na presença de ruptura dos ligamentos atlantoaxial (9).

Sinais Clínicos

A subluxação atlantoaxial é causa frequente de mielopatia cervical em 53 a 77% dos cães das raças *toy* (5,8,24). Cães de raças pequenas incluindo Yorkshire Terrier, Chihuahua, Poodle miniatura e Pequines são mais comumente afetados por anormalidades congênicas e de desenvolvimento que predispõe a subluxação atlantoaxial devido à instabilidade (22). Embora rara esta afecção foi descrita, em cães de grande porte, incluindo o Rottweiler, Doberman Pinscher, Pastor Alemão e Poodle gigante (2, 26).

A instabilidade não está, obrigatoriamente, associada com sinais clínicos (9). A severidade do mesmo dependerá do grau de injúria por concussão e compressão à medula espinhal após uma subluxação (22).

Ao exame neurológico, o paciente apresentará alterações compatíveis com mielopatia do segmento medular cervical C1-C5, com hiperreflexia nos membros pélvicos e torácicos, presença de reflexo cutâneo do tronco, ausência de alterações de nervos cranianos, exceto em lesões concomitantes da medula oblonga e ainda presença, porém rara, de Síndrome de Horner (1,2,5,22).

A disfunção ambulatoria está presente na maioria dos casos e, de acordo com o grau de lesão medular, apresenta-se desde ataxia proprioceptiva (observada em 56% dos casos) à tetraplegia (em aproximadamente 10% dos casos) (2,24,26). Dor cervical está presente em 30 a 60% dos cães com alterações congênicas (9,22,24).

Os sinais clínicos possuem progressão variada, podendo ter início agudo ou crônico, e evolução intermitente ou progressiva (5). As alterações neurológicas medulares podem ser assimétricas, e comumente os sinais clínicos apresentam-se piores nos membros pélvicos (22).

Sinais clínicos graves podem estar presentes em alguns cães mesmo na ausência notável de compressão medular; nestes casos, o uso da ressonância magnética pode sugerir anormalidades do parênquima medular, incluindo hemorragia (27). O edema e hemorragia podem ser devido a trauma grave na medula espinhal cervical que se estendem para a medula oblonga caudal resultando em déficits de nervos cranianos (1). Anormalidades da postura como rigidez do pescoço, podem ser vista em cães devido a uma seringohidromielia concomitante (22).

Na instabilidade atlantoaxial os sinais clínicos são exacerbados após flexão do pescoço, pois o processo odontóide comprime cada vez mais a medula espinhal. Em casos graves sinais clínicos de lesão da medula oblonga caudal, como hipoventilação e sinais vestibulares estão presentes, e paralisia respiratória e morte súbita pode ocorrer posteriormente (2,5).

Os sinais neurológicos podem ser inespecíficos quando a instabilidade atlantoaxial se apresentar associada às anomalias encefálicas e, nestes casos, devem ser avaliados com cuidado a fim de diagnóstico. Estudos relatam hidrocefalia em cães com subluxação atlantoaxial, o que pode culminar com sinais relacionados ao córtex cerebral. A hidrocefalia também pode acompanhar a siringohidromielia. Outra possível explicação para os sinais de córtex cerebral em cães com subluxação atlantoaxial é a encefalopatia hepática que se apresenta em cães de raça *toy*, e foi relatada em 2 de 6 cães que se submeteram a cirurgia para correção de subluxação atlantoaxial (24).

Sinais neurológicos compatíveis com alteração cortical, tais como incoordenação junto com déficits vestibulares, também são associados com a compressão da artéria basilar causada pelo processo odontóide, o que restringe o fluxo sanguíneo nessas regiões. Os sinais tendem a se resolver após o tratamento clínico-cirúrgico (24).

Diagnóstico

O diagnóstico da subluxação atlantoaxial é baseado no histórico, sinais clínicos e neurológicos, além dos exames de imagem (9). Podem ser encontradas apresentações clínicas de origem traumática, congênita ou ambas. A forma traumática pode ocorrer em cães independentemente da raça, idade ou porte. Entretanto, a forma congênita, quase que exclusivamente, afeta cães de raças *toy*, com menos de 1 ano de idade, mas pode apresentar-se ao longo da vida (9). Os cães apresentam histórico de trauma em muitos casos, mas a magnitude do mesmo é muito menor na forma congênita e relacionadas a atividades cotidianas, como pular da cadeira (9).

Os sinais clínicos são variados de acordo com o tipo de lesão, mas ao exame neurológico, a localização da lesão sempre irá evidenciar alteração no segmento medular C1-C5. Não se deve flexionar o pescoço de um paciente com suspeita de subluxação atlantoaxial, pois os sinais neurológicos podem se agravar (24).

Radiografias cervicais laterais bem posicionadas frequentemente fornecem um diagnóstico definitivo de subluxação atlantoaxial (9). Estas evidenciam fratura ou um deslocamento anormal dorsal e cranial do axis em relação ao atlas com aumento da distância entre o processo espinhoso do axis e o arco dorsal do atlas e anormalidades do dente (2,5,9,24). O atlas também pode estar anormalmente curto. Se a instabilidade não for evidente com o pescoço em posição neutra, este pode ser ligeiramente flexionado, de preferência utilizando-se da fluoroscopia para minimizar o grau de flexão necessária para identificar instabilidade (2, 5, 9,24).

A projeção lateral é a mais útil, mas as anormalidades do dente são melhores observadas nas projeções ventrodorsais e oblíquas, pois o processo transversal do atlas não sobrepõe ao processo odontóide (2, 5, 9,24).

Nos pacientes com fratura traumática do processo odontóide, um deslocamento craniodorsal do axis sugestivo de subluxação atlantoaxial pode estar evidente nas radiografias, entretanto, a linha de fratura pode não ser tão facilmente visibilizada na projeção lateral (8).

Em alguns casos, as radiografias não evidenciam alteração atlantoaxial e, quando tomados isoladamente, não demonstram o grau de compressão neural (2,8). Imagens adicionais são recomendadas em cães suspeitos de instabilidade atlantoaxial para avaliar o grau de compressão da medula espinhal e determinar se outros distúrbios da junção craniocervical e encefálica estão presentes (2).

A mielografia não é um exame indicado para diagnóstico, apesar de avaliar o grau de compressão da medula espinhal, pois não permite a avaliação do parênquima e tem o risco relacionado à deterioração neurológica, convulsões e parada respiratória pós-exame (2,24). Adicionalmente, não se deve realizar punção na cisterna magna para coleta do líquido

cefalorraquidiano (LCR) ou para realização da mielografia. Se estritamente necessário, realizar a punção lombar, pois devido alterações anatômicas presentes nesta afecção há um risco elevado de lesão à medula oblonga (24). A coleta do LCR é recomendada nos casos em que o diagnóstico não é evidente nas imagens, especialmente em cães de raças tipicamente propensos à doença inflamatória do sistema nervoso central (5).

Embora se disponha de técnicas muito mais simples como radiografias para avaliar a instabilidade atlantoaxial, técnicas adicionais de diagnóstico por imagem contribuem sobremaneira para uma avaliação pré-operatória efetiva (24). A tomografia computadorizada (TC) proporciona uma imagem excelente das partes ósseas que auxilia no planejamento da intervenção cirúrgica. Se anomalias congênicas múltiplas e doenças concomitantes como doença do disco intervertebral estiverem presentes, a TC será útil para excluir ou confirmar outros diagnósticos diferenciais (5). Este exame também revela estruturas anormais do processo odontóide, observadas em mais de 70% dos cães (24).

A ausência desses potenciais efeitos colaterais e melhor avaliação de estruturas neurais fornecida com a ressonância magnética (RM) torna esta uma modalidade de imagem ideal para cães com instabilidade atlantoaxial associados com sinais clínicos de doença encefálica (2,5,24). A RM pode ser utilizada para avaliar as vértebras e identificar compressão da medula espinhal (27). Esta também revela a extensão da lesão do parênquima medular e encefálico (5). Além disso, a RM é útil para excluir a presença de doenças concomitantes com sinais clínicos para uma mesma região, e para identificar doenças subjacentes (siringohidromielia) que podem influenciar no prognóstico da mielopatia em longo prazo (5,24). Hemorragia medular intraaxial secundária à subluxação atlantoaxial foi diagnosticada em um cão através do exame de RM (27).

Diagnóstico diferencial

Diagnósticos diferenciais para cães de raças pequenas que apresentam sinais de lesão cervical incluem diversas afecções. As mais prováveis estão relacionadas às doenças inflamatórias e infecciosas do sistema nervoso central como meningoencefalites, meningomielites e meningoencefalomielites (5,22,24). A doença do disco intervertebral cervical é mais comum em cães de idade avançada e rara em cães com menos de 2 anos de idade. A discospondilite e fraturas cervicais podem estar presentes em qualquer idade (5,24). Outras anomalias crânio-espinhais (por exemplo, siringohidromielia, síndrome de Chiari, sobreposição atlantooccipital, malformação occipitoatlantoaxial, compressão dorsal craniocervical) e neoplasias da coluna cervical ou cerebrais podem estar presentes (5,24). O diagnóstico de instabilidade na articulação atlantoaxial deve ser considerado um achado clinicamente relevante e tratado rapidamente (5).

Tratamento

A instabilidade traumática ou congênita pode ser tratada tanto de modo conservativo como cirúrgico (2, 5, 9,24). Ambos os tratamentos possuem resultados favoráveis (8).

Tratamento Conservativo

O tratamento conservativo é recomendado para cães com déficits neurológicos leves, sinais clínicos com início agudo, cães com imaturidade vertebral, e aqueles para os quais as restrições financeiras não incluem a cirurgia como uma opção (2). O objetivo do tratamento conservativo é imobilizar a articulação atlantoaxial gerando uma fusão por meio de fibrose ou formação de calo ósseo nos casos associados com fratura. Este processo é resultado da rigidez

da articulação enquanto as estruturas ligamentares cicatrizam (2,8,22). Segundo Cerda-Gonzalez & Dewey (2), a taxa de sucesso do tratamento conservativo varia de 50% a 63%.

O tratamento consiste em confinamento em canil por seis a doze semanas, utilização de analgésicos (cloridrato de tramadol 3 mg/kg TID), antiinflamatórios (meloxicam 0,1 mg/kg SID) e colar cervical rígido (2,5,22,24). O movimento da cabeça e do pescoço é restringido por um colar cervical confeccionado com materiais para tala com um suporte rígido (9). A bandagem deve ser realizada com a coluna rígida e estendida, e delimitada entre o limite caudal à mandíbula até os ombros e região do processo xifóide (8,20). Caso a bandagem não esteja o mais cranial possível do pescoço, um estresse pode ser gerado na articulação atlantoaxial. Se a bandagem for realizada muito caudal, sem um suporte adequado na porção cranial, ocorrerá redução no movimento da porção média e caudal da coluna cervical gerando um aumento do movimento de estresse na região atlantoaxial, o qual não é desejado (8).

Poderá haver complicações com bandagens muito apertadas na região cervical alta, a maioria com potencial de compressão das vias aéreas, ou dano venoso, e desenvolvimento de edema de face, especialmente no espaço intermandibular (8). Outras complicações associadas à tala são úlcera de córnea, migração da tala, dermatite, úlcera de decúbito, hipertermia, anorexia, otite externa, acúmulo de restos de alimentos entre a tala e a mandíbula (22).

O corticóide é empregado apenas no trauma medular agudo, dentro das primeiras 8 horas após o trauma, mas seu uso ainda é controverso apesar de extensa pesquisa clínica (28). Os mecanismos propostos para o uso de corticosteróides incluem efeitos anti-radicais livres, antiinflamatórios e melhora no fluxo de sangue regional, apenas no uso de succinato sódico de metilprednisolona (SSMP). A principal propriedade neuroprotetora do SSMP parece ser seu efeito anti-radicais livres. Outros corticosteróides (por exemplo, prednisona e dexametasona) não possuem essa propriedade e é improvável que tenham qualquer efeito benéfico no tratamento (28). Nenhum estudo demonstrou efeito benéfico dos corticoides na melhora da função motora. Dado o potencial para efeitos secundários adversos, tais como a ulceração gastrointestinal, imunossupressão e comprometimento da perfusão renal em pacientes com hipovolemia, a administração rotineira de corticosteróides (incluindo SSMP) não é recomendada (28).

Como o tratamento conservativo se baseia em resultado em longo prazo, os proprietários devem ser alertados em proteger seus cães de trauma, indefinitivamente (9).

Devido a este tipo de tratamento não permitir a fusão articular direta e nem o realinhamento das vértebras cervicais, pode ocorrer um aumento contínuo ou recorrente de lesões às estruturas neurais (2). Animais com menos de seis meses de idade indica-se a terapia conservadora, se possível, para permitir uma completa mineralização dos ossos e fechamento das fises vertebrais, antes de se tentar a estabilização cirúrgica (5).

Havig et al. (20) avaliaram os resultados a longo prazo no tratamento conservativo em 19 cães com subluxação atlantoaxial utilizando colar cervical. Neste estudo, observou-se que cães apresentando duração média de sinais clínicos menor ou igual há 30 dias antes do início do tratamento conservativo foram significativamente mais propensos a ter um bom resultado a longo prazo em comparação com os cães afetados com mais de 30 dias. Adicionalmente, o grau neurológico na admissão, o aspecto radiográfico do processo odontóide, bem como a idade de início dos sinais clínicos não foram correlacionados com sucesso nos resultados clínicos (20).

Tratamento Cirúrgico

O tratamento cirúrgico é indicado para cães que apresentam sinais neurológicos crônicos progressivos, agudos graves ou irresponsivos ao tratamento conservativo, mas com maturidade vertebral (2,9,24). Entretanto, Platt & Da Costa (22) recomendam o tratamento

cirúrgico para todos os cães com subluxação atlantoaxial a fim de gerar fusão permanente e redução das chances de recidiva.

Várias opções cirúrgicas foram descritas objetivando a descompressão medular e o realinhamento e estabilização vertebral (24). A descompressão pode ser realizada pelo acesso dorsal, através da hemilaminectomia do axis, ou ventral, pela remoção do processo odontóide. A descompressão dorsal é raramente recomendada, pois compromete a estabilidade e o sucesso das estabilizações dorsal. A descompressão ventral também compromete a porção cranial do corpo do axis e deve ser evitada. Como a redução anatômica com fixação apropriada resulta em descompressão, as técnicas descompressivas diretas são raramente utilizadas (9).

As técnicas cirúrgicas de estabilização da articulação atlantoaxial podem ser realizadas pelo acesso ventral ou dorsal (24). A falta de suporte ósseo e presença de estruturas importantes próximas às vértebras tornam a fixação dificultosa. Cuidado é essencial para o posicionamento do implante para garantir um resultado satisfatório (9).

Estabilização dorsal

O acesso dorsal permite redução da subluxação e fixação da lâmina dorsal do axis ao processo espinhoso de atlas. Os procedimentos cirúrgicos utilizados para fixação dorsal incluem a utilização de cerclagem, cerclagem e cimento ósseo, material de sutura, porção do ligamento nugal, retrator metálico e pinos (21,22).

Técnicas dorsais promovem descompressão, redução e estabilização da articulação atlantoaxial. É preferível para cães leves (peso inferior a 2 kg) que não permitem a utilização de implantes metálicos ventrais pelo tamanho reduzido da vértebra ou, para cães cuja fixação ventral inicial falhou. Está contra indicada quando há um desvio dorsal do processo odontóide comprimindo a medula espinhal (21,22).

A fixação depende da formação de tecido fibroso para uma boa imobilização (22). Geralmente, a fusão óssea não é realizada, pois as técnicas dorsais utilizadas não resistem aos movimentos em outras direções além da flexão. Devido à mobilidade, pode ocorrer falha do material de fixação e possível recorrência dos sinais clínicos (22).

O procedimento dorsal apresenta taxa de insucesso de 39 a 46% (2). A principal desvantagem é a incapacidade de realizar fusão diretamente, o que poderia ocasionar maior susceptibilidade de falha do implante, conduzindo a uma relaxação da articulação atlantoaxial. Desvantagens adicionais incluem aumento do risco de trauma da medula espinhal durante a colocação do implante, falha do implante por fratura do arco do atlas, processo espinhoso ou realinhamento inadequado da articulação atlantoaxial (2).

Sutura dos tecidos moles com fio inabsorvível

Os pacientes com instabilidade atlantoaxial são um desafio cirúrgico devido ao tamanho restrito e tecido ósseo frágil, podendo haver falha de implantes (21, 22, 29). Sánchez-Masian et al. (29) descreveram uma técnica para a estabilização dorsal utilizada em cães com menos de 2 kg.

O procedimento cirúrgico baseia-se na incisão da pele na linha média dorsal desde a protuberância do occipital à terceira vértebra cervical, ato contínuo, os músculos paraespinhais são separados através da utilização de afastador autoestático, mas sem a exposição do processo espinhoso do axis. A origem do músculo *obliquus capitis caudalis* no axis é transpassada por meio de fio de nylon e inserida no músculo *obliquus capitis cranialis* no occipital do lado oposto. O procedimento deve ser repetido no lado contralateral do processo dorsal do axis. A subluxação é reduzida cuidadosamente forçando o axis na direção

ventral e caudal. A estabilização é completada quando o nó de ambas as suturas são serrados próximo ao occipital. Duplas suturas devem ser colocadas bilateralmente para assegurar a estabilização. A musculatura paravertebral é aproximada por aposição simples e fechamento do subcutâneo e pele realizado como de rotina (29). Todos os pacientes receberam colar cervical por um período de duas a quatro semanas.

Nesta técnica, o acesso é de fácil execução e o local da inserção das suturas não apresenta risco potencial de lesão direta à medula espinhal. Entretanto, como a fusão da articulação atlantoaxial não é alcançada, falha no material da fixação pode ser associada com subsequente subluxação (29). Um bom sucesso foi alcançado com a técnica (12 em 15 cães), entretanto dois casos necessitaram de uma segunda intervenção cirúrgica (29).

Cerclagem Atlantoaxial

O acesso dorsal deve ser realizado segundo técnica descrita por Sharp & Wheeler (24) com exposição das margens craniais e caudais do arco do atlas e discreta abertura do canal vertebral para passagem do implante. Duas perfurações são realizadas no processo espinhoso do axis. A redução da luxação é realizada por meio de leve deslocamento do axis ventralmente. Em seguida, um fio de cerclagem dobrado ao meio é passado abaixo do arco dorsal do atlas caudocranialmente e retraído através do espaço atlanto-occipital, retornando ao axis. Esta manipulação pode gerar um trauma iatrogênico a medula espinhal pela manipulação do implante. A dobra do fio de cerclagem é cortada obtendo duas pontas livres, e cada extremidade é passada através da perfuração do axis, e fixadas aos pares. Modificações da técnica podem ser realizadas utilizando fio não metálico e não absorvível (8,22,24).

A colocação de cerclagem dorsal tem uma elevada proporção de fracassos, e muitas vezes pode ser útil reforça-la com cimento ósseo (24). Complicações pós-operatórias como colapso ou laceração óssea podem ocorrer, pois o arco dorsal do atlas e o processo espinhoso do axis em cães jovens de raça *toy* apresentam pouca força e resistência (21). Adaptações da técnica a fim de diminuir as complicações propõe a utilização de fio não absorvível multifilamentar ou parte do ligamento nucal ao invés do fio de aço (8). É possível que ocorra redução inadequada da subluxação ou estabilização imprópria, especialmente se usada em conjunto com técnicas descompressivas (21). Micromovimentos contínuos na articulação atlantoaxial podem gerar deiscência por estresse no fio e, adicionalmente, sua colocação imprópria resultar em injúria medular. Pacientes podem vir a óbito por parada respiratória durante a flexão da articulação atlantoaxial que é exigido no momento de passar o material de sutura abaixo do arco dorsal do atlas (8).

Técnica do ligamento nucal

Esta técnica foi relatada por LeCourter et al. (12) para estabilização da subluxação atlantoaxial envolvendo o uso do ligamento nucal para fixar o processo espinhoso do axis com o arco dorsal do atlas. Originalmente foi indicada para cães com alterações congênicas, entretanto também foi relatada para cães de raça grande que possuem subluxação traumática secundária a fratura do axis (12).

O ligamento nucal é exposto desde sua origem no aspecto caudal do processo espinhoso do axis até sua inserção no processo espinhoso da primeira vértebra torácica (T1). Após este é desinseridos caudalmente de T1 e seccionado longitudinalmente. Ambas as bordas livres são trazidas cranialmente e passado através do espaço atlantooccipital e direcionado para o aspecto ventral do arco do atlas, passando de cranial para caudal. As extremidades do ligamento são transpassadas através de uma perfuração criada com uma goiva no processo espinhoso do axis e suturadas entre si (12,22).

O objetivo da cirurgia é eliminar todas as pressões sobre a medula espinhal, para reduzir a subluxação atlantoaxial e imobilizar a articulação atlantoaxial. A técnica de fixação com o ligamento nugal foi originalmente descrita como uma técnica de fixação para cães de raça *toy*. Entretanto o diâmetro do ligamento nugal em algumas raças pequenas é de difícil manuseio. Os autores obtiveram sucesso em três dos quatro casos operados. Falhas foram observadas devido à deiscência das suturas do ligamento nugal (12).

Pino cruzado dorsal

A utilização de pinos ou fio de Kirschner para estabilização dorsal foi descrita inicialmente por Jeffery (8) no tratamento da subluxação atlantoaxial em um Yorkshire terrier com tetraplegia. O cão teve recuperação satisfatória, entretanto, não há pesquisas adicionais com número maior de casos ou acompanhamento em longo prazo a fim de avaliar com precisão o valor desta técnica (8).

De acordo com Sharp & Wheeler (24) é uma técnica mais estável do que a cerclagem dorsal, não implica em risco de traumatismo a medula espinhal, sendo uma técnica de resgate útil para qualquer fracasso de fixação. Uma desvantagem é que a estabilização depende do processo espinhoso frágil do axis. Cuidados são exigidos durante a exposição do processo transversal do atlas para evitar a raiz do nervo da primeira vértebra cervical e a artéria vertebral (22).

Após o realinhamento da articulação, um fio de kirschner de 1 mm é direcionado ventrolateralmente entre cada lado do processo espinhoso do axis, encaixado e penetrado na metade caudal da asa do atlas. A orientação correta do implante pode ser facilitada pela perfuração óssea de pequeno diâmetro e usando um passador de fios ou um instrumento como guia de fio. Os fios são angulados e cortados até deixar 1 cm de excesso na superfície dorsal do processo espinhoso do axis. Os pinos são então incorporados com cimento ósseo (22).

Banda de tensão atlantoaxial de Kishigami

Embora a banda de tensão atlantoaxial de Kishigami (BTAA Kishigami) tenha sido primeiramente descrita em 1984 (13), apenas recentemente foi introduzida e disponível comercialmente (30). A BTAA Kishigami reduz o risco de lesão à medula espinhal quando comparada a outras técnicas dorsais, porque ela se fixa no espaço epidural sem transpassar entre a medula espinhal e o arco dorsal do atlas (22).

Após exposição do atlas e axis pelo acesso dorsal, duas pequenas perfurações são realizadas no processo espinhoso do axis. Uma cerclagem (0,6 a 0,8 mm) é passada na perfuração caudal do axis e ambas as pontas são direcionadas na perfuração proximal e interseccionada entre elas. A fásia dorsal atlanto-occipital do arco do atlas é cuidadosamente incisada em uma largura semelhante à porção cranial do gancho da BTAA Kishigami, o qual é inserido neste espaço (22,30).

O processo espinhoso do axis é empurrado com o objetivo de reduzir a luxação da articulação atlantoaxial. A articulação está reduzida quando o processo espinhoso do axis repousa sobre o arco dorsal do atlas. As pontas dos fios são então retorcidas para fora através dos ganchos na base da BTAA de Kishigami e são dobradas caudalmente. O alinhamento vertebral e a posição são verificados neste ponto, e qualquer flexão persistente é reduzida por ajuste no comprimento do fio. O excesso das pontas dos fios é cortado e os ganchos da base são pressionados para assegurar a redução estável (22,30).

Pujol et al. (30) demonstraram que a técnica é simples e segura. Em seu estudo, a técnica foi associada a resultado bom a excelente em longo prazo em seis de oito cães com subluxação atlantoaxial sendo que nenhum apresentava desvio dorsal do processo odontóide.

Esta técnica é indicada para cães de raças *toy* devido a maior quantidade óssea disponível para inserção de implantes no acesso dorsal em comparação com as abordagens ventral (30).

As complicações pós-operatórias estão relacionadas a má inserção do implante e dos fios de cerclagem, gerando falhas de fixação (13).

Estabilização ventral

As técnicas de estabilização ventral são utilizadas com a finalidade de fundir o atlas com o axis ou para reparação de fraturas (9). Estas foram introduzidas devido às falhas ocasionadas na fixação dorsal e por proporcionar estabilização adequada (8).

A fixação ventral é preferível à dorsal, pois permite a visualização das articulações atlantoaxial, do processo odontóide do axis e da medula espinhal (2). A capacidade de estabilização direta e utilização de enxerto ósseo permite estimular a fusão por longo prazo com menor risco de lesão neural iatrogênica ou reluxação em caso de falha do implante (2).

Se a compressão da medula espinhal for agravada, devido a uma fratura ou não união do processo odontóide do axis, uma odontoidectomia pode ser realizada através deste acesso (2,22).

O osso mais substancial disponível ventralmente permite a escolha de diversas técnicas para fixação dos implantes (9). A fusão da articulação atlantoaxial pode ser realizada utilizando-se fixação transarticular (pinos ou parafusos efeito *lag* com ou sem utilização de cimento ósseo) ou implantes múltiplos (pinos, parafusos, placas e cimento ósseo) com sucesso (2,9,24).

Complicações potenciais associadas com a fixação ventral incluem trauma neurológico iatrogênico, perfuração ou necrose focal da traqueia, pneumonia aspirativa, falha do implante (migração ou quebra), mucocele, paralisia da laringe e síndrome de Horner (2).

Em revisão da literatura atual, foram identificados vários relatos, que em conjunto, descrevem 83 cães que foram tratados para instabilidade atlantoaxial com redução e fixação cirúrgica ventral (4,6,10,17). Resultado positivo, definido como melhora dos sinais clínicos sem recorrência ou necessidade de revisão cirúrgica, foi relatado em 72% dos cães (17).

O acesso cirúrgico à região cervical ventral deve ser realizado de acordo com técnicas descritas (8, 9, 21, 22,24). O aspecto ventral da articulação atlantoaxial é exposto pela desinserção e divisão dos músculos *longus colli* no atlas e a exposição da articulação C1-C2 por capsulotomia (8,9).

Platt et al. (19) descreveram uma técnica simples e com sucesso para redução da subluxação atlantoaxial de modo a reduzir possíveis lesões iatrogênicas durante esse processo. Inicia-se pela inserção de parafuso ósseo cortical de 1,5mm na porção caudal do corpo de C2 e, se necessário, um parafuso adicional na porção cranial. Estes parafusos servirão como ponto de apoio para fios ortopédicos que serão passados em torno da cabeça do parafuso. O fio é tracionado em direção caudoventral elevando o corpo do axis ventralmente a fim de manter o alinhamento vertebral apropriado enquanto o implante é inserido. Este método possui a finalidade de proteger a medula espinhal de repetidas concussões (19).

Forterre et al. (31) descreveram um método de redução indireta baseada na distração óssea e muscular que permitiu fácil redução atlantoaxial. Em cinco cães de raça miniatura com subluxação atlantoaxial foi realizado distração e alinhamento das vértebras através da utilização de mini afastadores de Gelpi inseridos ao longo do plano sagital, entre a articulação atlanto occipital e cranial a C3 (após realização de fenestração do espaço C2-C3 e mini slot). Neste estudo obteve sucesso em todos os casos, podendo ser uma técnica auxiliar na exposição da região atlantoaxial (31).

A cápsula articular pode ser incisada e a cartilagem articular escarificada de ambas as superfícies caudais das placas terminais. Isto estimula a fusão articular, que é o objetivo

primário a longo prazo da fixação, podendo este ser auxiliado pelo uso de enxerto ósseo esponjoso obtido do úmero proximal (2,22).

Outras técnicas descritas visam estabilizar o corpo vertebral do axis temporariamente com um micro afastador de Halsted posicionado no meio da seção lateral do corpo. Manter o osso estabilizado pela inserção de um instrumento entre C1 e C2 no espaço intervertebral é outra opção, porém perigosa devido ao risco de trauma medular (22).

De acordo com Jeffery (8) e Shires (9) a redução da subluxação pode ser obtida pelo simples posicionamento do animal em decúbito dorsal ou auxiliada por pinças ósseas de redução.

Pinos ou Parafusos com efeito lag transarticular

Para a fixação de pinos transarticular entre o atlas e o axis, uma abordagem ventral deve ser realizada, como de padrão, a fim de expor a região articular. Dois pinos são necessários para alcançar a estabilização desejada, sendo um pino em cada superfície articular (16). O ângulo ideal para inserção dos pinos e o comprimento foi descrita por Revés et al. (32). O ângulo de inserção ideal seria de 40° lateralmente a partir da linha média dorsal e 20° dorsal ao canal neural em um plano sagital, pois resulta na máxima aquisição óssea. A largura do corredor varia de 3 a 5 mm e a média de comprimento do corredor é de 7 mm. Estes ângulos foram mensurados a partir de cães normais, entretanto, na instabilidade atlantoaxial como há má formação nesta região, estes ângulos podem variar (32).

Na prática, um ângulo ótimo para inserção do pino é obtido pelo direcionamento de cada pino do centro do corpo ventral do axis para o centro de cada articulação atlantoaxial, levemente inserido do axis medial para a fissura alar e mantendo a ponta do pino tão longe ventralmente possível (9,22). O enxerto ósseo esponjoso é coletado do úmero proximal e adicionado dentro e em torno da articulação (9). A modificação da técnica utiliza parafusos efeito *lag* ao invés de pinos. Uma vez que a vértebra está alinhada e temporariamente segura pelo método previamente mencionado, uma perfuração de 1,5mm para um parafuso de 1,5mm deve ser realizada no aspecto cranial de C2, iniciando de um lado do corpo vertebral apenas entre a parede óssea cranial. Subsequente, a perfuração para o parafuso de C1 é realizada usando uma broca de 1,1mm; a broca é direcionada craniolateralmente, aproximadamente em um ângulo de 30° da linha média para assegurar uma grande porção de osso lateral do atlas. A perfuração é machedada com um macho de 1,5 mm (22).

A colocação de parafuso pode ser prejudicada devido ao pobre acesso para perfuração dos orifícios e a tendência do parafuso em fissurar o tecido ósseo. Dificuldades associadas ao mau posicionamento dos implantes podem ocorrer (como dano a medula espinhal ou vascular), porém o problema mais comum é a migração do pino (8). Para evitar esta sequela, uma modificação da técnica foi descrita utilizando cimento ósseo na extremidade do pino para segurá-lo em sua posição (8).

O ângulo e a profundidade do posicionamento dos implantes são críticos. Para evitar o canal vertebral, artéria vertebral, e o osso fino do atlas, cada pino ou parafuso deve ser previamente mensurado pela radiografia e avaliado cuidadosamente (9). As vantagens mecânicas e o poder de fixação dos pinos de perfil positivo ou parafusos devem ser considerados em pacientes grandes o suficiente para ser utilizados na prática. Parafusos inseridos no ângulo requerido pode ser um desafio na exposição e tamanho dos ossos envolvidos (9).

A taxa de insucesso com a técnica de fixação transarticular é de aproximadamente 30% (22). Além disso, estudos indicam que a fusão é frequentemente atrasada ou incompleta (24).

Quando se utiliza um parafuso inserido com efeito *lag* sozinho em um cão de pequeno porte, o pequeno volume de osso do axis disponível para inserção do parafuso e a área para o

posicionamento do parafuso não permite qualquer erro (3). Isto pode levar a danos iatrogênicos das vértebras, especialmente no osso relativamente macio de um cão imaturo, e uma incapacidade subsequente de fusão da articulação atlantoaxial. O uso alternativo de fios de Kirschner neste procedimento deixa pouco osso de C2 retido no pino, mesmo quando eles estão corretamente colocados e também ocorre frequentemente a migração do implante. A utilização de cimento ósseo não impede a migração do pino devido à pequena interface relativa entre pino-osso. Esta técnica é também difícil por causa da pressão, que deve ser aplicada a partir do perfurador ou no fio de Kirschner no aspecto cranial de C2, que potencialmente se traduz em pressão sobre a medula espinhal. Manter a estabilidade óssea durante esse procedimento usando um instrumento de alavanca inserido dentro da articulação tem sido descrito, mas é muito arriscada (32).

Pinos e cimento ósseo

Fixação com fios de Kirschner ou pinos lisos associados ao cimento ósseo pode ser realizada em C1 e C2 ventralmente. Após a inserção de enxerto ósseo e realinhamento vertebral os pinos são direcionados perpendicularmente nos planos medianos e transversos dentro de cada pedículo do atlas. Pinos são posicionados no corpo caudal do axis em um ângulo de 30° com o plano transversal (22,24). Todos os pinos são cortados um centímetro ventral a superfície óssea e ambas as pontas são dobradas, após, o realinhamento é novamente alcançado para que então cimento ósseo possa ser inserido, recobrimo e unindo todos os pinos. Esse procedimento pode ser associado com pinos transarticulares atlantoaxial (22).

Em relato, Aikawa et al. (33) utilizaram de 6 a 8 pinos de Schanz de perfil positivo associado ao cimento ósseo em 49 cães com instabilidade atlantoaxial. Os dois primeiros pinos são inseridos de maneira transarticular, conforme descrito acima, dois pinos adicionais são inseridos no pedículo do atlas, paralelo ao pino transarticular. O quinto e o sexto pino são inseridos caudal, no corpo do axis. Caso os pinos não tenham ficado rigidamente fixados, recomenda-se a inserção de pinos adicionais no pedículo ou corpo vertebral do axis (33). Um excelente sucesso foi obtido com esta técnica, sendo que 47 cães tornaram-se ambulatórios, apenas um cão não obteve retorno da função locomotora e dois cães vieram a óbito no período perioperatório (33).

Para rafia, o músculo *longus coli* pode ser suturado, mas geralmente isto não é possível devido ao cimento ósseo. A colocação de membrana biológica acima dos implantes de fixação pode auxiliar a cicatrização do músculo e proteger os tecidos locais de aderências fibróticas (22).

Deve-se utilizar o implante com o tamanho maior possível, mas de modo a não gerar fissuras ou fraturas durante a inserção, e estes devem penetrar as duas corticais. Os pinos rosqueados geram maior estabilidade em longo prazo do que os pinos lisos (24). O comprimento do implante e o volume de cimento ósseo devem ser proporcionais ao tamanho do cão. Cuidados devem ser tomados a fim de proteger os tecidos moles do calor gerado pela polimerização, e evitar bordas ásperas que podem lesar os tecidos (24).

Em estudo sobre instabilidade atlantoaxial realizado por Schulz et al. (10) utilizando pinos e cimento ósseo no tratamento de nove cães (seis de origem congênita e três de origem traumática), foi possível observar uma recuperação de boa a excelente em oito pacientes. A dor cervical foi eliminada ou reduzida e nenhum dos cães apresentou déficits neurológicos residuais importantes (10). A artrodese não pôde ser confirmada nas radiografias pós-operatórias, devido à presença do cimento ósseo, no entanto, a estabilização adequada foi alcançada com base na resolução dos sinais clínicos (10).

Pinos, Parafusos e cimento ósseo

A estabilização modificada utilizando pinos, parafusos e cimento ósseo foi descrita por Platt et al. (19). Após acessar a região cervical ventral e expor as superfícies articulares entre o atlas e axis, um parafuso cortical de 1,5mm ou 2,0 mm é colocado na metade caudal do corpo do axis, de modo que a cabeça e uma pequena porção da rosca fiquem expostas, e o comprimento não ultrapasse a cortical trans. Um fio ortopédico deverá envolver a cabeça do parafuso e tracioná-lo caudalmente a fim de manter a redução da luxação e alinhamento do aspecto cranial do corpo do axis. Um segundo parafuso deve ser inserido na metade cranial do corpo vertebral de C2. Enquanto mantém a redução da articulação, a cartilagem articular deve ser escarificada. Após, dois pinos transarticulares devem ser inseridos, conforme descrito em técnica acima. Três parafusos corticais adicionais são fixados no arco ventral do atlas, deixando a cabeça e uma porção de rosca exposta. Enxerto ósseo esponjoso é adicionado no espaço articular e o cimento ósseo é moldado sobre as pontas expostas dos implantes no atlas e axis. O músculo longus colli deve ser aposicionado, se possível, e a rafia dos demais tecidos é realizada de forma rotineira (19).

Migração e fratura dos pinos com perda na redução são as complicações mais comuns da técnica. Isto ocorre com maior potencial, provavelmente devido ao conjunto de movimento residual de flexão exercido sobre o pino, que por sua vez pode sugerir falha de fusão da articulação (19). Danos secundários nas estruturas respiratórias superiores e esôfago, devido à dimensão do cimento ósseo, é uma desvantagem do método de fixação com implantes múltiplos porque uma quantidade relativamente maior de cimento ósseo é necessária, o que pode causar problemas sérios, especialmente em cães miniaturas (19).

Como vantagem da técnica destaca-se a diminuição no potencial de falha completa da fixação, devido à estabilização transarticular e periarticular, e com isso manter estabilidade suficiente, caso um dos métodos venha a falhar. Para Platt et al. (19) os parafusos proporcionam melhor fixação e são menos propensos a migrar quando comparado aos pinos. Em estudo os cães obtiveram melhora clínica 68,4% dos casos (19).

Placa e parafusos

Outra técnica para estabilização atlantoaxial ventral propõe a utilização de placa em formato T ou H (34, 35), e mais recentemente o uso da placa bloqueada em formato borboleta fixada no aspecto ventral do axis e do atlas (9,36).

Placas duplas utilizadas no corpo ventral do atlas e axis são possíveis em cães de porte grande que possuam estrutura óssea suficiente para acomodar as placas. Este método foi realizado em fraturas traumáticas de cães grandes (9). Nesta situação duas pequenas placas de 2mm são colocadas ventralmente entre a linha de fratura. A colocação de parafusos é dificultosa porque o espaço disponível é mínimo (9).

O princípio da utilização de placa sugere inserção de dois parafusos em cada lado da fratura. Quando factível este método provavelmente promoverá mais segurança de fixação (7).

Em estudo Dickomeit et al. (36) utilizaram placas bloqueadas de titânio de 1,5 mm com cinco furos no tratamento de instabilidade atlantoaxial em três cães de raça toy. Um excelente resultado clínico com redução, estabilização e descompressão da medula espinhal e melhora dos sinais neurológicos foram identificadas em todos os três pacientes (36).

A utilização de placa no tratamento de instabilidade atlantoaxial não é comumente descrita devido a fatores limitantes como tipo de placa, tamanho e forma, bem como tipo e tamanho dos parafusos. Falha precoce do implante, com perda da estabilidade atlantoaxial antes da fusão, pode levar a consequências neurológicas catastróficas. A perda de

estabilização, devido ao afrouxamento do parafuso e da placa tem sido uma falha comum deste tipo de implante (36). Por conseguinte, o uso de placas bloqueadas possui a vantagem de ser biomecanicamente mais estável, uma vez que o sistema bloqueado permite que a cabeça do parafuso se encaixe e fixe no orifício da placa, e desta forma, previne a migração do parafuso (36).

Como complicações da técnica têm-se a presença de parte do parafuso no canal medular, lesão iatrogênica da medula espinal, migração e não união da articulação atlantoaxial (36).

Complicações cirúrgicas

As taxas de complicações cirúrgicas são ao redor de 71% na técnica dorsal e 53% com técnica de fixação ventral (22).

A manipulação da articulação pode lesionar a medula espinal no local devido a repetidas concussões, sendo relatada nas técnicas dorsais e ventrais. Dano iatrogênico a medula espinal é também possível como resultado do posicionamento errôneo dos implantes (22-25).

O risco de paralisia laríngea está presente nas técnicas ventrais devido à retração e trauma do nervo laríngeo recorrente (19,22). Adicionalmente, a compressão da traqueia pelo implante ou tração transcirúrgica prolongada foi relatada causando necrose da traqueia e tosse em cães. Muitos desses pacientes podem apresentar outras doenças respiratórias concomitantes como colapso de traqueia ou síndrome braquicefálica (22). Em casos severos, a dispnéia pode ser manejada com traqueostomia temporária. Complicações respiratórias fatais são raras, mas podem ocorrer por trauma ao sistema nervoso central transoperatório. Pneumonia aspirativa foi relatada em cães no pós-operatório (22).

Migração ou fratura do implante pode ocorrer em cirurgias ventrais e dorsais e tende a ser relatada três semanas após a cirurgia, embora seja visto meses após o procedimento com a utilização de fio de Kirschner. Parafuso *lag* transarticular pode também estar sujeito à falha, especialmente durante o procedimento de inserção, devido ao pequeno diâmetro viável de osso do axis e área ideal para posição do parafuso, que não permite qualquer erro (8,22,24).

Posicionamento impróprio do pino com uma quantidade inadequada de osso é a principal causa de migração do pino (8). Isto pode ser um achado incidental após radiografia de exames seriados, ou pode ser aparente após sinais clínicos recorrentes, ou com aparência do implante na superfície da pele. Reparações dorsais feitas com fios podem ser associadas com quebra do implante. Dependendo do tempo pós cirúrgico quando a falha ocorre, outra cirurgia pode não ser necessária, pois a articulação já apresenta fusão óssea (22).

Reparação dorsal utilizando o arco dorsal do atlas pode ocasionar fratura do mesmo devido ao osso fino e imaturo (19). Nas fixações ventrais transarticulares, o aspecto cranioventral do corpo de C2 pode fraturar devido ao implante mal posicionado e imaturidade vertebral (20).

Dores episódicas graves foram relatadas em cães após meses da cirurgia e sempre foi uma razão para eutanásia desses pacientes (19). Isto ocorre como resultado de falha na descompressão medular, realinhamento ou fixação vertebral (22).

Cuidados pós-operatórios

O sucesso dos resultados da cirurgia é satisfatório em curto e longo prazo, mas uma variedade de complicações pode ocorrer desde falha do implante até complicações cardiopulmonares (9).

Os cuidados pós-operatórios são similares em todos os casos requerendo, a princípio, confinamento por quatro semanas seguidas por quatro semanas de restrição de exercícios (9). Avaliações radiográficas das condições dos implantes e para evidência de formação de calo ósseo é realizada por quatro a oito semanas do pós-operatório (9). Projeções dorsoventral e lateral são imperativas para visibilizar o alinhamento articular (22).

Pode ser necessária a utilização de um colar cervical rígido nos cães, no período pós-operatório, a fim de reduzir a movimentação e tensão exercida sobre os implantes cirúrgicos durante a cicatrização óssea (2). Estes cães devem ser avaliados frequentemente a fim de evitar possíveis complicações associadas a utilização do colar como, desconforto respiratório, infecções e feridas na pele, sendo que alguns cães podem ficar relutantes em caminhar ou comer (2). Platt et al. (19) acreditam não ser necessário a utilização pós operatória de colar cervical se uma fixação interna apropriada foi realizada, uma vez que este pode resultar em muitas complicações.

Prednisona ou prednisolona (1mg/kg) podem ser administrados para reduzir o edema medular pós-cirúrgico causado por injúrias à medula espinhal durante o posicionamento ou cirurgia (2). Analgesia com opióides deve ser realizada, pelo menos, nas primeiras 24-48 horas (19).

A monitoração respiratória deve ser prioridade em todos os pacientes nos primeiros dois a três dias; muitos pacientes podem ter problemas respiratórios preexistentes e o estresse da cirurgia pode exacerbar os sintomas (22).

Os proprietários devem ser alertados para utilização de coleiras peitorais ao invés de cervicais e o paciente não deve realizar exercícios com grande impacto pelo resto da vida (22).

Prognóstico

De acordo com Sharp & Wheeler (24), o tratamento conservativo produz resultados excelentes. Em estudo com seis cães de raça *toy*, 100% de retorno à deambulação foram observados (24). Apesar dos excelentes resultados com tratamento não cirúrgico, a preocupação é que qualquer melhora pode ser perdida depois de retirar o colar cervical. Não obstante, pode ser considerada uma alternativa útil para cães muito jovens e de alto risco (5).

Um estudo recente (20) com resultados em longo prazo de cães tratados conservativamente relatou que cães com início agudo dos sinais clínicos e sem histórico prévio de instabilidade atlantoaxial obtiveram um bom resultado em 60% dos casos, independentemente da gravidade da apresentação inicial. Entretanto, cães apresentando sinais clínicos há mais de 30 dias apresentaram prognóstico ruim ao tratamento conservativo em longo prazo (5,20).

A taxa de mortalidade transoperatória associada com fixação atlantoaxial é em torno de 10% a 30%. Os principais fatores para um prognóstico significativamente positivo estão associados à idade da apresentação (menor que 24 meses), duração dos sinais clínicos (menor que 10 meses) e estado neurológico pré-operatório (1,2,20).

O sucesso em longo prazo foi, quando todos os métodos de cirúrgicos dorsais são considerados, bom a excelente em 61% dos cães (22). As taxas de sucesso com técnicas ventrais são boas a excelentes em 47 a 92% dos cães, dependendo do método de escolha (5). O uso de pino transarticular único apresentou taxa de sucessos menores (47%) do que comparado com pinos múltiplos e parafusos e cimento ósseo. Parafusos efeito *lag* sozinhos obtiveram taxa de sucesso de até 90% em um estudo, entretanto demonstrou 40% de sucesso em outro, sem utilização de enxerto ósseo (20,28). O nível de experiência e habilidade do cirurgião na realização da cirurgia na região atlantoaxial é provavelmente uma das influências mais importantes sobre o resultado geral dos pacientes (5).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A patogênese das malformações do desenvolvimento permanece incerta, porém acredita-se que seja devido a uma isquemia vascular levando a reabsorção do processo odontóide.

O tratamento conservativo para subluxação atlantoaxial é indicado como primeira escolha, e, o tratamento cirúrgico, para casos progressivos, sendo a técnica de eleição a estabilização ventral com utilização de implantes múltiplos (pinos transarticular, parafusos e cimento ósseo). Vale salientar que a taxa de sucesso cirúrgico está fortemente correlacionada com a habilidade e experiência do cirurgião.

REFERÊNCIAS

1. Vite CH, Braund KG. Clinical neurology in small animals: localization, diagnosis and treatment. New York: International Veterinary Information Service; 2006.
2. Cerda-Gonzalez S, Dewey CW. Congenital diseases of the craniocervical junction in the dog. *Vet Clin North Am*. 2010;40:121-41.
3. Denny HR, Gibbs C, Waterman A. Atlantoaxial subluxation in the dog: a review of thirty cases and an evaluation of treatment by lag screw fixation. *J Am Anim Hosp Assoc*. 1988;29:37-47.
4. McCarthy RJ, Lewis DD, Hosgood G. Atlantoaxial subluxation in dogs. *Compend Contin Educ Vet*. 1995;17:215-27.
5. Westworth DR, Sturges BK. Congenital spinal malformations in small animals. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*. 2010;40:951-81.
6. Beaver DP, Ellison GW, Lewis DD, Goring RL, Kubilis PS, Barchard C. Risk factors affecting the outcome of surgery for atlantoaxial subluxation in dogs: 46 cases (1978-1998). *J Am Anim Hosp Assoc*. 2000;216:1104-9.
7. Stead AC, Anderson AA, Coughlan A. Bone plating to stabilize atlantoaxial subluxation in four dogs. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*. 1993;34:462-5.
8. Jeffery ND. Cervical spinal surgery. In: Handbook of small animal spinal surgery. London: Saunders; 1995. p.155-62.
9. Shires PK. Condições atlantoaxiais e síndromes da oscilação. In: Slatter D. Manual de cirurgia de pequenos animais. 3a ed. São Paulo: Manole; 2007. p.1173-80.
10. Schulz KS, Waldron DR, Fahie M. Application of ventral pins and polymethylmethacrylate for the management of atlantoaxial instability: results in nine dogs. *Vet Surg*. 1997;26:317-25.
11. Chambers JN, Betts CW, Oliver JE. The use of nonmetallic suture material for stabilization of atlantoaxial subluxation. *J Am Anim Hosp Assoc*. 1977;13:602-2.
12. Lecouteur RA, McKeown D, Johnson J, Eger CE. Stabilization of atlantoaxial subluxation in the dog using the nuchal ligament. *J Am Vet Med Assoc*. 1980;177:1011-7.

13. Kishigami M. Application of an atlantoaxial retractor for atlantoaxial subluxation in the cat and dog. *J Am Anim Hosp Assoc.* 1984;20:413-9.
14. Wheeler SJ. Atlantoaxial subluxation with absence of the dens in a rottweiler. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* 1992;33:90-3.
15. Renegar WR, Stoll SG. The use of methylmethacrylate bone cement in the repair of atlantoaxial subluxation stabilization failures – Case report and discussion. *J Am Anim Hosp Assoc.* 1979;15:313-8.
16. Sorjonen DC, Shires PK. Atlantoaxial instability: a ventral surgical technique for decompression, fixation, and fusion. *Vet Surg.* 1981;10:22-9.
17. Thomas WB, Sorjonen DC, Simpson ST. Surgical management of atlantoaxial subluxation in 23 dogs. *Vet Surg.* 1991;20:409-12.
18. Shores A, Tepper LC. A modified ventral approach to the atlantoaxial junction in the dog. *Vet Surg.* 2007;36:765-70.
19. Platt SR, Chambers JN, Cross A. A modified ventral fixation for surgical management of atlantoaxial subluxation in 19 Dogs. *Vet Surg.* 2004;33:349-54.
20. Havig ME, Cornell KK, Hawthorne JC, McDonnell JJ, Selcer BA. Evaluation of nonsurgical treatment of atlantoaxial subluxation in dogs: 19 cases (1992-2001). *J Am Vet Med Assoc.* 2005;15:257-62.
21. Seim III HB. Cirurgia da coluna cervical. In: Fossum TW. *Cirurgia de pequenos animais.* 2a ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2008. p.1441-7.
22. Platt SR, Da Costa RC. Cervical spine. In: Tobias KM, Johnston SA. *Veterinary surgery-small animal.* Missouri: Elsevier; 2012. p.410-48.
23. Geary JG, Oliver JE, Hoerlein BF. Atlanto axial subluxation in the canine. *J Small Anim Pract.* 1967;8:577-82.
24. Sharp NJH, Wheeler SJ. Atlantoaxial subluxation. In: *Small animal spinal disorders: Diagnosis and surgery.* 2a ed. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2005. p.161-80.
25. DeLahunta A, Glass E. Small animal spinal cord disease. In: *Veterinary neuroanatomy and clinical neurology.* 4a ed. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2009. p.268-9.
26. Stigen O, Aleksandersen M, Sorby R, Jorgensen H J. Acute non-ambulatory tetraparesis with absence of the dens in two large breed dogs: case reports with a radiographic study of relatives. *Acta Vet Scand.* 2013;55:31.
27. Kent M, Eagleson JS, Neravanda D, Schatzberg SJ, Gruenenfelder FI, Platt SR. Intraaxial spinal cord hemorrhage secondary to atlantoaxial subluxation in a dog. *J Am Anim Hosp Assoc.* 2010;46:132-7.
28. Fletcher DJ, Dewey CW. Spinal trauma management. In: Dewey CW. *A practical guide to canine and feline neurology.* 2a ed. Ames: Wiley-Blackwell; 2008. p.405-17.

29. Sánchez-Masian D, Luján-Feliu-Pascual A, Font C, Mascort J. Dorsal stabilization of atlantoaxial subluxation using non-absorbable sutures in toy breed dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol.* 2014;27:62-7.
30. Pujol E, Bouvy B, Omaña M, Fortuny M, Riera L, Pujol P. Use of the kishigami atlantoaxial tension band in eight toy breed dogs with atlantoaxial subluxation. *Vet Surg.* 2010;39:35-42.
31. Forterre F, Vizcaino Revés N, Stahl C, Gendron K, Spreng D. An indirect reduction technique for ventral stabilization of atlantoaxial instability in miniature breed dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol.* 2012;25:332-6.
32. Revés NV, Stahl C, Stoffel M, Bali M, Forterre F. CT Scan based determination of optimal bone corridor for atlantoaxial ventral screw fixation in miniature breed dogs. *Vet Surg.* 2013;42:819-24.
33. Aikawa T, Shibata M, Fujita H. Modified ventral stabilization using positively threaded profile pins and polymethylmethacrylate for atlantoaxial instability in 49 dogs. *Vet Surg.* 2013;42:683-92.
34. Thomas WB, Sorjonen DC, Simpson ST. Surgical management of atlantoaxial subluxation in 23 dogs. *Vet Surg.* 1991;20:409-12.
35. Stead AC, Anderson AA, Coughlan A. Bone plating to stabilize atlantoaxial subluxation in four dogs. *J Small Anim Pract.* 1993;34:462-5.
36. Dickomeit M, Alves L, Pekarkova M, Gorgas D, Forterre F. Use of a 1.5 mm butterfly locking plate for stabilization of atlantoaxial pathology in three toy breed dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol.* 2011;24:246-51.

Recebido em: 31/08/2013

Aceito em: 10/04/2015