

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

João Victor Caixeta Primo

**DESENVOLVIMENTO E PADRONIZAÇÃO DE METODOLOGIA CIRÚRGICA PARA
IMPLANTAÇÃO DE PRÓTESE EM ESPIRAL EXTRALUMINAL DE NITINOL PARA
CORREÇÃO DO COLAPSO TRAQUEAL INTRATORÁCICO: MODELO
EXPERIMENTAL EM CADÁVER CANINO**

Belo Horizonte

2025

João Victor Caixeta Primo

**DESENVOLVIMENTO E PADRONIZAÇÃO DE METODOLOGIA CIRÚRGICA PARA
IMPLANTAÇÃO DE PRÓTESE EM ESPIRAL EXTRALUMINAL DE NITINOL PARA
CORREÇÃO DO COLAPSO TRAQUEAL INTRATORÁCICO: MODELO
EXPERIMENTAL EM CADÁVER CANINO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientadora: Profa. Dra. Patricia Maria Coletto Freitas.

Belo Horizonte

2025

P953d Primo, João Victor Caixeta ,1996-
Desenvolvimento e padronização de metodologia cirúrgica para
implantação de prótese em espiral extraluminal de nitinol para correção do
colapso traqueal intratorácico: modelo experimental em cadáver canino/ João
Victor Caixeta Primo.- 2025.
61f: il.

Orientadora: Patrícia Maria Coletto Freitas
Dissertação (Mestrado) apresentado à Escola de Medicina Veterinária da
UFMG, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.
Bibliografia: f:56 a 61.

1. Cão - Teses - 2. Cirurgia veterinária - Teses - I. Freitas, Patrícia Maria
Coletto - II. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária - III.
Título.

CDD – 636.089

Bibliotecária responsável Cristiane Gomes CRB 2569
Biblioteca da Escola de Veterinária, UFMG.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

FOLHA DE APROVAÇÃO

JOAO VICTOR CAIXETA PRIMO

Dissertação submetida à banca examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós Graduação em **CIÊNCIA ANIMAL**, como requisito para obtenção do grau de **MESTRE** em **CIÊNCIA ANIMAL**, área de concentração **Medicina e Cirurgia Veterinárias**. Defesa da dissertação intitulada: "**Desenvolvimento e padronização de metodologia cirúrgica para implantação de prótese em espiral extraluminal de nitinol para correção do colapso traqueal intratorácico: modelo experimental em cadáver canino.**"

Aprovado(a) em 29 de maio de 2025, pela banca constituída pelos membros:

Dr.(a). Patricia Maria Coletto Freitas - Orientador(a)
Dr.(a). Guilherme Mattos Jardim Costa
Dr.(a). Fernanda dos Santos Alves



Documento assinado eletronicamente por **Patricia Maria Coletto Freitas, Professora do Magistério Superior**, em 22/06/2025, às 19:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fernanda dos Santos Alves, Usuária Externa**, em 23/06/2025, às 14:41, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Guilherme Mattos Jardim Costa, Professor do Magistério Superior**, em 01/07/2025, às 12:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4249727** e o código CRC **D118D245**.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e por tantas graças.

À minha família, por todo apoio. À minha querida mãe, por ter dedicado sua vida à minha formação.

À Luana, pelo carinho, amor e compreensão ao longo de tanto tempo.

À Nenas, minha companheira. A todos os familiares não-humanos que fizeram parte da minha trajetória.

Aos meus amigos, por tornarem meus dias mais leves e prazerosos.

À Escola de Veterinária e Hospital Veterinário da UFMG. A seus funcionários, pelo excelente trabalho. Aos amigos residentes e preceptores do Hospital Veterinário, pela parceria de todos os dias.

Aos colegas mestrandos e doutorandos, por toda a ajuda e por tantos momentos de intenso aprendizado.

Às alunas de Iniciação Científica Lidiany e Marivânia, sem as quais não seria possível fazer este experimento. À Paloma e à IC “emprestada” Nathalia, pela força.

Ao Diogo e aos empenhados alunos de Betim, pela valiosa ajuda.

À Claudine, pela ajuda com a análise estatística. Ao professor Raphael Wenceslau, pela ajuda com o delineamento experimental do trabalho.

À professora Patrícia, pela oportunidade, orientação, paciência e tantos ensinamentos desde a época da graduação. Que não espere moleza com o fim desse ciclo, pois é claro que continuará recebendo minhas ligações quando eu precisar de uma luz em algum caso (ou quando esquecer a ordem dos passos da bolsa de Bogotá).

Aos professores Guilherme Mattos e Fernanda Alves, pela disponibilidade em contribuir com esta dissertação.

A todos os pacientes, razão pela qual fazemos o que fazemos.

Resumo

O colapso de traqueia (CT) é uma enfermidade respiratória crônica, progressiva, caracterizada por alterações degenerativas da cartilagem hialina que compõe os anéis traqueais, que cursa com o achatamento dorsoventral e relaxamento da membrana dorsal do órgão, sendo mais comum em cães de raça pequenas e miniaturas. O colapso traqueal pode ocorrer tanto na porção cervical quanto na porção intratorácica do órgão. Atualmente, o tratamento cirúrgico descrito para o colapso traqueal intratorácico restringe-se a técnicas intraluminais que, embora sejam menos invasivas, estão associadas a complicações como fratura e migração do implantes, interferência com o sistema de depuração mucociliar, além de possuírem custo mais alto, não sendo acessíveis para a maioria dos tutores. Objetivou-se com este estudo descrever detalhadamente a técnica cirúrgica para implantação por toracotomia da prótese extraluminal em espiral de nitinol na traqueia de cadáver caninos, além disso definir critérios de elegibilidade para o procedimento, bem como descrever possíveis dificuldades e complicações associada a anatomia da região torácica. Para tal, foram utilizados 18 cadáveres caninos, distribuídos em dois grupos, onde no GS realizou-se o acesso pelo segundo espaço intercostal direito; e o GT pelo terceiro espaço intercostal direito, Realizou-se a dissecação cuidadosa das estruturas peritraqueais (traqueia, nervo vago, veia ázigos direita e veia costocervical), a aplicação da prótese extraluminal de nitinol de 40 mm de comprimento, 10 mm de diâmetro e 0,9 mm de espessura. Em cada animal, foi registrado o tempo de dissecação, as estruturas visualizadas, a ocorrência de trauma às estruturas adjacentes, o diâmetro traqueal, a distância entre a veia ázigos direita e a veia costocervical e o desfecho (possibilidade ou não de colocação da prótese). Os resultados obtidos apontam para uma boa capacidade de visualização das estruturas anatómicas de interesse, com baixo risco de ocorrência de trauma transoperatório. Foi verificada uma taxa de sucesso de 77% quanto à possibilidade de colocação da prótese, aumentada para 100% nos animais com distância entre veia ázigos direita e veia costocervical maior do que 27mm. Dessa forma, pode-se concluir que as técnicas descritas mostraram de boa aplicabilidade, com possibilidade mínima de complicação transcirúrgica, desde que respeitados parâmetros anatómicos e físicos que devem nortear a escolha dos pacientes candidatos.

Palavras-chave: colapso traqueal; nitinol; extraluminal; cães

Abstract

Tracheal collapse (TC) is a chronic, progressive respiratory disease characterized by degenerative changes in the hyaline cartilage that makes up the tracheal rings, which leads to dorsoventral flattening and relaxation of the dorsal membrane of the organ, and is more common in small and miniature breed dogs. Tracheal collapse can occur in both the cervical and intrathoracic portions of the organ. Currently, the surgical treatment described for intrathoracic tracheal collapse is restricted to intraluminal techniques that, although less invasive, are associated with complications such as fracture and migration of implants, interference with the mucociliary clearance system, and are more expensive and not accessible to most owners. The objective of this study was to describe and standardize a new surgical approach for the treatment of tracheal collapse in dogs, through the implantation of an extraluminal nitinol spiral prosthesis. Eighteen canine cadavers were used, divided into two groups (access through the right second intercostal space – GS – and through the right third intercostal space – GT), with the aim of comparing the possible accesses, describing the surgical technique in detail and defining eligibility criteria for the procedure. The peritracheal structures (trachea, vagus nerve, azygos vein and costocervical vein) were carefully dissected, the prosthesis (40 mm long, 10 mm in diameter and 0.9 mm thick) was applied and the relevant anatomical parameters were measured. In each animal, the dissection time, the structures visualized, the occurrence of trauma to adjacent structures, the tracheal diameter, the distance between the right azygos vein and the costocervical vein and the outcome (possibility or not of prosthesis placement) were recorded. The results obtained indicate a good capacity for visualization of the anatomical structures of interest, with a low risk of intraoperative trauma. A success rate of 77% was observed regarding the possibility of prosthesis placement, increasing to 100% in animals with a distance between the right azygos vein and the costocervical vein greater than 27 mm. Thus, it can be concluded that the techniques described showed good applicability, with a minimum possibility of transsurgical complications, as long as the anatomical and physical parameters that should guide the selection of candidate patients are respected.

Keywords: tracheal collapse; nitinol; extraluminal; dogs

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1** – Vista ventral da região cervical do cão. Fonte: König (2016)
..... p. 17
- FIGURA 2** – Vista lateral do tórax canino (lado direito). Fonte: König (2016)
..... p. 19
- FIGURA 3** – Vista lateral do tórax canino (lado esquerdo). Fonte: König (2016)..... p. 19
- FIGURA 4** – Imagens radiográficas na posição latero-lateral de cães com colapso traqueal. Fonte: Silva (2022)..... p. 22
- FIGURA 5** – Imagem radiográfica em posição latero-lateral cervical de cão com aplicação de pressão (técnica de compressão traqueal) para diagnóstico de colapso de traqueia. (A) Observa-se a traqueia sem redução de lumem mesmo na presença de compressão; (B) Observa-se a traqueia com redução de lumem durante a compressão traqueal. Fonte: Canola & Borges (2005)..... p. 24
- FIGURA 6** – Imagem de broncoscopia de cães para classificação do grau de colapso traqueal. (A) grau I; (B): grau II; (C) grau III e (D) grau IV. Fonte: Adaptado de Tappin (2016).p. 26
- FIGURA 7** – Próteses traqueais extraluminiais para uso em cães. (A) Observa-se anéis individuais fabricados de polipropileno, produzidos a partir de seringa. Fonte: Ferrari (2009). (B) Observa-se prótese em espiral, produzida em nitinol. Reinaldo (2023)..... p. 31
- FIGURA 8** – *Stent* traqueal intraluminal de nitinol. (A) Observa-se o *stent* pré-expansão (seta preta) e pós expansão (seta vermelha). (B) Observa-se o *stent* parcialmente expandido. Fonte: Adaptado de Tappin (2016)..... p. 33
- FIGURA 9** – complicações após colocação de *stent* intraluminal: (A) traqueíte severa; (B) granulação excessiva; (C) fratura. Fonte: Sura (2008).
..... p. 35

FIGURA 10 – Prótese traqueal espiral de nitinol Helix Shape Ni-Ti (0,9 mm x 10 mm x 40 mm) utilizada no experimento. Fonte: acervo pessoal.....p. 40

FIGURA 11 – Toracotomia em cadaver de cão para implantação de prótese extraluminal de nitinol na traqueia. (A) Observa-se a região do mediastino cranial direito. (B) Observa-se exposição das estruturas mediastinais craniais após a retração caudal do pulmão. Fonte: Acervo pessoal.p. 40

FIGURA 12 – Toracotomia em cadaver de cão para implantação de prótese extraluminal de nitinol na traqueia. Observa-se a ruptura e dissecação da fásia pré-traqueal. Fonte: Acervo pessoal.p. 41

FIGURA 13 – Isolamento do nervo vago com fio de seda 2-0. Fonte: acervo pessoal p. 41

FIGURA 14 – Dissecação do tecido conjuntivo peritraqueal com swab estéril em modelo cadavérico de cão. Fonte: Acervo pessoal.....p. 42

FIGURA 15 – Colocação da prótese extraluminal em espiral em torno da traqueia de modelo cadavérico de cão. (A e B) Observa-se a pinça hemostática em torno da traqueia de forma a auxiliar a passagem do espiral. (C e D). Observa-se a prótese posicionada em torno da traqueia..... p. 42

FIGURA 16 – Toracotomia em cadaver de cão para implantação de prótese extraluminal de nitinol na traqueia. Observa-se fratura de terceira costela (seta) durante o a toracotomia no segundo espaço intercostal. Fonte: Acervo pessoal..... p. 45

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Correlação entre peso (kg) de cães e distância entre a veia ázigos e a veia costocevical (mm). A correlação foi considerada insignificante de 0,00 a $\pm 0,29$; baixa de $\pm 0,30$ a $\pm 0,49$; moderada de $\pm 0,50$ a $\pm 0,69$; alta de $\pm 0,70$ a $\pm 0,89$; e muito alta de $\pm 0,90$ a ± 1 . A significância estatística foi considerada quando $p < 0,05$.
..... p. 48

Gráfico 2 – Correlação entre altura da traqueia torácica (cm) de cães e distância entre a veia ázigos e a veia costocevical (mm). A correlação foi considerada insignificante de 0,00 a $\pm 0,29$; baixa de $\pm 0,30$ a $\pm 0,49$; moderada de $\pm 0,50$ a $\pm 0,69$; alta de $\pm 0,70$ a $\pm 0,89$; e muito alta de $\pm 0,90$ a ± 1 . A significância estatística foi considerada quando $p < 0,05$p. 48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores da média, mediana, desvio padrão e intervalo de confiança a 95 % para os valores dos grupos analisados quanto a variável peso corporal (Kg) em modelo cadavérico de cão.....p. 44

Tabela 2 – Valores da média, mediana, desvio padrão e intervalo de confiança a 95 % para o tempo (em minutos) do procedimento cirúrgico para colocação da prótese extraluminal na traqueia de em modelo cadavérico de cão..... p. 45

Tabela 3 – Valores do peso (em kg) e altura da traqueia cervical e intratorácica nas extremidades cranial e caudal da prótese (em mm) em modelo cadavérico de cão..... p. 45

Tabela 4 – Valores do peso (em kg) e largura da traqueia cervical e intratorácica nas extremidades cranial e caudal da prótese (em mm) em modelo cadavérico de cão..... p. 46

Tabela 5 – Valores do peso (em kg) e distância entre veia ázigos direita e veia costocervical direita (em mm) em modelo cadavérico de cão..... p. 47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---------|--|
| % | Percentual |
| BID | <i>Bis in Die</i> (duas vezes ao dia) |
| CAD | Computer-Aided Detection (Detecção Auxiliada por computador) |
| CCZ | Centro de Controle de Zoonoses |
| mm | Centímetro |
| CT | Colapso traqueal |
| DCCV | Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinárias |
| EV-UFMG | Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais |
| GS | Grupo de animais submetidos ao acesso pelo segundo espaço intercostal direito |
| GT | Grupo de animais submetidos ao acesso pelo terceiro espaço intercostal direito |
| mcg | micrograma |
| mg | miligrama |
| mm | milímetro |
| SID | <i>Semel in Die</i> (uma vez ao dia) |
| TID | <i>Ter in Die</i> (três vezes ao dia) |

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 13 |
| 2 | REVISÃO DE LITERATURA | 15 |
| 2.1 | Anatomia da traqueia e tórax | 15 |
| 2.1.1 | Traqueia | 15 |
| 2.1.2 | Tórax | 17 |
| 2.2 | Colapso de traqueia em cães | 19 |
| 2.2.1 | Fisiopatologia | 19 |
| 2.2.2 | Diagnóstico | 21 |
| | a) Histórico e sinais clínicos | 21 |
| | b) Exames de imagem | 23 |
| | c) Exames laboratoriais | 27 |
| 2.2.3 | Tratamento | 27 |
| | a) Tratamento clínico | 28 |
| | b) Tratamento cirúrgico | 30 |
| 3 | OBJETIVOS | 38 |
| 3.1 | Objetivo geral: | 38 |
| 3.2 | Objetivos específicos: | 38 |
| 4 | MATERIAL E MÉTODOS | 39 |
| 5 | RESULTADOS | 44 |
| 6 | DISCUSSÃO | 50 |
| 7 | CONCLUSÕES | 56 |

1 INTRODUÇÃO

O colapso de traqueia (CT) é uma enfermidade respiratória crônica, progressiva, caracterizada por alterações degenerativas da cartilagem hialina que compõe os anéis traqueais, com conseqüente achatamento dorsoventral e relaxamento da membrana dorsal do órgão (KIM *et al.*, 2024; MAROLF *et al.*, 2007). O colapso pode ocorrer em qualquer porção da traqueia, sendo mais frequentemente observado na região de transição cervicotorácica (DYCE, 2010).

As alterações morfológicas verificadas nos animais com colapso de traqueia ocasionam um estreitamento luminal, com consqüente obstrução dinâmica do fluxo de ar e sinais clínicos que podem variar de tosse leve e intermitente até insuficiência respiratória e óbito, a depender da gravidade do colapso e da presença de comorbidades (KIM *et al.*, 2024; SCANAGATTA & GUSSO, 2021).

O tratamento preconizado para os graus mais leves do colapso traqueal é clínico, com uso de drogas antitussígenas, condroprotetores, tranquilizantes e, em alguns casos, broncodilatadores. Para graus mais avançados, é indicado tratamento cirúrgico, com o objetivo de restaurar o formato anatômico da traqueia, favorecendo a patência do fluxo de ar e minimizando os sinais clínicos associados ao colapso (SAILE, 2015; SCANAGATTA & GUSSO, 2021).

Ao longo das últimas décadas, diversas técnicas cirúrgicas foram descritas para tratamento do colapso traqueal em cães. Dentre as técnicas existentes, é possível fazer uma classificação entre técnicas intraluminais e técnicas extraluminais. As técnicas extraluminais foram as primeiras utilizadas, sendo relatadas desde a década de 1970. Seu princípio baseia-se na colocação de implantes na parte exterior da traqueia, em torno dos anéis traqueais, fornecendo suporte e restaurando sua forma cilíndrica, sem interferir na atividade do aparelho mucociliar (TANGNER & HOBSON, 1982). Os implantes geralmente utilizados são próteses em anel de polipropileno (comercialmente disponíveis ou construídos a partir de seringas) e próteses em espiral de polipropileno ou nitinol (SCANAGATTA & GUSSO, 2021).

As técnicas intraluminais foram descritas mais recentemente, a partir da década de

1990 e consistem na inserção de um *stent* autoexpansível no interior do lúmen traqueal. Destacam-se pela implantação mais rápida e menos invasiva, oferecendo menor tempo de hospitalização, de modo geral (SCANAGATTA & GUSSO, 2021; TAPPIN, 2016).

Ambas as modalidades de implante possuem possíveis complicações associadas e limitações. Enquanto as técnicas extraluminais podem acarretar em paralisia de laringe e isquemia traqueal, as intraluminais possuem elevada taxa de indução de traqueíte, formação de granuloma, fratura e deslocamento da prótese (CHOI *et al.*, 2024; LIMA *et al.*, 2024; SAILE, 2015; SCANAGATTA & GUSSO, 2021; UEMURA *et al.*, 2022; YOON & CHOI, 2024). Ainda assim, a literatura clássica propõe a utilização de próteses intraluminais em casos de colapso traqueal intratorácico, devido à dificuldade de abordagem para colocação da prótese extraluminal e ausência de uma técnica cirúrgica descrita para tal (MACPHAIL & FOSSUM, 2014; SCANAGATTA & GUSSO, 2021).

Objetivou-se com este estudo descrever detalhadamente a técnica cirúrgica para implantação por toracotomia da prótese extralunimal em espiral de nitinol na traqueia de cadáveres caninos, além de definir critérios de elegibilidade para o procedimento, bem como descrever possíveis dificuldades e complicações associadas à anatomia da região torácica.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Anatomia da traqueia e tórax

2.1.1 Traqueia

A traqueia é um tubo semirrígido, que se estende a partir da cartilagem cricoide da laringe, até a sua bifurcação em brônquios principais, denominada carina. Em cães, sua extensão se dá a partir da altura da segunda vértebra cervical até a quarta ou quinta vértebra torácica (MACPHAIL & FOSSUM, 2014). Outros autores descrevem que sua bifurcação se dá caudalmente à quinta ou sexta vértebra torácica (DYCE, 2010). Seu curso segue o plano mediano até a sua porção final, onde é deslocada ligeiramente para a direita pelo arco aórtico. Por iniciar no pescoço e se estender até o tórax, é comum que seja retratada como possuindo duas porções, sendo uma cervical (Figura 1), que se estende da laringe à primeira costela; e a outra torácica, da primeira costela à carina (SCANAGATTA & GUSSO, 2021).

Ela é composta por 42 a 46 anéis cartilagosos rígidos em forma de “C” conectados por ligamentos anulares fibroelásticos, que têm a função de manter a flexibilidade e permitir a movimentação do pescoço sem que haja comprometimento do fluxo de ar durante o ciclo respiratório. As cartilagens traqueais se abrem dorsalmente, onde encontra-se a membrana traqueal dorsal, preenchendo o espaço entre as extremidades laterais dos anéis cartilagosos. A membrana traqueal dorsal é composta por tecido conjuntivo e músculo traqueal (KÖNIG, 2016).

A vascularização da traqueia é feita pelas artérias e veias tireóideas cranial e caudal, as artérias e veias broncoesofágicas e as veias jugulares internas, que fornecem ramos vasculares para o órgão. A inervação é realizada pelo sistema nervoso autônomo. Fibras simpáticas originárias do gânglio cervical médio inibem a contração do músculo traqueal e as secreções glandulares, ao passo que fibras parassimpáticas originárias dos nervos laríngeos recorrentes promovem a contração muscular traqueal e secreção glandular. O suprimento sanguíneo e nervoso dos segmentos da traqueia corre pelos pedículos laterais de cada lado da traqueia (MACPHAIL & FOSSUM, 2014).

Fisiologicamente, a fase da respiração interfere no diâmetro traqueal. Durante a

inspiração, verifica-se um ligeiro estreitamento da traqueia cervical, especialmente em sua parte mais caudal, que se recupera com a expiração. Observa-se um movimento contrário pela traqueia intratorácica. Essa variação fisiológica não se confunde com o estreitamento severo do lúmen traqueal, oriundo de afecções congênitas ou adquiridas, como estenose e colapso traqueal (DYCE, 2010).

Dyce (2010) refere que a traqueia é naturalmente mais estreita em raças braquicefálicas e mais larga em cães das raças Dachshund e Basset Hound. Segundo o autor, há duas maneiras de avaliar se o diâmetro da traqueia está compatível com o tamanho do paciente, com base em radiografia em projeção látero-lateral. Uma delas seria a relação entre o diâmetro traqueal no nível da terceira costela, que deve possuir cerca de três vezes a largura desta costela. A outra seria comparando a altura da traqueia com a da entrada torácica, em que a primeira deve corresponder a aproximadamente a metade da segunda, representando uma relação numérica de 0,5. Em buldogues com estreitamento grave esta relação pode chegar a 0,05.

A traqueia encontra-se frouxamente envolvida por uma fáschia. Alguns autores citam que o revestimento externo da traqueia é feito por uma camada denominada adventícia na porção cervical e serosa na porção intratorácica (KÖNIG, 2016). Uma lâmina mais profunda forma a fáschia pré-vertebral, que separa a traqueia do músculo longo do pescoço. Contribui também com a bainha carotídea, que envolve o vago e nervos simpáticos, a artéria carótida comum, a veia jugular interna e, por vezes, o tronco linfático traqueal. A bainha carotídea é encontrada dorsolateral à traqueia e o nervo laríngeo recorrente segue um trajeto similar mas independente, por dentro da adventícia traqueal (DYCE, 2010; KÖNIG, 2016). Macphail & Fossum (2014) referiram que o nervo laríngeo recorrente esquerdo localiza-se no pedículo lateral e, algumas vezes, o direito se localiza dentro da bainha da carotídea.

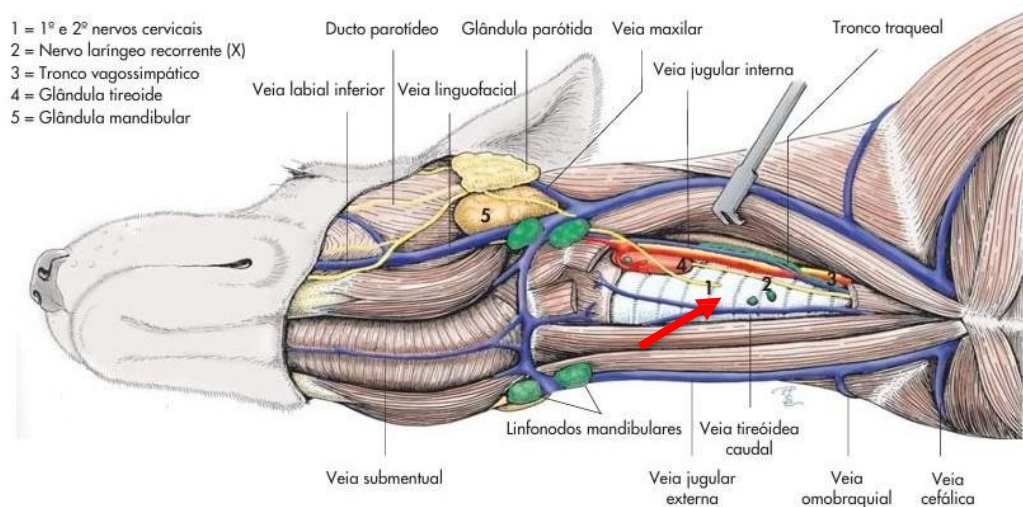


Figura 1- Região cervical do cão. Nota-se a traqueia cervical (seta vermelha) próxima a estruturas vasculares e nervos. Fonte: König (2016).

A traqueia intratorácica (Figuras 2 e 3) se localiza no mediastino cranial e médio. Apresenta-se envolvida por tecido conjuntivo e em contato com estruturas nervosas e vasculares. Dorsalmente e ligeiramente à esquerda da traqueia, encontra-se o esôfago. Lateralmente à direita acompanham o trajeto traqueal: o tronco vagossimpático, nervo frênico direito, tronco braquiocefálico, artérias e veias costocervicais e vertebrais direitas, veia ázigos direita e linfonodos brônquicos direitos, A face medial da traqueia intratorácica está envolvida pelo lobo pulmonar cranial direito. Na porção caudal, próximo à bifurcação traqueal, encontram-se os linfonodos bronquiais e o nervo vago à esquerda do órgão (DYCE, 2010; BOJRAB & MONET, 2016; KÖNIG, 2016). Internamente, a traqueia é revestida por mucosa respiratória e conta com um epitélio ciliado pseudoestratificado, apresentando glândulas secretoras de muco em toda a sua extensão (KÖNIG, 2016).

2.1.2 Tórax

O tórax é o segmento cranial do tronco e a continuação caudal do pescoço. É protegido por uma série robusta de estruturas ósseas, que inclui as vértebras torácicas, costelas e esterno. Boa parte das paredes laterais do tórax são ocultadas pelos

membros torácicos, os quais se fixam a ele por meio de músculos e fâscias, formando uma conexão conhecida como sinsarcose (KÖNIG, 2016).

A forma do tórax difere consideravelmente entre as diferentes raças de cães, podendo variar de profundo e lateralmente comprimido, com as costelas longas e relativamente retas, até o formato de barril, largo, com as costelas pequenas e fortemente curvadas (DYCE, 2010).

Em sua abertura cranial, compreende as seguintes estruturas: esôfago, traqueia, ramos craniais do arco aórtico (tronco bicarotídeo, artérias subclávias direita e esquerda), veia cava cranial, veias jugulares, linfonodos, nervo vago, tronco simpático com gânglios cervicais e estrelados, músculo longo do pescoço e, em animais jovens, o segmento cervicotorácico do timo. O coração localiza-se do terceiro até o quinto espaço intercostal podendo, ocasionalmente, estender-se até o sétimo espaço intercostal (SAILE, 2015). Os pulmões estendem-se do espaço da cúpula pleural até a superfície torácica convexa do diafragma (SILVA, 2022). Caudalmente, o tórax é separado da cavidade abdominal pelo diafragma (KÖNIG, 2016). Algumas estruturas atravessam o diafragma, em direção ao abdômen, em orifícios denominados hiatos (esofágico e aórtico), além do forame da veia cava caudal (KÖNIG, 2016; MACPHAIL & FOSSUM, 2014).

A veia cava cranial é formada cranialmente à entrada do tórax, pela confluência das veias braquiocefálicas direita e esquerda. É a mais ventral das estruturas importantes que passam através da entrada torácica e sua passagem se dá ventralmente à traqueia, à direita do tronco braquiocefálico (DYCE, 2010).

O cão possui uma veia ázigos direita que recebe fluxo das veias lombares mais craniais e da maioria das veias intercostais. A veia ázigos direita une-se à veia cava cranial logo antes da sua abertura no átrio direito, na altura do terceiro espaço intercostal (DYCE, 2010).

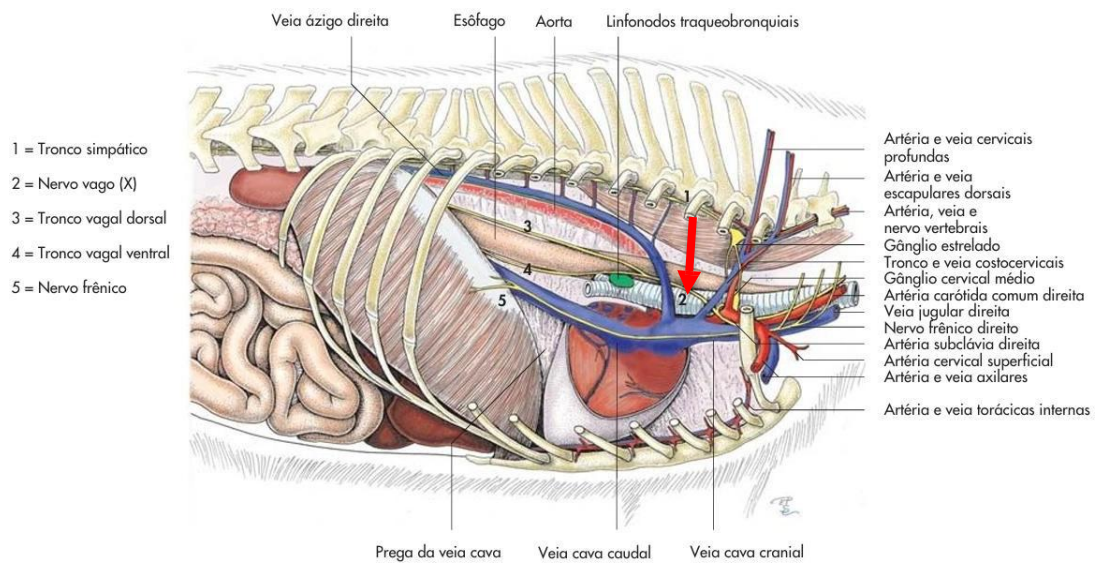


Figura 2 – Vista lateral do tórax canino (lado direito). Observa-se a traqueia torácica (seta vermelha) próxima a estrutura vasculares e nervosas. Fonte: König (2016).

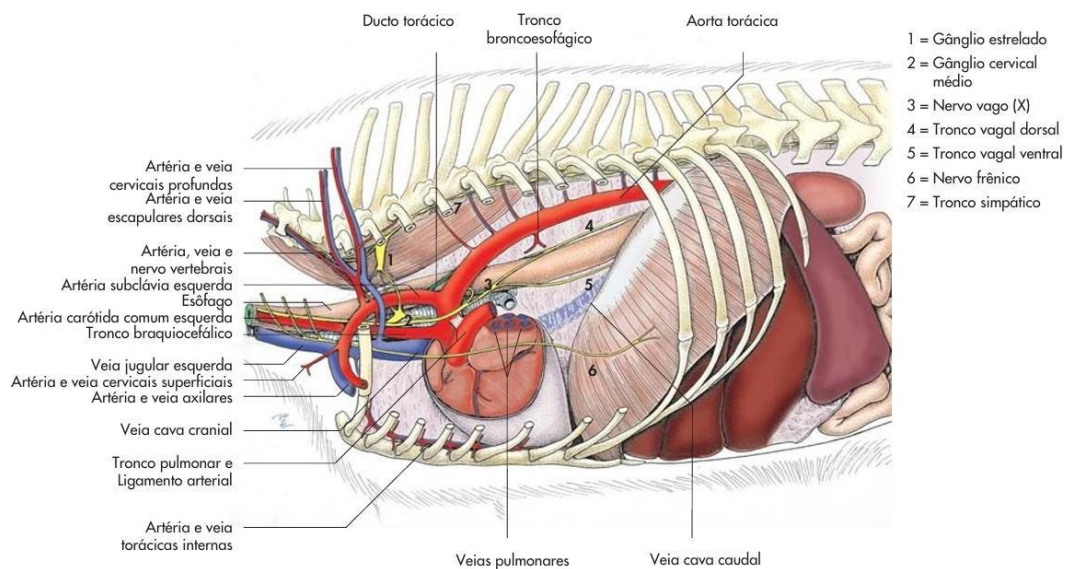


Figura 3 – Vista lateral do tórax canino (lado esquerdo). Fonte: König (2016).

2.2 Colapso de Traqueia em Cães

2.2.1 Fisiopatologia

O colapso de traqueia é uma causa comum de tosse crônica em cães (KIM *et al.*, 2024; SUEMATSU *et al.*, 2019). É descrita como uma enfermidade respiratória

crônica, progressiva, caracterizada por alterações degenerativas da cartilagem hialina, que compõem os anéis traqueais, com conseqüente achatamento dorsoventral e relaxamento da membrana dorsal do órgão (KIM *et al.*, 2024; MAROLF *et al.*, 2007).

Nos animais acometidos, observa-se redução da celularidade, redução da concentração de glicoproteínas e glicosaminoglicanos e degeneração da matriz das cartilagens traqueais, com conseqüente substituição por fibras de colágeno e fibrocartilagem. Com isso, as cartilagens perdem a rigidez, comprometendo sua capacidade de manter a conformação traqueal normal durante o ciclo respiratório (MACPHAIL & FOSSUM, 2014) . Estas alterações promovem um estreitamento luminal dinâmico, com conseqüente obstrução do fluxo de ar , além de promover tosse crônica (KIM *et al.*, 2024). Em casos mais severos, pode levar a intolerância ao exercício, dispneia e óbito por insuficiência respiratória (JEUNG *et al.*, 2019; SAILE, 2015; SUEMATSU *et al.*, 2019) .

Colapso traqueal é mais comum em raças Toy e Miniatura, como Yorkshire Terriers, Lulus da Pomerânia, Pugs, Poodles e Chihuahuas, principalmente de meia idade a idosos com prevalência de 0,5–2,9% (KIM *et al.*, 2024; MAGGIORE, 2019). Alguns autores sugerem que a condromalácia traqueal pode ser uma manifestação específica de uma condrodistrofia sistêmica congênita, mais comum nestas raças. É considerada uma afecção rara em cães de grande porte e felinos (KIM *et al.*, 2024; MAROLF *et al.*, 2007).

Apesar de possuir pico de incidência do início dos sinais clínicos em torno dos sete anos de idade, há relatos de ocorrência do colapso traqueal em cães de todas as faixas etárias, a partir dos seis meses (BOJRAB & MONET, 2016; MACPHAIL & FOSSUM, 2014). Os pacientes podem, ainda, apresentar as alterações morfofisiológicas da cartilagem traqueal e permanecer assintomáticos ou oligossintomáticos por um período indeterminado, até que as crises sejam desencadeadas por fatores secundários (TAPPIN, 2016). Os fatores secundários são aqueles que provocam aumento do esforço inspiratório, como obesidade, bronquite crônica, paralisia laríngea, infecção do trato respiratório, inalação de substâncias irritantes, intubação orotraqueal e insuficiência cardíaca congestiva (TAPPIN, 2016).

Bojrab & Monet (2010) citaram ainda uma correlação entre a afecção e a obesidade.

Segundo os autores, quase 50% dos cães diagnosticados com colapso de traqueia possuem algum grau de obesidade, o que serve para intensificar os sinais clínicos. Também, Lemos *et al.* (2020) verificaram que o sobrepeso em cães que passaram por cirurgia para correção de colapso traqueal aumentou significativamente o risco de recidiva dos sinais clínicos. Os autores sugeriram que, à medida que aumenta o peso, ocorre acúmulo de tecido adiposo nos músculos dorsais ao redor da traqueia, agravando o colapso traqueal, além de aumentar a fadiga do implante utilizado na cirurgia, predispondo a fraturas do mesmo.

A doença periodontal parece ter alguma correlação com o colapso de traqueia, tendo em vista que está presente em pelo menos 40% dos animais acometidos. Suspeita-se que a aspiração das bactérias da cavidade oral contribua para a inflamação das vias aéreas, exacerbando os sinais clínicos (BOJRAB & MONET, 2016).

2.2.2 Diagnóstico

a) Histórico e sinais clínicos

O diagnóstico do colapso de traqueia pode envolver a investigação do histórico e sinais clínicos e exames laboratoriais. Exames de imagem são particularmente importantes na investigação da afecção, e possuem um papel central no diagnóstico (MELO *et al.*, 2023).

O principal sinal clínico observado em cães é a tosse, que é comumente a principal queixa do tutor ao encaminhar o paciente para atendimento veterinário. Essa tosse pode variar de leve e intermitente (nas fases iniciais da doença), até intensa, frequente e com característica de "grasnar de ganso", que consiste em uma tosse seca e paroxística (nos estágios mais avançados) (MACPHAIL & FOSSUM, 2014; SAILE, 2015). O colapso de traqueia induz à tosse, a qual agrava a inflamação crônica na mucosa traqueal, levando à descamação epitelial e prejudicando a depuração mucociliar. A cronicidade induz à hiperplasia das glândulas subepiteliais, com consequente aumento da secreção de muco. Com o aumento da produção de muco, ocorre aumento da frequência e intensidade da tosse, pelo fato de esta ser o principal mecanismo de limpeza traqueobrônquica, formando-se um ciclo vicioso (SCANAGATTA & GUSSO, 2021; TAPPIN, 2016).

Prática de exercício e momentos de excitação podem intensificar a tosse, levando à

ocorrência de engasgos. Em quadros mais graves, há redução expressiva do fluxo de ar, podendo haver dispneia, cianose, síncope, obliteração traqueal e óbito (MACPHAIL & FOSSUM, 2014; SAILE, 2015).

O padrão respiratório do paciente pode apresentar-se normal, a depender do grau da doença. Em quadros mais graves, pode haver alterações de padrão respiratório, que variam conforme a extensão e localização do colapso. Durante a inspiração, há expansão do tórax, gerando pressão negativa em seu interior. Pacientes com colapso cervical ou cervicotorácico (Figura 4-A e 4-B) apresentam obstrução parcial do fluxo nesta fase, o que faz com que a dispneia ou esforço inspiratório seja mais marcante. O colapso da traqueia intratorácica (Figura 4-C) ocorre mais frequentemente nos momentos em que há aumento da pressão intratorácica, como na expiração e na tosse (MAGGIORE, 2014; TAPPIN, 2016). Scanagatta & Gusso (2021) destacaram que esta tendência não é necessariamente uma regra e que nos casos mais graves, o colapso pode ocorrer independentemente da fase do ciclo respiratório.

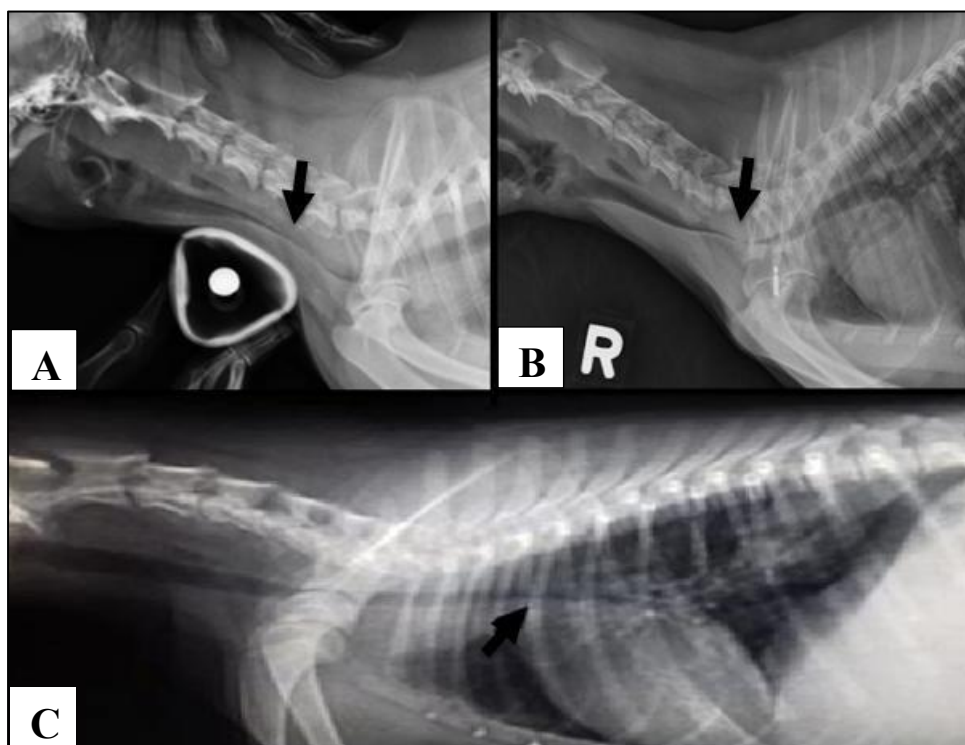


Figura 4 – Imagens radiográficas na posição latero-lateral de cães com colapso traqueal. (A) Observa-se na região cervical o colapso de traqueia (seta). Fonte: Dias *et al.*, 2023. (B) Observa-se na região cervicotorácica o colapso de traqueia (seta). Fonte: Maggiore (2014). (C) Observa-se na região intratorácica o colapso de traqueia (seta). Fonte: Silva (2022).

O exame físico de pacientes com essa patologia deve conter uma auscultação minuciosa, a qual pode revelar estridores respiratórios tanto inspiratórios quanto expiratórios. Pode-se, eventualmente, auscultar ruídos, sugestivos de broncomalácia ou acúmulo de muco nas vias aéreas (MAGGIORE, 2019). A palpação da traqueia geralmente provoca tosse nos cães afetados, indicando sensibilidade traqueal inespecífica. Essa palpação deve ser realizada com cuidado devido à sua fragilidade, podendo desencadear crises de tosse paroxística (TAPPIN, 2016).

Além dos sinais respiratórios, é relativamente comum que se verifique hepatomegalia e hepatopatia em pacientes com colapso traqueal. Embora sua causa permaneça desconhecida, sugere-se que tenha relação com congestão ou hipóxia crônica (BOJRAB & MONET, 2016).

b) Exames de imagem

As radiografias cervicais e torácicas simples de 2 projeções (látero-lateral e ventro-dorsal) são fundamentais no diagnóstico de colapso traqueal (MAROLF *et al.*, 2007; SAILE, 2015). Kim *et al.* (2024) referiram que, em cães, as radiografias são úteis para a detecção do colapso da traqueia em 60–84% dos pacientes, especialmente com o uso de projeções inspiratórias e expiratórias. Suksangvoravong *et al.* (2024) defenderam que, embora modalidades avançadas de imagem, como fluoroscopia e tomografia computadorizada, possam detectar o colapso traqueal com precisão, a radiografia cervicotorácica simples é preferível na prática clínica, devido à sua ampla disponibilidade e custo mais baixo.

A técnica de compressão traqueal é descrita como um método auxiliar no diagnóstico radiográfico do colapso traqueal em cães, capaz de melhorar a sensibilidade do exame. A técnica consiste na aplicação de pressão controlada sobre a região cervical do animal durante a obtenção das imagens, por meio de um dispositivo de borracha acoplado a um esfigmomanômetro. Em animais com colapso, verifica-se redução expressiva do lúmen traqueal ao se aplicar a compressão de 20 mmHg sobre o órgão, enquanto em animais sem colapso essa redução será muito discreta, sem perda da conformação traqueal normal (Figura 5) (BELTRÁN *et al.*, 2020; CANOLA & BORGES, 2005).

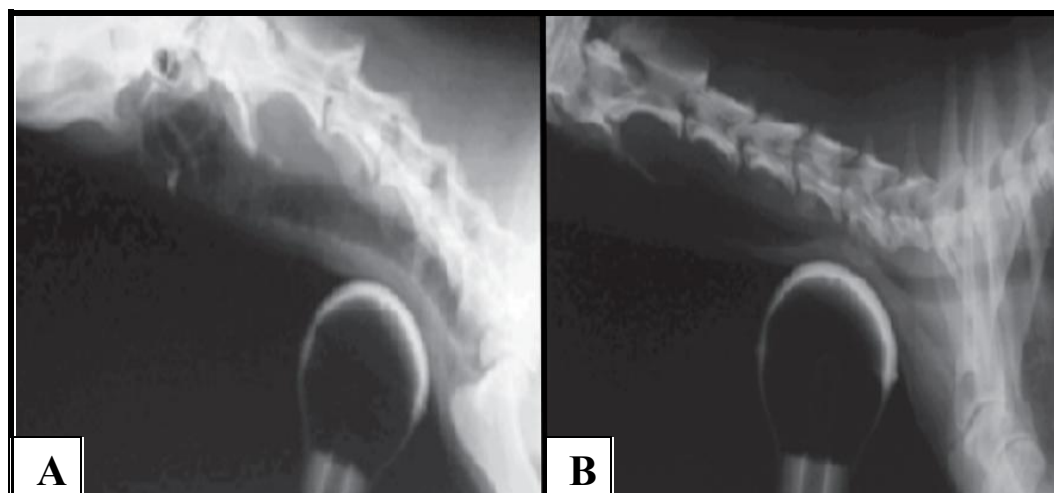


Figura 5: Imagem radiográfica em posição latero-lateral cervical de cão com aplicação de pressão de 20 mmHg (técnica de compressão traqueal) para diagnóstico de colapso de traqueia. (A) Observa-se a traqueia sem redução de lumem mesmo na presença de compressão; (B) Observa-se a traqueia com redução de lúmem durante a compressão traqueal. Fonte: Canola & Borges (2005).

Segundo Saile (2015), a radiografia permite uma avaliação que não se restringe ao diâmetro traqueal. Pode-se, por meio delas, avaliar o coração, vasculatura pulmonar, parênquima pulmonar, entre outras estruturas de tecidos moles. Desta forma, é possível, além de diagnosticar o colapso traqueal, investigar eventuais comorbidades que possam estar contribuindo para a presença dos sinais clínicos observados. A autora destaca, ainda, que não ver o colapso na radiografia de tórax de rotina não necessariamente descarta a doença em pacientes suspeitos, sendo assim necessários exames mais específicos, como a fluoroscopia ou traqueoscopia. Ademais, Marolf *et al.*, (2007) argumentaram que o esôfago e outras estruturas adjacentes podem causar sobreposição, dificultando o delineamento da silhueta traqueal na entrada do tórax.

Um dos problemas em potencial de um diagnóstico de colapso traqueal baseado exclusivamente por radiografia é a probabilidade relativamente mais alta de erro de interpretação (BOJRAB & MONET, 2016). Suksangvoravong *et al.* (2024) relataram que erros de interpretação desta modalidade de exame são comuns tanto na medicina humana quanto na veterinária, podendo conduzir a diagnósticos incorretos e impactar significativamente no planejamento terapêutico e na qualidade de vida dos pacientes. Dados da medicina humana apontam para uma taxa de 10 a 15% de erros de interpretação de radiografias gerais, aumentado para 26% em radiografias de tórax. Dados similares são escassos na Medicina Veterinária, mas especula-se que a taxa de erro seja igual ou maior do que na medicina humana, devido às variações no tamanho

e conformação corporal dos cães, o que pode levar a diversas aparências radiográficas diferentes, afetando a precisão da interpretação radiográfica (BANZATO *et al.*, 2021; SUKSANGVORAVONG *et al.*, 2024).

Diversas estratégias têm sido avaliadas recentemente, com o objetivo de minimizar a taxa de erros de interpretação na radiologia tanto humana quanto veterinária. Dentre estas, se destacam as ferramentas de detecção auxiliada por computador (da sigla em inglês CAD) e ferramentas de inteligência artificial, alimentadas por *deep learning*, que consiste em uma técnica de aprendizado de máquina na qual o programa computacional aprende padrões diretamente a partir de imagens classificadas previamente. Essas ferramentas têm ganhado popularidade, com um crescente número de estudos a respeito (BANZATO *et al.*, 2021; CELNIAK *et al.*, 2023; SOUZA *et al.*, 2019). Em um estudo recente, Suksangvoravong *et al.* (2024) apresentaram um modelo de classificação automática de colapso de traqueia, a partir de radiografias cervicotorácicas, capaz de diagnosticar a patologia com 98,30% de sensibilidade e 99,20% de especificidade.

A fluoroscopia é uma técnica de imagem dinâmica que pode ser utilizada em animais com suspeita de colapso traqueal e é definida por alguns autores como meio diagnóstico de escolha para a doença (MAROLF *et al.*, 2007). O exame envolve posicionar o animal em decúbito lateral para visualização, por meio de fluoroscópio, da traqueia e dos brônquios principais do animal. Macphail & Fossum (2014) argumentaram que a fluoroscopia facilita a avaliação dinâmica da traqueia e dos brônquios principais durante as fases da respiração, sendo mais sensível para diagnóstico do que a radiografia. Estudos identificaram uma correlação de 87 a 100% entre achados fluoroscópicos compatíveis com colapso de traqueia e presença de colapso de traqueia confirmado por broncoscopia (KIM *et al.*, 2024).

A traqueobroncoscopia permite a visualização direta do lúmen traqueal e possibilita uma verificação dinâmica do órgão, além da avaliação do aspecto morfológico da mucosa respiratória. A técnica é considerada o padrão ouro para diagnóstico de colapso das vias aéreas ou traqueobroncomalácia em humanos (KIM *et al.*, 2024; SCANAGATTA & GUSSO, 2021). Em cães, a técnica é considerada uma boa ferramenta diagnóstica, sendo a única com validação para graduação do colapso, além de permitir investigar a presença de colapso brônquico (KIM *et al.*, 2024; MAROLF

et al., 2007; SAILE, 2015; TAPPIN, 2016). Por outro lado, Suksangvoravong *et al.* (2024) defenderam que a radiografia torácica látero-lateral é suficiente para diferenciar entre uma traqueia normal e uma traqueia colapsada e para classificar o grau de colapso traqueal.

A graduação do colapso traqueal é baseada em um esquema que considera o percentual de redução do lúmen traqueal (MAGGIORE, 2014). A gravidade do colapso é classificada em quatro graus (Figura 6), sendo eles: grau I, que é considerado leve, com redução de aproximadamente 25% do diâmetro traqueal, onde verifica-se discreta protrusão da membrana dorsal da traqueia em direção ao lúmen; grau II, considerado leve a moderado, com redução de aproximadamente 50% do diâmetro traqueal, onde evidencia-se discreto a moderado prolongamento e flacidez dos anéis traqueais; grau III considerado moderado a grave, com redução de aproximadamente 75% do diâmetro traqueal, onde a flacidez dos anéis traqueais é marcante; e grau IV, que é uma condição grave, em que o diâmetro traqueal é reduzido em mais de 90%, sendo que esse grau pode haver certo desvio dorsal da superfície ventral da traqueia (BOJRAB & MONET, 2016; SUKSANGVORAVONG *et al.*, 2024).

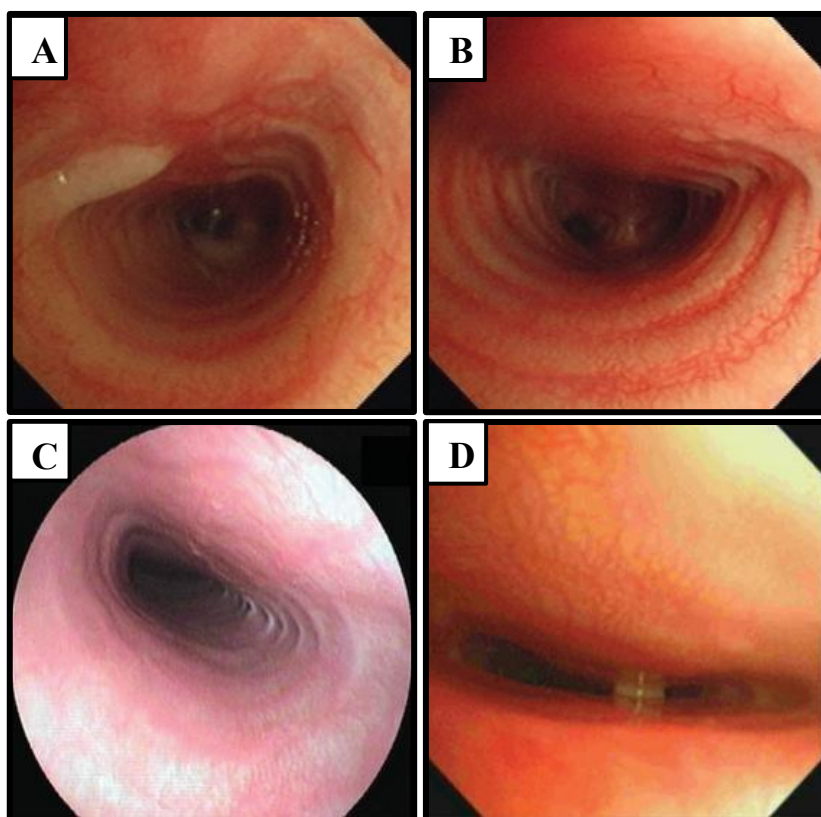


Figura 6 – Imagem de broncoscopia de cães para classificação do grau de colapso traqueal. (A) grau I; (B): grau II; (C) grau III e (D) grau IV. Fonte: Adaptado de Tappin (2016).

Apesar de sua vantagem em termos de sensibilidade, a realização da broncoscopia pode representar um risco para os pacientes suspeitos de colapso, devido ao fato de exigir anestesia geral. Saile (2015) contraindicou sua utilização como ferramenta diagnóstica em pacientes com sinais clínicos graves, a menos que se tenha um plano de tratamento definitivo determinado e discutido com o responsável pelo animal, uma vez que estes podem apresentar problemas significativos na recuperação anestésica. Outra desvantagem apontada por Scanagatta & Gusso (2021) foi a necessidade de uma aparelhagem específica de alto custo, restringindo o acesso ao exame. Macphail & Fossum (2014) defenderam que o exame de laringoscopia deve ser realizado simultaneamente à traqueobroncoscopia, devido à possibilidade de paralisia ou colapso de laringe concomitantes ao colapso traqueal, que pode ser observada em cerca de 30% dos pacientes.

c) Exames laboratoriais

De modo geral, considera-se que os exames laboratoriais, como hemograma e perfil bioquímico, desempenham um papel pouco relevante no diagnóstico de colapso de traqueia em cães, uma vez que geralmente animais acometidos apresentam valores dentro do intervalo de referência dos analitos, exceto por um aumento dos níveis séricos de enzimas hepáticas, em alguns casos (BOJRAB & MONET, 2016; MACPHAIL & FOSSUM, 2014). Embora não seja bem esclarecido, especula-se que este fenômeno tenha relação com congestão hepática ou necrose centrolobular, secundária a hipóxia crônica (BOJRAB & MONET, 2016).

2.2.3 Tratamento

A escolha do tratamento de cães com colapso de traqueia depende de fatores como a presença de sinais clínicos, grau do colapso e localização da área colapsada (SCANAGATTA & GUSSO, 2021). De modo geral, o tratamento clínico é indicado para pacientes que possuem graus mais leves da doença (I e II) e pode ser associado à cirurgia em graus mais avançados (III e IV). O tratamento cirúrgico geralmente é indicado para casos avançados, ou quando os pacientes se tornam refratários ao manejo medicamentoso (MACPHAIL & FOSSUM, 2014; SAILE, 2015).

a) Tratamento clínico

Aproximadamente 70% dos cães respondem inicialmente ao tratamento medicamentoso, mas vários se tornam refratários ao longo do tempo, devido ao fato de a condição ser progressiva (Saile, 2015). Assim, a eficácia do manejo clínico como monoterapia para colapso de traqueia encontra divergências na literatura. 71% a 93% dos cães com colapso traqueal apresentam boa resposta ao tratamento clínico por pelo menos um ano, com desmame total das medicações em até 50% dos casos (AYRES & HOLMBERG, 1999; WHITE & WILLIAMS, 1994). Outros trabalhos apontam que até 33% dos animais acometidos podem não responder bem ao tratamento clínico e necessitar de cirurgia (CONGUISTA *et al.*, 2021). Marolf (2007) e Tappin (2016) descreveram que o manejo medicamentoso multimodal pode aliviar os sinais clínicos por meses a anos em cães com doença leve a moderada, mas tende a ser insuficiente em cães com colapso traqueal clinicamente grave.

Ainda, em alguns casos pode ser necessário o tratamento clínico de emergência e estabilização para pacientes em crise respiratória aguda. Este manejo inclui oxigenoterapia, administração de ansiolíticos e sedativos, fluidoterapia e resfriamento ativo quando necessário (JEUNG *et al.*, 2019; SAILE, 2015; TAPPIN, 2016).

Para pacientes com diagnóstico de CT sem crise respiratória aguda, deve-se instituir tratamento medicamentoso de longo prazo, que pode envolver o uso de fármacos supressores de tosse, como anti-inflamatórios não esteroides ou corticosteroides, condroprotetores e broncodilatadores. Os protocolos devem ser ajustados para cada paciente individualmente, a fim de conseguir bom controle de crises com o menor risco de efeitos colaterais (JEUNG *et al.*, 2019; SAILE, 2015; SAITO *et al.*, 2003).

Associadas ao manejo medicamentoso, deve-se instituir mudanças no estilo de vida do paciente, a fim de controlar eventuais fatores desencadeantes de crises (SILVERSTEIN & HOPPER, 2023). As principais mudanças de manejo relatadas são a restrição de exercícios, o controle de peso, controle de temperatura ambiente e ajuste dos passeios, para que ocorram nas horas mais frescas do dia, utilizando coleira peitoral (SAILE, 2015). Scanagatta & Gusso (2021) sugeriram que se evite a inalação de substâncias irritantes para as vias aéreas, como poeira e cigarro, e que se controle fatores que estimulam o latido, a ansiedade e a excitação.

Os supressores de tosse, ou antitussígenos, proporcionam alívio dos sinais clínicos e controle da lesão de vias aéreas induzida pela tosse. Sua indicação é principalmente em pacientes sem sinal de infecção das vias aéreas, uma vez que a tosse é um mecanismo de depuração do trato respiratório. Os fármacos mais utilizados para este fim são a codeína (0,5 a 2,0mg/kg, por via oral, a cada 12 horas) e a hidrocodona (0,22 mg/kg, por via oral, a cada 6 horas). Os autores propuseram que a dose dos fármacos seja ajustada gradualmente, até que se utilize a menor dose efetiva para controle da tosse. Em pacientes hospitalizados ou quando se fizer necessária uma ação mais rápida e potente, pode-se utilizar o butorfanol (0,5 a 1,0mg/kg, por via injetável, a cada 6 ou 8 horas) (JEUNG *et al.*, 2019; SCANAGATTA & GUSSO, 2021).

O papel dos glicocorticoides na terapêutica do colapso de traqueia é promover a redução da inflamação das vias aéreas, com consequente controle de sinais clínicos. Sua utilização, assim como a de antitussígenos, é restrita a pacientes sem sinal de infecção e o prazo de tratamento idealmente deve ser curto, a fim de evitar efeitos colaterais. Os principais fármacos utilizados desta classe são a prednisona ou prednisolona (0,5 mg/kg, por via oral, a cada 12 horas, durante 5 a 7 dias) e a fluticasona (110 mg/puff, administrado via máscara facial e câmara espaçadora) (SCANAGATTA & GUSSO, 2021). Silverstein & Hopper (2023) ressaltam que o benefício de corticosteroides por via inalatória em comparação com sistêmicos ainda não está bem determinado.

Os broncodilatadores não possuem efeito sobre vias aéreas maiores, não sendo utilizados como primeira linha para tratamento de colapso traqueal cervical. Há, porém, evidência de que sua administração melhora o fluxo de ar durante a expiração, minimizando a tendência de colapso de vias aéreas intratorácicas, além de favorecer o controle da tosse (FERIAN, 2009; SILVERSTEIN & HOPPER, 2023). As metilxantinas, aminofilina (6,0-10 mg/kg TID) e clenbuterol (0,8 mcg/kg BID) são os fármacos mais utilizados para este fim (FERIAN, 2009; JEUNG *et al.*, 2019; MAGGIORE, 2014).

A utilização de fármacos mucolíticos, como a acetilcisteína, atropina e nebulização com solução salina pode ser indicada quando houver hiperplasia glandular e aumento da produção de muco nas vias aéreas, com falha na depuração mucociliar (SCANAGATTA & GUSSO, 2021).

Antimicrobianos podem ser utilizados quando houver sinal de infecção secundária

das vias aéreas, que pode ser um fator desencadeante de crises respiratórias (MACPHAIL & FOSSUM, 2014; MAGGIORE, 2019). O diagnóstico de infecções associadas ao colapso traqueal pode envolver, além da identificação de sinais clínicos e radiográficos característicos, exames de sangue, traqueobroncoscopia, cultura de secreção respiratória e lavado broncoalveolar. A escolha do antimicrobiano deve ser feita considerando testes de cultura e sensibilidade, preferencialmente. As principais escolhas, em geral, são a doxicilina (5,0 mg/kg BID ou 10 mg/kg SID) e a amoxicilina (22 mg/kg BID) ou amoxicilina com clavulanato (11 mg/kg BID) (BENVENHO *et al.*, 2018; LAPPIN *et al.*, 2017). Alternativamente, Viana (2019) sugeriu a dose de 10 a 20 mg/kg BID ou TID para a amoxicilina, 15-20 mg/kg BID ou TID para a amoxicilina com clavulanato.

Há evidência de que os condroprotetores, como o sulfato de condroitina, podem reduzir a manifestação de sinais clínicos em até 50 – 80%. Seu princípio baseia-se no incremento da concentração deste polissacarídeo na matriz extracelular das cartilagens traqueais, com conseqüente aumento da sua firmeza e melhoria da capacidade estrutural (HOROWITZ, 2011; SAITO *et al.*, 2003).

b) Tratamento cirúrgico

O tratamento cirúrgico deve ser indicado para pacientes com colapso de traqueia de graus maiores como o III e IV, além de pacientes sintomáticos, refratários ao tratamento clínico multimodal (BOJRAB & MONET, 2016).

Classicamente, as técnicas para correção de colapso traqueal se dividem em extraluminais e intraluminais. Métodos extraluminais foram os primeiros a serem descritos, com relatos desde a década de 1970 (TANGNER & HOBSON, 1982). Seu princípio consiste no remodelamento da traqueia externamente, com utilização de prótese em anel individual ou espiral, confeccionada a partir de diferentes materiais, como polipropileno e nitinol (DIAS *et al.*, 2023; MACPHAIL & FOSSUM, 2014; TAPPIN, 2016). Métodos intraluminais têm ganhado popularidade mais recentemente. A prótese, construída em diferentes materiais, é inserida oralmente e posicionada dentro do lúmen traqueal, em contato com a mucosa do órgão, com o objetivo de promover internamente a expansão da luz do órgão (CHISNELL & PARDO, 2014; KIM *et al.*, 2022; RASKI *et al.*, 2018).

A escolha pelo tipo de implante depende de diversos fatores, como o grau e local

de ocorrência do colapso, disponibilidade de recursos e experiência do cirurgião (SAILE, 2015). Independentemente do tipo de implante escolhido, deve-se realizar um planejamento cuidadoso do procedimento, com base em achados clínicos e de exames de imagem, possibilitando uma melhor tomada de decisão quanto ao material e tamanho da prótese (SCANAGATTA & GUSSO, 2021).

As próteses extraluminais podem ser fabricadas como próteses em anéis individuais, confeccionados a partir de seringa de polipropileno (Figura 7-A) ou produzidos comercialmente (TANGNER & HOBSON, 1982), e ainda próteses em espiral produzidas em polipropileno ou nitinol (Figura 7-B). Para Chisnell & Pardo (2014), as próteses em anéis individuais promovem menor dano vascular aos pedículos laterais da taqueia, enquanto próteses em espiral promovem suporte circunferencial de maneira mais uniforme ao órgão.

Dentre os implantes extraluminais, a prótese espiral de nitinol tem se mostrado uma das mais promissoras. O nitinol consiste em uma liga de níquel (55%) e titânio (45%), com capacidade de resistência à deformação de até 10%, com retorno à sua forma e tamanho originais (SERTÓRIO, 2018; SURÁ, 2008).

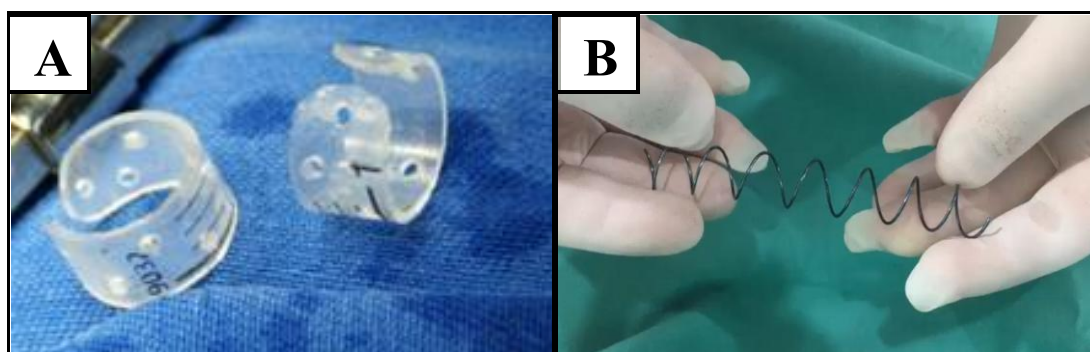


Figura 7 - Próteses traqueais extraluminais para uso em cães. (A) Observa-se anéis individuais fabricados de polipropileno, produzidos a partir de seringa. Fonte: Ferrari (2009). (B) Observa-se prótese em espiral, produzida em nitinol. Reinaldo (2023).

Uma das principais vantagens da colocação de próteses extraluminais é o fato de não interferirem na depuração mucociliar, uma vez que não entram em contato com o mucosa do órgão (TAPPIN, 2016).

Estudos mostraram uma média de sobrevida de 4 anos dos animais submetidos ao tratamento cirúrgico usando próteses extraluminais, com 92% de taxa de sobrevivência (CHISNELL & PARDO, 2014; TANGNER & HOBSON, 1982). Dados da literatura apontam uma taxa de 75% 85% de resultados satisfatórios após implantação de próteses extraluminais, com redução de sinais clínicos e, em alguns casos, dispensando

o uso de medicações (SCANAGATTA & GUSSO, 2021). Em um trabalho com 23 cães tratados com próteses extraluminais em anel, Chisnell & Pardo (2014) observaram que apenas 12% dos cães apresentaram sinais clínicos frequentes após a cirurgia, e 65% dos animais apresentaram sinais clínicos mínimos, não necessitando de nenhum medicamento após a recuperação da cirurgia.

Sura (2008) verificou como principais complicações da implantação de próteses traqueais extraluminais a paralisia laríngea, necrose traqueal, dor incisional e formação de seroma. Janice e colaboradores (1996) relataram que a complicação pós-operatória imediata mais observada foi a persistência da manifestação clínica, com uma taxa de ocorrência de 41,1%. A longo prazo, a paralisia de laringe foi a complicação mais comum (8,9%). Tappin (2016), Maggiore (2019) e Macphail & Fossum (2014) argumentaram que a técnica de colocação das próteses extraluminais é limitada à traqueia cervical e a uma pequena porção cranial da traqueia torácica. Entretanto, alguns autores têm verificado a possibilidade de implantação na região intratorácica com resultados favoráveis (GOMES *et al.*, 2021; SILVA, 2022).

Poucos são os estudos que avaliaram a utilização de *stents* extraluminais em pacientes com colapso traqueal intratorácico. Saile (2015), Scanagatta & Gusso (2021) e Uemura *et al.* (2022) referiram que o *stent* extraluminal não deve ser utilizado em pacientes com colapso traqueal intratorácico, por exigir exposição da traqueia e maior tempo de cirurgia. Fingland (1989) realizou a colocação de próteses em anéis individuais e próteses espirais de polipropileno (ambos produzidos a partir de seringa) em traqueia cervical e torácica, tendo concluído que o procedimento demonstrou ser bem tolerado pelos pacientes. O autor, entretanto, não apresenta detalhadamente a abordagem que foi realizada para colocação das próteses. Silva *et al.* (2022) relataram um caso de implantação bem sucedida de prótese extraluminal de nitinol em um cão com colapso traqueal intratorácico, tendo o paciente apresentado boa evolução, em uma avaliação que durou quatro anos, deixando de apresentar sinais clínicos ao longo deste período. O relato demonstrou que a técnica pode ser uma alternativa viável em casos em que não se puder realizar a implantação de *stents* intraluminais, devido ao seu alto custo ou devido às complicações amplamente descritas na literatura. Entretanto, não foram encontrados trabalhos que visassem padronizar uma abordagem

para este procedimento cirúrgico.

Os *stents* intraluminais (Figura 8) têm sido mais amplamente utilizados recentemente, em substituição de métodos cirúrgicos extraluminais, devido ao procedimento exigir menor tempo de anestesia e recuperação após o procedimento (CHOY *et al.*, 2024). Apesar destas vantagens, há uma variável taxa de complicações documentadas (Figura 9), incluindo fratura do *stent* (19–50%) ou migração da prótese (8–37%), formação excessiva de tecido de granulação (16,7%), pneumonia por aspiração e traqueíte (21–58%) (CHOY *et al.*, 2024; UEMURA *et al.*, 2022; YOON & CHOI, 2024). Saile (2015) citou ainda o fato de o *stent* interferir negativamente na capacidade de o animal realizar a eliminação do muco e detritos inalados, uma vez que, ao ser incorporado à mucosa traqueal, limita depuração mucociliar. A sobrevida média de cães que receberam *stent* intraluminal é de aproximadamente um ano e meio (SCANAGATTA & GUSSO, 2021).

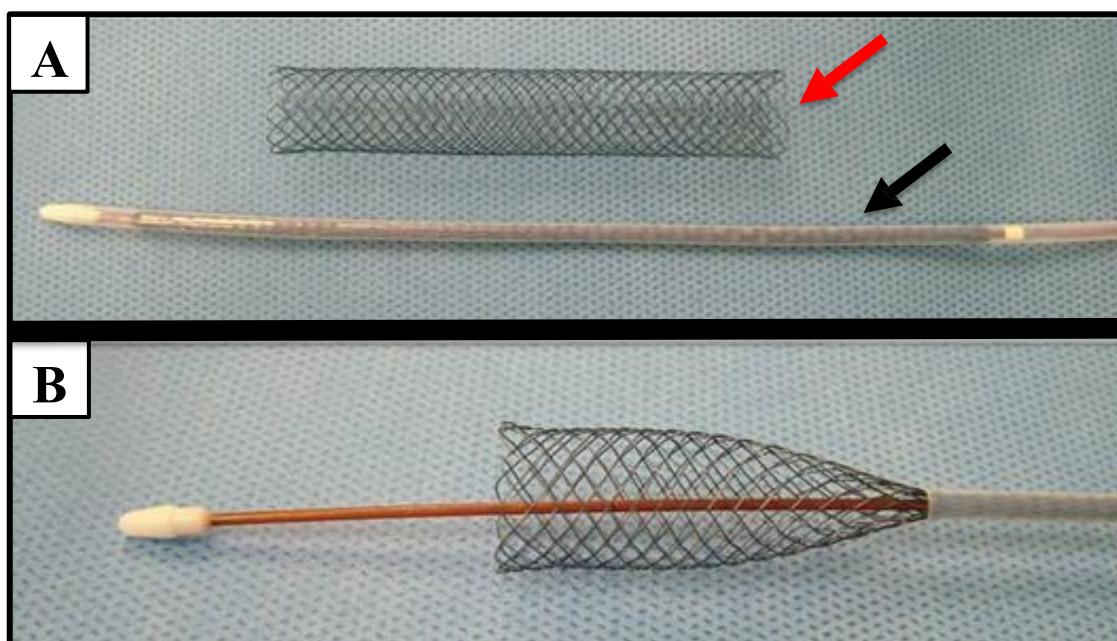


Figura 8 – *Stent* traqueal intraluminal de nitinol. (A) Observa-se o *stent* pré-expansão (seta preta) e pós-expansão (seta vermelha). (B) Observa-se o *stent* parcialmente expandido. Fonte: Adaptado de Tappin (2016).

O excesso de tecido de granulação ao redor do *stent* (Figura 9) já foi relatado por Sura (2008), podendo resultar em diferentes graus de obstrução das vias aéreas e tornando necessário tratamento crônico com corticosteroides.

A fratura do *stent* (Figura 9) consiste na perda de continuidade completa ou parcial

do material no ambiente intraluminal (CHOY *et al.*, 2024). Yoon & Choy (2024) relataram fatores que podem predispor à fratura de *stents*, podendo ser fatores ligados ao *stent* (material, design), ligados ao paciente (características anatômicas, a contração e o relaxamento dos músculos respiratórios ao redor da traqueia, doença respiratória crônica, tosse, extensão e progressão da doença), além de falhas no processo de colocação. Outros fatores que podem predispor à fratura do *stent*, abordados por Choy *et al.* (2024) são o ganho de peso corporal e a tortuosidade traqueal (*tracheal kinking*). Tortuosidade traqueal é um fenômeno que ocorre em alguns animais com colapso traqueal grave, devido à perda da capacidade da traqueia de suportar a pressão sobre o lúmen durante a tosse, fazendo com que o órgão perca sua conformação reta em algum segmento.

A fratura de *stent* intraluminal pode levar a consequências que variam de tosse em diferentes graus, colapso pulmonar até à perfuração das vias aéreas levando à mortalidade. Quando ocorre fratura do *stent*, o mesmo perde sua força, causando recorrência do estreitamento luminal e, com isto, dos sinais clínicos. Além disso, os fragmentos do *stent* podem perfurar a parede traqueal, o que faz com que seja necessária ressecção e anastomose do segmento traqueal (YOON & CHOI, 2024).

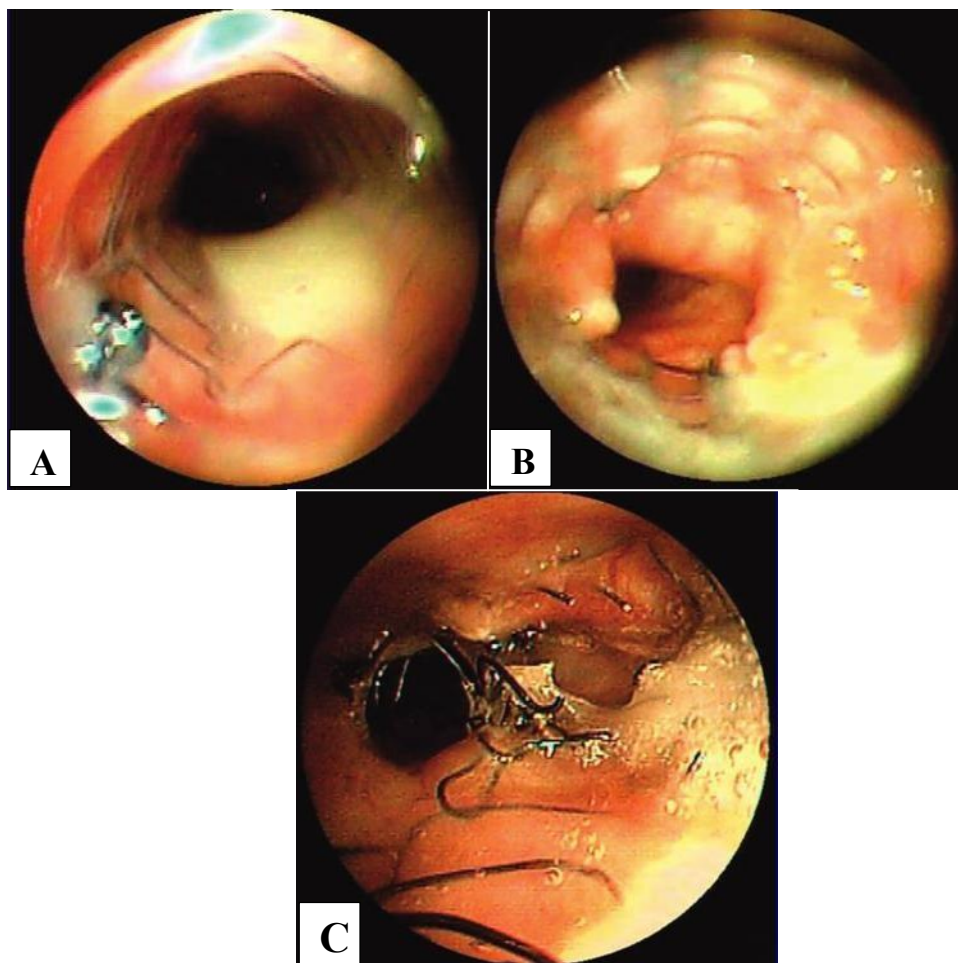


Figura 9 – Complicações após colocação de *stent* intraluminal traqueal em cão. (A) traqueíte severa; (B) tecido de granulação excessiva. (C) fratura do *stent*. Fonte: Adaptado de Sura (2008).

Diversos estudos têm sido realizados com o objetivo de desenvolver *stents* intraluminais capazes de apresentar melhores resultados clínicos e menor taxa de complicações. Alguns dos *stents* atualmente existentes são os expansíveis por balão, os autoexpansíveis feitos de aço inoxidável e de nitinol cortado a laser, os autoexpansíveis superelásticos, de polidimetilsiloxano (PDMS ou silicone biocompatível) (LORENZI *et al.*, 2024) e *stents* cônicos (KIM *et al.* 2022; SCANAGATTA & GUSSO, 2021; VIOLETTE *et al.*, 2019). Kim *et al.*, (2022) argumentaram que a maioria dos *stents* em uso atualmente são desenvolvidos para a medicina humana e isso pode ter relação com a alta taxa de complicações encontrada em sua aplicação na veterinária, uma vez que as traqueias de humanos e cães possuem características anatômicas diferentes.

Para minimizar a taxa de complicações relativas à migração e fratura de *stents* intraluminais, Saile (2015) e Raski *et al.* (2018) propuseram que a escolha do paciente,

bem como o dimensionamento da prótese sejam feitos de maneira criteriosa. A escolha de um *stent* de tamanho adequado é de fundamental para o sucesso do procedimento, a fim de evitar complicações advindas de falhas no dimensionamento. Se o *stent* tiver diâmetro pequeno para o segmento, pode haver migração ou encurtamento. *Stents* excessivamente grandes podem ocasionar necrose na parede traqueal, devido ao excesso de pressão (SCANAGATTA & GUSSO, 2021).

A maneira ideal de realizar o dimensionamento do *stent* a fim de evitar complicações permanece controversa. Em humanos, a técnica de diagnóstico por imagem mais fidedigno para medição da traqueia é a tomografia computadorizada, devido à melhor definição e ausência de sobreposição. Na medicina veterinária, em algumas ocasiões, o custo pode limitar a realização deste exame (RASKI *et al.*, 2018). Além disso, a TC exige anestesia geral, podendo ser contraindicado como etapa de planejamento em pacientes com colapso traqueal grave, a menos que se tenha um plano terapêutico bem definido, devido à possibilidade de problemas na recuperação (SAILE, 2015).

Bojrab & Monet (2010) defendem que, para evitar migração, o *stent* deve ser superdimensionado em 10% a 20%, em relação ao diâmetro traqueal. Na mesma linha Raski *et al.* (2018) sugeriram que na escolha do *stent* realize-se a adição de 2,0 a 3,0 milímetros ao diâmetro máximo da traqueia, a fim de minimizar o risco de migração. Macphail & Fossum (2014) referiram que alguns autores recomendam a medição do diâmetro da traqueia a partir de radiografias feitas sob aplicação de pressão positiva de 10 mmHg (20 cm H₂O), com a extremidade do tubo posicionada no final da laringe.

Scanagatta & Gusso (2021) relataram que diferentes estudos realizados com cães que foram submetidos ao implante do *stent* intraluminal apresentaram resultados satisfatórios em termos de melhora dos sinais clínicos à longo prazo. Por outro lado, segundo Durant (2012) 50% dos tutores avaliaram como razoável o resultado da cirurgia de cães tratados com um *stent* intraluminal, indicando que houve persistência da tosse e necessidade de medicação regular nesses pacientes. Apenas 11,1% dos casos foram considerados com excelente evolução, sem tosse ou necessidade de medicação. De acordo com Chisnell & Pardo (2014), diferentemente de cães tratados com anéis extraluminiais, deve-se esperar a necessidade contínua de tratamento médico em cães

com *stent* traqueal intraluminal, principalmente de antitussígenos por pelo menos 3 a 4 semanas após sua colocação.

O custo para implantação de *stents* intraluminais é considerado, de modo geral, mais alto do que a colocação de próteses extraluminais (DIAS *et al.*, 2023). Isto se deve, além do custo mais alto do próprio implante, à necessidade de equipamentos avançados como fluoroscópio ou endoscópio. Em um hospital veterinário norte americano, o custo estimado para colocação do *stent* intraluminal, incluindo despesas com hospitalização, investigação diagnóstica e aplicação do implante em si era de US\$ 5900 a US\$ 6500 em junho de 2023 (LAROSA, 2023). No Brasil, há ainda outro limitador que é a baixa oferta de implantes traqueias intraluminais veterinários no mercado nacional, fazendo necessário a importação em diversos casos. Para Suematsu *et al.* (2019), mais estudos devem ser realizados com o objetivo de desenvolver técnicas que permitam melhores resultados no tratamento cirúrgico de animais com colapso traqueal e menores taxas com complicações pós-operatórias.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral:

Descrever uma nova abordagem cirúrgica para implantação da prótese em espiral extraluminal de nitinol em modelo canino ex-vivo, comparando os possíveis acessos e descrevendo detalhadamente a técnica cirúrgica.

3.2 Objetivos específicos:

- a) Descrever a anatomia aplicada ao acesso cirúrgico à traqueia, em sua porção intratorácica.
- b) Verificar qual espaço fornece melhor acesso à traqueia torácica canina para a implantação da prótese extraluminal flexível em espiral de nitinol.
- c) Definir os critérios para que um paciente canino seja considerado apto para a realização do procedimento.
- d) Levantar, com base na realização da técnica em cadáveres, quais são os principais desafios e complicações transoperatórias esperadas na realização do procedimento cirúrgico em animais vivos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado nas dependências do Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinárias (DCCV) e Hospital Veterinário, localizados na Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (EV-UFMG).

Foram utilizados 18 cadáveres de cães (*Canis familiaris*), entre machos e fêmeas, predominantemente adultos, com peso corporal entre oitocentos gramas e cinco quilogramas, cuja causa primária do óbito não tenha relação com enfermidades do trato respiratório. A amostragem do estudo foi composta por cadáveres criopreservados, provenientes do Centro de controle de Zoonoses de Vespasiano – MG e de ONGs de Betim-MG.

Os animais foram distribuídos em dois grupos experimentais, com 9 animais cada, sendo eles:

Grupo 1 – acesso pelo segundo espaço intercostal direito (GS).

Grupo 2 – acesso pelo terceiro espaço intercostal direito (GT).

Foi utilizada nesse estudo a prótese em espiral de nitinol (InTrak, Modelo: Helix Shape Ni-Ti) com espessura de 0.9mm, diâmetro de 10mm e comprimento 40mm (Fabricante: InPulse Animal Health Brasil) (Figura 10). Todos os procedimentos foram realizados pelo mesmo cirurgião.

Os cadáveres foram posicionados em decúbito lateral esquerdo e foi realizada tricotomia de toda a lateral do hemitórax direito do animal. Posteriormente, foi realizada incisão cutânea na altura do espaço intercostal correspondente ao grupo. Em seguida, foi feita incisão dos músculos cutâneo do tronco, grande dorsal, serrátil ventral e intercostais interno e externo e acesso à cavidade torácica por meio de incisão pleural, conforme descrito por MacPhail & Fossum (2014). As costelas foram protegidas com compressas e afastadas com afastador autoestático de Finochietto, o suficiente para possibilitar a visualização, identificação e manejo das estruturas intratorácicas de interesse para o procedimento. Foi realizada a tração caudal delicada do pulmão, permitindo a visualização da região mediastinal cranial (Figura 11).

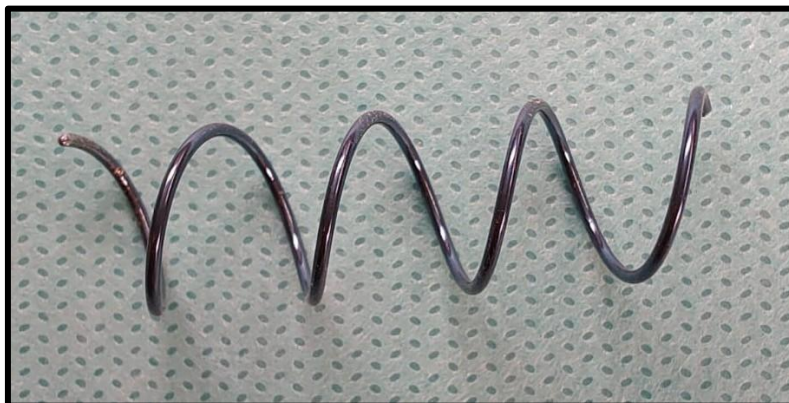


Figura 10 – Prótese traqueal em espiral de nitinol Helix Shape Ni-Ti (0,9mm x 10 mm x 40mm). Fonte: Acervo pessoal.

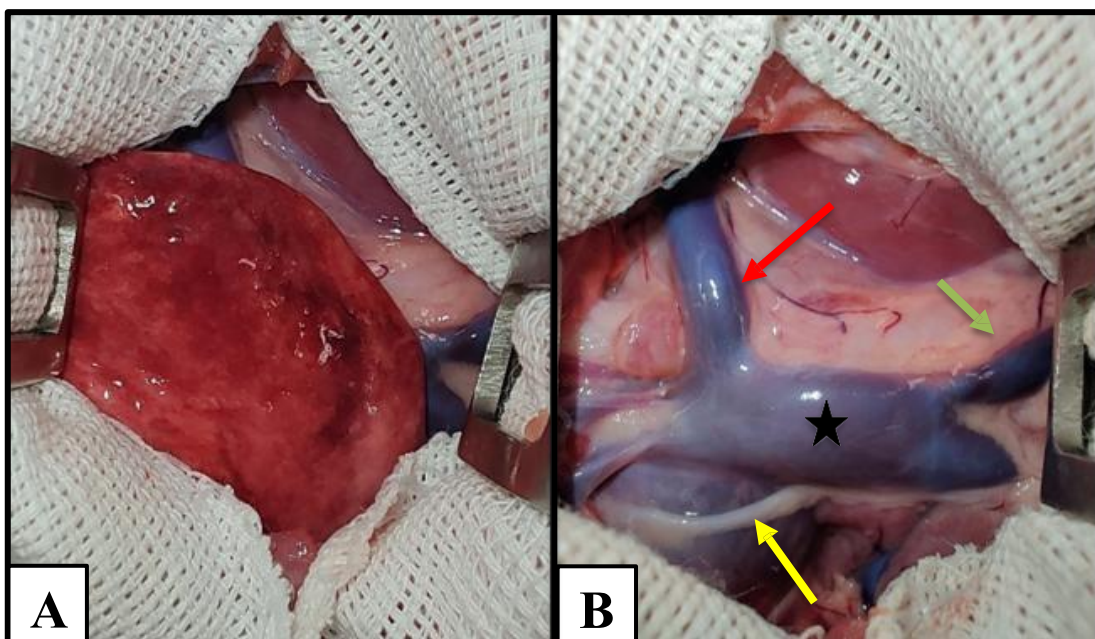


Figura 11 – Toracotomia em cadáver de cão para implantação de prótese extraluminal de nitinol na traqueia. (A) Observa-se a região do mediastino cranial direito. (B) Observa-se exposição das estruturas mediastinais craniais após a retração caudal do pulmão. Verificam-se a veia ázigos direita (seta vermelha), veia costocervical (seta verde), veia cava cranial (estrela preta) e nervo frênico (seta amarela). Fonte: Acervo pessoal.

Após ruptura e dissecação fásia pré-traqueal, a traqueia foi dissecada de suas estruturas adjacentes (Figura 12). Foram localizados os nervos vago e frênico, as artérias e veias torácicas internas, veia ázigos direita e veia costocervical.

Foi feita a dissecação delicada em torno do nervo vago e o isolamento do mesmo com fio de seda 2-0, com o objetivo de proteger a estrutura quanto ao risco de encarceramento no momento da passagem da prótese (Figura 13).



Figura 12 – Toracotomia em cadáver de cão para implantação de prótese extraluminal de nitinol na traqueia. Observa-se a ruptura e dissecação da fáscia pré-traqueal. Fonte: Acervo pessoal.

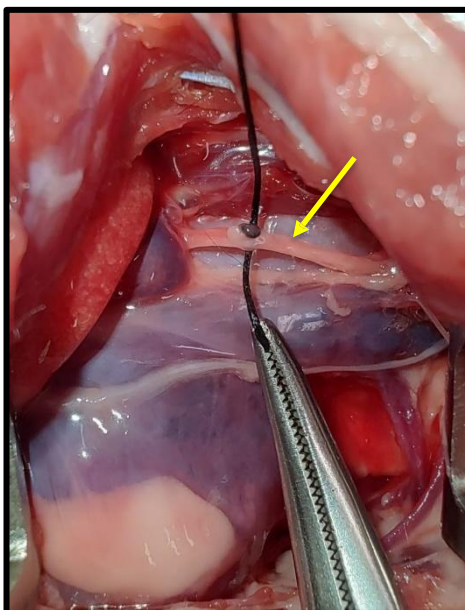


Figura 13 – Isolamento do nervo vago (seta) com fio de seda 2-0. Fonte: Acervo pessoal.

A traqueia foi identificada e sobre ela foram colocados dois pontos de reparo, sendo um no limite cranial e um no limite caudal, a fim de individualizar o espaço onde seria inserida a prótese traqueal. O limite cranial definido foi um anel traqueal caudal à veia costocervical. O limite caudal foi um anel traqueal cranial à veia ázigos direita. Com o auxílio dos pontos de reparo, foi realizada a tração delicada da traqueia e ampliada a dissecação dos tecidos peritraqueais com *swab* estéril, até que houvesse uma janela adequada para a passagem da prótese (Figura 14). Posteriormente, foi realizada implantação da prótese ao redor da traqueia, com auxílio de uma pinça hemostática curva posicionada a partir da face dorsal do órgão (Figura 15).

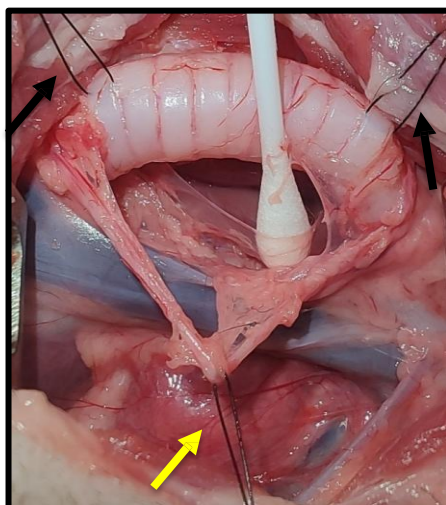


Figura 14 – Dissecção do tecido conjuntivo peritraqueal com swab estéril em modelo cadavérico de cão. Fonte: Nota-se os pontos de reparo realizado na traqueia (setas pretas) e o nervo vago isolado com o fio de seda (seta amarela). Acervo pessoal.

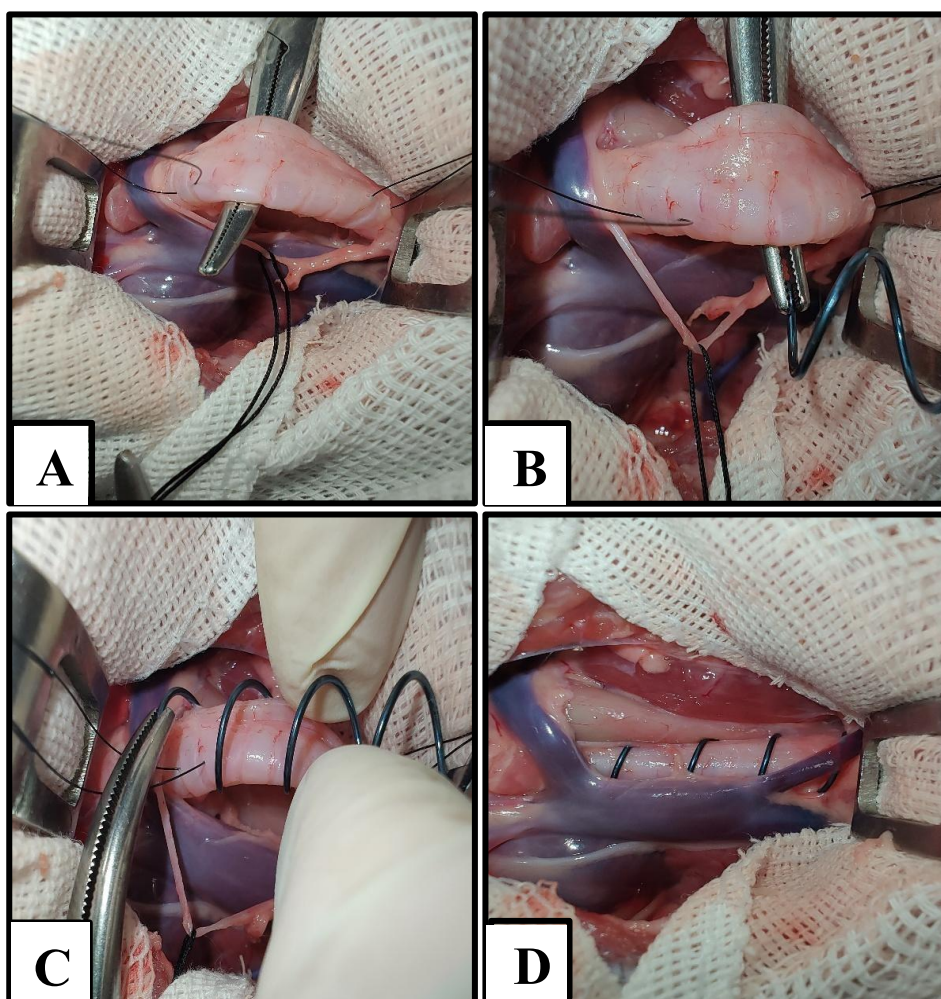


Figura 15 – Colocação da prótese extraluminal em espiral em torno da traqueia de modelo cadavérico de cão. (A e B) Observa-se a pinça hemostática em torno da traqueia de forma a auxiliar a passagem da espiral. (C e D). Observa-se a prótese posicionada em torno da traqueia. Fonte: Acervo pessoal.

Após a colocação da prótese, foi feita a remoção do segmento traqueal envolvido para a medição de sua altura e largura. A toracorráfia foi realizada em padrão Sultan, conforme descrito por MacPhail & Fossum (2014). Foi feita a aproximação da musculatura e do tecido subcutâneo, com padrão simples contínuo, em planos isolados. A dermorráfia foi realizada com sutura em padrão simples separado.

Após a síntese, o paciente foi posicionado em decúbito dorsal, para obtenção de um fragmento da traqueia cervical. Foi realizada incisão cutânea cervical, afastamento da musculatura e tecidos peritraqueais e exposição da traqueia cervical. Em sua porção central, foi removido um fragmento traqueal de comprimento igual a dois anéis, para obtenção das medidas de largura e altura traqueal deste segmento.

Em cada animal, foram avaliados e registrados os seguintes parâmetros:

- Peso corporal.
- Distância linear entre as extremidades dorsal e ventral do tórax, na altura da quinta vértebra torácica.
- Tempo de procedimento, a partir do início da diérese até o final da colocação da prótese.
- Possibilidade de visualização das estruturas anatômicas: nervo vago, nervo laríngeo recorrente, veia ázigos direita, veia costocervical, artéria subclávia direita e carina.
- Ocorrência de trauma esofágico, traqueal ou ao nervo vago e outras intercorrências.
- Possibilidade de aplicação da prótese sem risco de lesão ou encarceramento de estruturas anatômicas.
- Altura e largura traqueal em segmentos cervical e intratorácico.
- Distância entre veia ázigos direita e veia costocervical.

Para cada animal, foi calculada a proporção entre o tamanho da prótese utilizada e a distância entre a veia ázigos direita e veia costocevicla direita, por meio da fórmula:

$$\text{proporção } (x) = \frac{\text{comprimento da prótese em milímetros } (cp)}{\text{distância v. Ázigos direita à v. costocervical } (ac)}$$

5 RESULTADOS

O procedimento foi realizado em 18 cães. O peso médio dos animais foi de $3,344 \pm 1,309$ kg no grupo GS (abordagem do tórax no segundo espaço intercostal direito) e $3,067 \pm 1,316$ kg no grupo GT (abordagem do tórax no terceiro espaço intercostal direito). Considerando os dois grupos, o peso médio dos animais foi 3,2 kg (Tabela 1).

Tabela 1 - Valores da média, mediana, desvio padrão e intervalo de confiança a 95 % para os valores dos grupos analisados quanto a variável peso corporal (Kg) em modelo cadavérico de cão.

| Grupos | Média | Mediana | Desvio Padrão | Intervalo de confiança 95 % | |
|----------------------------------|-------|---------|---------------|-----------------------------|----------|
| | | | | Inferior | Superior |
| GS (segundo espaço intercostal) | 3,344 | 3,800 | 1,309 | 2,338 | 4,350 |
| GT (terceiro espaço intercostal) | 3,067 | 2,800 | 1,316 | 2,055 | 4,078 |

O acesso realizado em todos os animais, independentemente do grupo, permitiu a visualização do nervo vago, artéria torácica interna, veia ázigos e veia costocervical. Embora pudesse ser visualizada após extensão da dissecação, a artéria subclávia não pôde ser observada com facilidade em nenhum dos procedimentos, devido à sua localização mais cranial à região do acesso. Da mesma forma, a carina traqueal não foi visualizada com facilidade em nenhum dos animais dos dois grupos.

Não houve trauma esofágico, traqueal ou do nervo vago em nenhum animal. Fratura de costela foi observada em 2 animais (11%), ambos do grupo em que se utilizou o segundo espaço intercostal para o acesso (Figura 16).

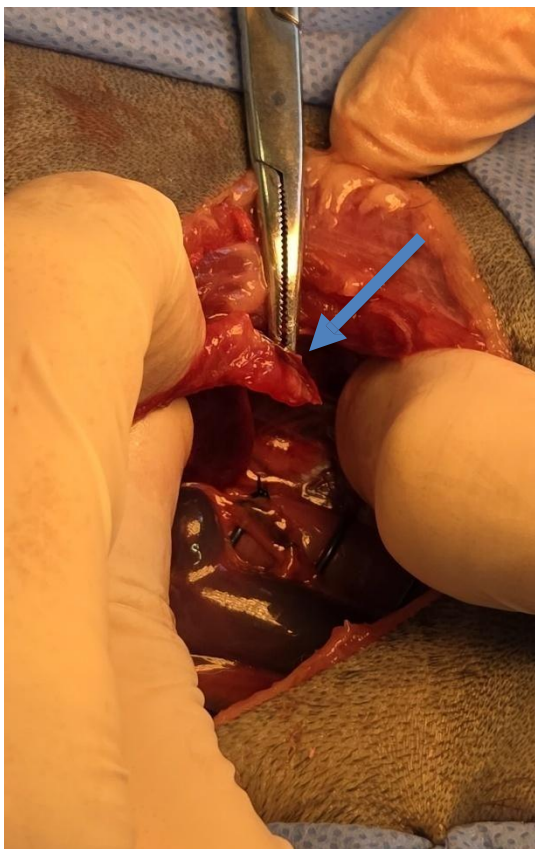


Figura 16– Toracotomia em cadaver de cão para implantação de prótese extraluminal de nitinol na traqueia. Observa-se fratura de terceira costela (seta) durante o a toracotomia no segundo espaço intercostal. Fonte: Acervo pessoal.

A técnica de implantação da prótese foi realizada com sucesso em 14 dos 18 animais incluídos no experimento (77%). Em todos os procedimentos classificados como falha, a causa verificada foi o fato de a prótese testada ser excessivamente comprida para ser implantada na traqueia intratorácica do animal, oferecendo risco de complicações transoperatórias, como trauma à veia ázigos ou à veia costocervical, seu encarceramento ou compressão, além de prováveis complicações pós-operatórias.

O tempo médio entre o início da diérese e o término da passagem da prótese foi de aproximadamente 41 minutos no GS e 45 minutos no GT, não representando diferença estatisticamente significativa (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores da média, mediana, desvio padrão e intervalo de confiança a 95% para o tempo (em minutos) compreendido entre o início da diérese e o final da colocação da prótese extraluminal na traqueia de em modelo cadavérico de cão.

| Grupos | Média | Mediana | Desvio Padrão | Intervalo de confiança 95 % | |
|----------------------------------|-------|---------|---------------|-----------------------------|----------|
| | | | | Inferior | Superior |
| GS (segundo espaço intercostal) | 41,22 | 43,00 | 8,671 | 34,56 | 47,89 |
| GT (terceiro espaço intercostal) | 44,89 | 44,00 | 8,283 | 38,52 | 51,26 |

As medidas de altura e largura da traqueia em segmento cervical e torácico (tanto no aspecto cranial do segmento em que foi aplicada a prótese quanto no aspecto caudal) estão representadas nas Tabelas 3 e 4. Foi verificada correlação entre as dimensões da traqueia nesses segmentos.

Tabela 3 - Valores do peso (em kg) e altura da traqueia cervical e intratorácica nas extremidades cranial e caudal da prótese (em mm) em modelo cadavérico de cão.

| | Grupo | | |
|--|----------------------|----------------------|-----------------------|
| | GS | GT | Todos |
| Peso | 3,344 ± 1,309 (9) | 3,067 ± 1,316 (9) | 3,206 ± 0,445 (18) |
| Altura da traqueia cervical | 10,67 ± 2,646 (9) | 10,33 ± 3,640 (9) | 10,50 ± 3,090 (18) |
| Altura da traqueia intratorácica (extremidade cranial da prótese) | 9,167 ± 2,046 (9) | 8,778 ± 1,889 (9) | 8,972 ± 2,015 (18) |
| Altura da traqueia intratorácica (extremidade caudal da prótese) | 9,667 ± 2,385 (9) | 8,722 ± 2,373 (9) | 9,194 ± 2,380 (18) |

Valores apresentados como média (mm) ± desvio padrão (n).

Tabela 4 - Valores do peso (em kg) e largura da traqueia cervical e intratorácica nas extremidades cranial e caudal da prótese (em mm) em modelo cadavérico de cão.

| | Grupo | | |
|---|-------------|-------------|--------------|
| | GS | GT | Todos |
| Peso | 3,344 | 3,067 | 3,206 |
| | ± 1,309 (9) | ± 1,316 (9) | ± 0,445 (18) |
| Largura da traqueia cervical | 15,61 | 14,61 | 15,111 |
| | ± 4,099 (9) | ± 3,943 (9) | ± 4,021 (18) |
| Largura da traqueia intratorácica (extremidade cranial da prótese) | 13,22 | 11,22 | 12,222 |
| | ± 4,147 (9) | ± 3,528 (9) | ± 3,899 (18) |
| Largura da traqueia intratorácica (extremidade caudal da prótese) | 12,94 | 11,67 | 12,305 |
| | ± 3,844 (9) | ± 3,562 (9) | ± 3,710 (18) |

Valores apresentados como média (mm) ± desvio padrão (n).

A distância média entre a veia costocervical e a veia ázigos foi de $31,3 \pm 2.35$ mm (Tabela 5). Valores menores ou iguais a 25 mm para esta medida apresentaram correlação de 100% com a falha do procedimento. Em todos os cadáveres com esta medida igual ou acima de 27 mm foi possível a colocação da prótese com sucesso.

A distância entre a veia costocervical e a veia ázigos não apresentou correlação estatística forte com o peso do animal ($r = 0,58$) (Gráfico 1). Três dos quatro casos de falha do procedimento (75%) foram em animais com peso igual ou menor do que 1,9kg. Verificou-se que a altura torácica apresentou correlação com a distância entre a veia costocervical e a veia ázigos mais forte do que o peso ($r = 0,64$) (Gráfico 2).

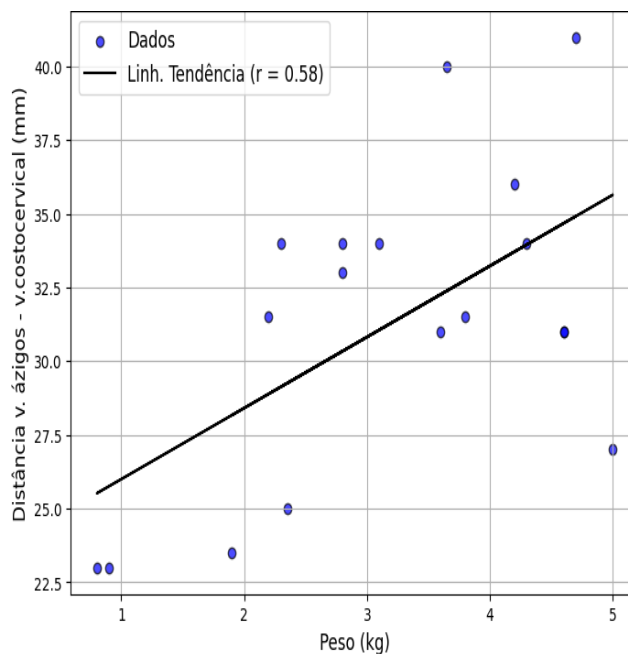


Gráfico 1 – Correlação entre peso (kg) de cães e distância entre a veia ázigos e a veia costocervical (mm). A correlação foi considerada insignificante de 0,00 a $\pm 0,29$; baixa de $\pm 0,30$ a $\pm 0,49$; moderada de $\pm 0,50$ a $\pm 0,69$; alta de $\pm 0,70$ a $\pm 0,89$; e muito alta de $\pm 0,90$ a ± 1 . A significância estatística foi considerada quando $p < 0,05$.

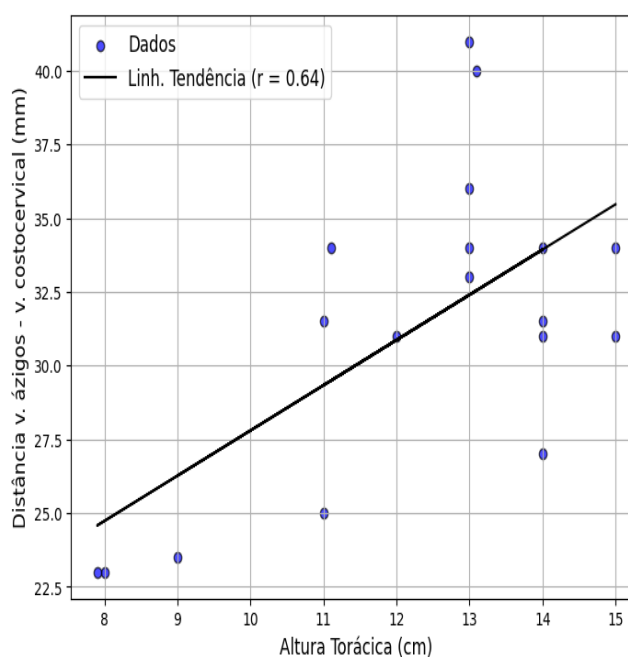


Gráfico 2 – Correlação entre altura da traqueia torácica (cm) de cães e distância entre a veia ázigos e a veia costocervical (mm). A correlação foi considerada insignificante de 0,00 a $\pm 0,29$; baixa de $\pm 0,30$ a $\pm 0,49$; moderada de $\pm 0,50$ a $\pm 0,69$; alta de $\pm 0,70$ a $\pm 0,89$; e muito alta de $\pm 0,90$ a ± 1 . A significância estatística foi considerada quando $p < 0,05$.

A proporção entre o comprimento da prótese utilizada e a distância entre a veia ázigos direita e a veia costocervical demonstrou forte impacto na possibilidade ou não de aplicar a prótese. Nos animais em que o valor de x (de acordo com a fórmula proposta neste trabalho) foi menor ou igual a 1,5, houve sucesso do procedimento, ao passo que todas as falhas concentraram-se em animais cujo valor de x foi maior ou igual a 1,6. O cálculo do valor de x pode ser proposto para a escolha do comprimento da prótese, em casos em que puderem ser realizados exames como a angiotomografia como parte do planejamento cirúrgico.

Tabela 5 - Valores do peso (em kg) e distância entre veia ázigos direita e veia costocervical direita (em mm) em modelo cadavérico de cão.

| | Grupo | | |
|---|----------------------|----------------------|------------------------|
| | GS | GT | Todos |
| Peso | 3,344 ± 1,309 (9) | 3,067 ± 1,316 (9) | 3,206 ± 0,445 (18) |
| Distância entre veia ázigos direita e veia costocervical | 32,89 ± 4,801 (9) | 29,72 ± 5.608 (9) | 31,305 ± 5,224 (18) |

Valores apresentados como média (mm) ± desvio padrão (n).

6 DISCUSSÃO

A utilização de cadáveres é um recurso adequado para o ensino e treinamento de práticas cirúrgicas, apresentando vantagens do ponto de vista ético em relação à prática em animais vivos (Silva, 2003). Da mesma forma, como neste estudo, cadáveres caninos podem ser utilizados na fase de validação de novas abordagens cirúrgicas, como uma estratégia que permita a obtenção de dados previamente à realização de estudos com animais vivos. Tais dados podem ser utilizados para nortear estes estudos, reduzir o número de animais e o erro em potencial, a fim de atender aos princípios de bem estar animal. Para a realização deste estudo, foi proposta uma amostragem por conveniência, em que os animais não foram eutanasiados para participarem da pesquisa, mas devido a condições clínicas prévias. Assim como observado em outros estudos (Pérez-Merino *et al.*, 2018; Silva, 2003), os cadáveres apresentaram alta similaridade com animais vivos, quantos às características anatômicas, sendo suficientes para a descrição da abordagem. É importante, porém, pontuar que estudos posteriores em animais vivos são necessários para a obtenção de dados que não podem advir de modelos *ex vivo*, como a ocorrência de sangramento, edema tecidual transoperatório por manipulação, além da evolução pós-operatória e taxa de sobrevivência.

Em termos de visualização das estruturas anatômicas torácicas relevantes para a colocação da prótese traqueal intratorácica, a abordagem realizada demonstrou-se eficiente. De acordo com Moores (2007), a toracotomia lateral é suficiente para oferecer acesso a aproximadamente um terço do tórax ipsilateral à abertura, enquanto a esternotomia mediana é necessária quando a técnica cirúrgica exigir uma janela maior ou acesso aos dois lados do tórax. Dados deste estudo sugerem que a abordagem realizada, por toracotomia lateral, foi suficiente para execução da técnica proposta, uma vez que as estruturas de interesse como traqueia, nervo vago direito, veia ázigos direita, veia costocervical direita e esôfago foram adequadamente visualizadas e o acesso possibilitou seu manejo.

O fato de não ser possível visualizar a artéria subclávia direita pelos acesso descritos não pareceu reduzir a probabilidade de sucesso do procedimento cirúrgico, uma vez que a estrutura não interfere no campo de passagem da prótese. O mesmo pode ser

afirmado em relação à carina traqueal. Ao utilizarem sete cadáveres caninos para avaliar a possibilidade de implantação de prótese espiral de nitinol na traqueia intratorácica por meio de uma incisão na região cervical seguida de mediastinoscopia, Gomes *et al.* (2021) também verificaram que em 3/7 (42,9%) dos animais não foi possível realizar a identificação da carina traqueal na passagem da prótese, mas este fato não interferiu no sucesso do procedimento.

Neste estudo, ambas as abordagens testadas (segundo ou terceiro espaço intercostal) mostraram-se viáveis, permitindo a implantação da prótese na maioria dos casos. Não foi verificada diferença significativa na dificuldade para dissecação das estruturas peritraqueais e passagem da prótese entre os dois grupos, o que pode ser verificado pelo fato de não ter havido diferença estatisticamente relevante na comparação entre os tempos de dissecação dos grupos.

Os casos em que houve insucesso na passagem da prótese estiveram concentrados em pacientes de porte miniatura, mostrando que, nestes animais, deve-se esperar um desafio maior do ponto de vista cirúrgico. Apesar disso, não é possível afirmar que a abordagem proposta não seria viável para ser realizada em pacientes de menor porte. A prótese que foi testada possui 40mm de comprimento e estão disponíveis no mercado próteses de outros comprimentos e diâmetros. Acredita-se que próteses de comprimentos menores poderiam apresentar melhores resultados em animais pequenos. Do mesmo modo, é possível que a colocação de próteses em anel individual seja mais adequada para estes pacientes, mas novos estudos seriam necessários para avaliar sua viabilidade.

Os valores encontrados para o diâmetro traqueal foram significativamente menores do que os verificados por Guimarães (2012), o que era esperado, tendo em vista que o trabalho em questão utilizou animais de diversos portes, tendo seu peso variado entre 4,2 e 21,5 kg, com média de $9,42 \pm 4,2$, sendo consideravelmente maior do que a média dos pesos verificados neste experimento ($3,20 \pm 0,44$). Acredita-se que os valores encontrados neste experimento reflitam de maneira mais fidedigna a casuística do CT, tendo em vista que é uma enfermidade mais comum em animais de porte pequeno.

Neste estudo, assim como descrito por Beltrán (2020), não se verificou correlação forte entre o peso corporal e as medidas de diâmetro traqueal. Sugere-se cautela ao utilizar o peso corporal como parâmetro para estimar medidas anatômicas, devido às diferenças raciais e de escore de condição corporal que podem existir entre os animais.

Guimarães (2012), encontrou forte correlação positiva ao comparar o comprimento traqueal com o perímetro e comprimento corporal dos animais. Dados deste estudo apontam para a possibilidade de existência de correlação, embora mais fraca, entre a altura torácica e diâmetro traqueal, superior à correlação verificada entre o peso e o diâmetro traqueal. Estudos futuros podem ser desenvolvidos a fim de estabelecer cálculos que permitam inferir o diâmetro traqueal normal a partir de medidas como estas, que podem ser facilmente aferidas na rotina clínica.

Assim como verificado em estudos realizados por Dallman e Brown (1979) e Guimarães (2012), a traqueia apresenta uma redução no seu diâmetro no sentido craniocaudal. Neste estudo, foi verificada uma correlação entre o diâmetro da traqueia cervical e da traqueia intratorácica, indicando que a redução do diâmetro entre os segmentos tende a ser regular.

A literatura clássica contraindica o tratamento cirúrgico extraluminal para a traqueia intratorácica. Esta recomendação está presente em livros de cirurgia mais antigos, como Bojrab (1996), com base em estudos prévios, e tem sido referenciada por autores mais recentes. Nesse período, houve diversos avanços na rotina clínico- cirúrgica, como o advento de novos equipamentos, biomateriais, fármacos e protocolos anestésicos. Este fenômeno abriu um campo para a revisão desta recomendação e alguns trabalhos científicos, como os de Gomes (2021) e Silva (2022), têm sido desenvolvidos recentemente, na tentativa de validar técnicas para o tratamento do colapso traqueal intratorácico pela via extraluminal, evitando as potenciais complicações que têm sido observadas pelo uso de *stents* intraluminais. Dessa forma, dados encontrados nesse estudo mostraram que, de modo geral, respeitados os critérios de aptidão do paciente, a abordagem proposta mostrou-se viável para ser realizada.

Silva *et al.* (2022) relataram um caso de sucesso utilizando uma abordagem por toracotomia intercostal, semelhante a utilizada neste estudo, para a colocação de prótese extraluminal de nitinol em cão. No caso avaliado, a prótese foi aplicada com sucesso e o paciente acompanhado por quatro anos após a cirurgia, tendo apresentado recuperação favorável e desmame das medicações. Não foi verificada progressão do colapso traqueal. O peso do animal do relato era de 5,0 kg no momento da cirurgia, acima do observado como mínimo neste estudo para que a colocação prótese seja feita com sucesso. É importante considerar que tanto a prótese deste estudo quando a utilizada pelos autores em seu relato de caso possuíam as mesmas dimensões e material.

Scagnatta & Gusso (2021) relataram um caso de recidiva de sinais clínicos de colapso traqueal, um ano e dez meses após suposta colocação da prótese em espiral de nitinol em traqueia intratorácica, que havia sido realizada em outro serviço veterinário, não havendo descrição detalhada da técnica utilizada. No trabalho em questão, verifica-se as radiografias que foram realizadas na ocasião do atendimento do paciente., nas quais é possível identificar uma prótese em espiral de aproximadamente 8 centímetros de comprimento em topografia de traqueia intratorácica. Dados obtidos neste experimento mostram que dificilmente a prótese em questão foi aplicada diretamente na traqueia intratorácica do animal, devido às limitações de acesso cirúrgico e desproporção entre o comprimento da prótese e da traqueia intratorácica do animal. Suspeita-se, então, que na verdade a prótese havia sido aplicada na porção cervical da traqueia, e migrado para a porção intratorácica com o passar do tempo.

Gomes *et al.*, (2021) verificaram lesão do esôfago em um dos sete cadáveres utilizados em seu estudo (14,29%), e do nervo laríngeo recorrente em dois cadáveres (28,57%). Este eventos não foram verificados nesse estudo, onde não ocorreram lesões ao esôfago ou a estruturas nervosas. Isso provavelmente se deve ao fato de a abordagem por toracotomia intercostal oferecer melhor visualização e possibilidade de realizar manobras de proteção das estruturas intratorácicas, quando comparada com a mediastinoscopia.

Por se tratar de um estudo realizado em cadáveres, não é possível descrever a ocorrência de todas as complicações possíveis. Entretanto, com base em relatos anteriores, é possível supor quais são as mais prováveis. Estudos prévios apontaram que as principais complicações da implantação de próteses traqueais extraluminais são a paralisia laríngea, necrose traqueal, dor incisional e formação de seroma, além de persistência da manifestação clínica (Janice, 1997; Sura, 2008). Tais estudos foram realizados considerando a abordagem cervical. Outras complicações em potencial podem advir da toracotomia, dentre elas: seroma, inflamação tecidual excessiva, claudicação de membro torácico, secreção na ferida cirúrgica e fratura de costela (Moores, 2007).

Mapear a ocorrência de tais complicações deve ser uma das prioridades em trabalhos futuros, a serem realizados em animais vivos. Em seu relato de caso, Silva *et al.* (2022) não verificaram a ocorrência de nenhuma das complicações citadas.

Dados deste experimento permitem inferir que, quando comparada com a colocação da prótese em espiral na traqueia cervical, a técnica realizada promove menor risco de ocorrência de lesão neurológica, uma vez que o nervo laríngeo recorrente (NLR) direito permaneceu protegido, fora do campo cirúrgico e sem contato com a prótese. Essa observação corrobora o descrito por Hermanson, De Lahunta & Evans (2019), que referem que o nervo laríngeo recorrente deixa o nervo vago ao nível do gânglio cervical médio contorna a artéria subclávia direita, seguindo em direção à laringe. Sendo assim, o procedimento de passagem da prótese ocorre caudal ao início do NLR direito. Visualiza-se, ao invés disso, o nervo vago deste lado, o qual pode ser delicadamente dissecado e protegido, conforme proposto na técnica descrita neste trabalho.

A técnica de proteção do nervo vago com o uso de fio cirúrgico multifilamentar ao seu redor no transoperatório não é inédita. Este recurso é frequentemente utilizado no procedimento de oclusão de ducto arterioso persistente (PDA), conforme descrito por MacPhail & Fossum (2014), com resultados favoráveis no que se refere à prevenção de danos a essa estrutura.

Dano iatrogênico ao nervo vago não figura entre as principais complicações do procedimento de ligadura de PDA na literatura clássica (MACPHAIL & FOSSUM, 2014). Da mesma forma, em um estudo com 417 animais submetido a esta técnica, não foi relatada esta complicação (McNamara *et al.*, 2023).

Ainda assim, recomenda-se cautela durante a dissecação da traqueia e bom isolamento do órgão antes da colocação da prótese, a fim de evitar danos ao nervo laríngeo recorrente esquerdo, o qual emerge ao nível do arco aórtico e ascende paralelo à traqueia (Dyce, 2010). Adamovich-Rippe *et al.* (2013) relataram um caso de paralisia laríngea unilateral em um caso de correção de PDA em felino, no qual o nervo laríngeo recorrente esquerdo não foi identificado durante a cirurgia, sugerindo, segundo os autores, que este tipo de complicação é subdiagnosticada. Neste estudo, não se observou lesão ou encarceramento ao NLR esquerdo.

É possível supor que se este experimento tivesse sido realizado com animais vivos, alguns deles teriam desenvolvido claudicação do membro torácico direito no pós-operatório, com tendência a se resolver nas semanas seguintes. Esta complicação é relatada por alguns autores, supostamente devido à incisão ou retração excessiva do músculo grande dorsal (MACPHAIL & FOSSUM; MOORES, 2007).

Fratura de costela durante a colocação do afastador de Finochietto foi observada em dois animais deste estudo, número superior ao descrito por Moores (2007) em seu estudo retrospectivo, que avaliou registros de 70 cães submetidos a toracotomia intercostal, observando uma taxa de 0,014% para esta complicação. Tais ocorrências se deram durante a abertura do afastador autoestático no tórax, na tentativa de obtenção de um campo cirúrgico adequado para a realização do procedimento. A amplitude da abertura não foi superior àquela comumente empregada em toracotomias com outros fins. Especula-se que a ocorrência desta complicação em frequência superior à reportada para toracotomias na literatura tenha relação com a porção do tórax em que foi feito o acesso. Costelas mais craniais têm a tendência a apresentarem menor mobilidade, em comparação com aquelas mais caudais, como descrito por Dyce (2010). Tal observação pode ser corroborada pelo fato de ambas as ocorrências neste estudo terem se dado no grupo GS (segundo espaço intercostal), porém esta conclusão depende de estudos mais robustos.

O custo do tratamento é outro fator que não pode deixar de ser considerado, uma vez que interfere na decisão do tutor sobre realizar ou não determinado procedimento cirúrgico. Em um artigo de 2017, Kipperman e colaboradores referem que os tutores não poderem arcar com despesas veterinárias é um fator que prejudica a qualidade do cuidado aos pacientes. Em alguns casos, pode levar à chamada “eutanásia econômica”, que é aquela motivada por causas financeiras em detrimento de indicações clínicas, prática questionável do ponto de vista ético e de bem estar animal, além de impactar negativamente sobre a saúde mental dos médicos-veterinários (Cooney & Kipperman, 2023). Sendo assim, além de buscar reduzir a taxa de complicações e melhorar o prognóstico dos pacientes, os avanços na cirurgia veterinária devem considerar aspectos econômicos, para que tenham adequada disponibilidade. De modo geral, verifica-se que a colocação de próteses traqueais extraluminiais é mais acessível para os tutores, quando comparada com as de próteses intraluminiais. Isso se deve ao fato de o implante intraluminal ser mais oneroso e ter baixa disponibilidade no Brasil. Além disso, o fato de ainda ser realizado por um número limitado de cirurgiões faz com que o custo do procedimento seja consideravelmente alto, permanecendo fora do alcance de boa parcela dos tutores.

7 CONCLUSÕES

A técnica proposta neste estudo demonstrou resultados promissores quanto à possibilidade de implantação de prótese em espiral de nitinol na traqueia intratorácica. Ambas as abordagens testadas por meio de toracotomia no segundo e no terceiro espaço intercostal, permitiram a adequada visualização das estruturas anatômicas importantes na região, como a traqueia, nervo vago direito, veia ázigos direita e veia costocervical direita, sem evidência de lesões em estruturas adjacentes.

Os casos em que houve insucesso na aplicação da prótese ocorreram em animais de porte muito pequeno. Esses achados ressaltam a importância de estabelecimento de critérios para seleção de pacientes e para definição precisa do tamanho do implante a ser introduzido.

Dessa forma, pode-se concluir que as técnicas descritas mostraram boa aplicabilidade, com possibilidade mínima de complicação transcirúrgica, desde que respeitados parâmetros anatômicos e físicos que devem nortear a escolha dos pacientes candidatos.

Novos estudos devem ser realizados a fim de avaliar a ocorrência de determinadas complicações, comportamento biológico da prótese na porção torácica a longo prazo e resultados com próteses de tamanhos diferentes.

REFERÊNCIAS

ADAMOVICH-RIPPE, K. N. et al. Unilateral laryngeal paralysis subsequent to surgical ligation of a patent ductus arteriosus in an 8-week-old domestic shorthair cat. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 242, n. 12, p. 1727–1731, 15 jun. 2013. Disponível em: <<http://www.pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23725437>>

AYRES, S. A.; HOLMBERG, D. L. Surgical treatment of tracheal collapse using pliable total ring prostheses: results in one experimental and 4 clinical cases. *Canadian Veterinary Journal*, v. 40, n. 11, p. 787–793, nov. 1999. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10563256/>. Acesso em: 24 jul. 2025.

BANZATO, T. et al. Automatic classification of canine thoracic radiographs using deep learning. *Scientific Reports*, v. 11, n. 1, 17 fev. 2021. Disponível em: <<http://www.pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39012062>>

BEAL, M. W. Tracheal *Stent* Placement for the Emergency Management of Tracheal Collapse in Dogs. *Topics in Companion Animal Medicine*, v. 28, n. 3, p. 106–111, ago. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1053/tcam.2013.07.006>

BECKER, W. M. et al. Survival after Surgery for Tracheal Collapse and the Effect of Intrathoracic Collapse on Survival. *Veterinary Surgery*, v. 41, n. 4, p. 501–506, 6 jan. 2012. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22225498/>>

BELTRÁN, K. G.; PASCON, J. P. E.; MISTIERI, M. L. A. Radiographic evaluation of tracheal collapse in dogs by compressive technique. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 72, p. 799–806, 6 jul. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/wFgjDqSGcspng45LMhYvcLd/>

BENVENHO, CAROLINA, A. et al. Correlação de achados microbiológicos e citológicos coletados por broncoscopia de cães com colapso traqueal. *Archives of Veterinary Science*, v. 23, n. 2, 29 jun. 2018. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002896111>

BOJRAB, M. JOSEPH; MONNET, E. *Mechanisms of disease in small animal surgery*. Jackson, Wy: Teton Newmedia, 2010.

CANOLA, JÚLIO CARLOS; BORGES, NAÍDA CRISTINA. Compressão traqueal como método auxiliar no diagnóstico radiológico do colapso de traquéia cervical. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v. 42, n. 6, p. 414–414, 1 dez. 2005. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/items/da03eebd-e11a-4184-a828-137cfd1fefb>

CAVALCANTE, G. G. M. Abordagem cirúrgica do colapso traqueal: revisão de literatura. 2018. 39 p. Trabalho de conclusão de curso (graduação) – Universidade de Brasília, Brasília, 2018. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/14133>

CHISNELL, H. K.; PARDO, A. D. Long-Term Outcome, Complications and Disease Progression in 23 Dogs After Placement of Tracheal Ring Prostheses for Treatment of Extrathoracic Tracheal Collapse. *Veterinary Surgery*, p. n/a-n/a, jun. 2014. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33436911>>

CHOI, J.; MY, K.; YOON, H. Double-wire woven nitinol *stent* for treating dogs with refractory tracheal collapse: A case series. *Veterinární Medicína*, v. 69, n. 1, p. 30–34, 23 jan. 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38464999>

CONGIUSTA, M. et al. Comparison of short-, intermediate-, and long-term results between dogs with tracheal collapse that underwent multimodal medical management alone and those that underwent tracheal endoluminal *stent* placement. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 258, n. 3, p. 279–289, 1 fev. 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33496623>

COONEY, K.; KIPPERMAN, B. Ethical and Practical Considerations Associated with Companion Animal Euthanasia. *Animals*, v. 13, n. 3, p. 430, 27 jan. 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-2615/13/3/430>

DELLA MAGGIORE, A. An Update on Tracheal and Airway Collapse in Dogs. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v. 50, n. 2, p. 419–430, mar. 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31864678/>

DE LORENZI, D. et al. Dumon silicone *stents* can improve respiratory function in dogs with grade IV tracheal collapse: 12 cases (2019–2023). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 262, n. 7, p. 1–7, 1 jul. 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38569539/>

DIAS, DANILO ALVES; FAJARDO, HUGO VIEIRA; NUSCA, G. Implantação de *stents* extraluminal de nitinol em cão com colapso de traqueia severo: Relato de caso. *Pubvet*, v. 17, n. 13, p. e1517–e1517, 31 dez. 2023. Disponível em: <https://www.pubvet.org/abstract?id=1517>

DONE, S. H. et al. *Color Atlas of Veterinary Anatomy, Volume 3, the Dog and Cat E-Book*. [s.l.] Mosby, 2009.

DURANT, A. M. et al. Use of Nitinol *Stents* for End-Stage Tracheal Collapse in Dogs. *Veterinary Surgery*, v. 41, n. 7, p. 807–817, 7 set. 2012. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22957667/>

DYCE, K. M.; SACK, W. O.; C J G WENSING. *Textbook of veterinary anatomy*. 4. ed. St. Louis, Mo.: Saunders/Elsevier, 2010.

FINGLAND, R.B. et al. Clinical and pathologic effects of spiral and total ring prostheses applied to the cervical and thoracic portions of the trachea of dogs. *American Journal of Veterinarian Research*, v.50(12), p.2168–2175. 1989. Disponível em: <https://avmajournals.avma.org/view/journals/ajvr/50/12/ajvr.1989.50.12.2168.xml>

GOMES, H. L. et al. New Technique for Intrathoracic Implantation of Extraluminal Spiral Prostheses in the Trachea. *Acta Scientiae Veterinariae*, v. 49, 1 jan. 2021. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/actavet/49/PUB%201791.pdf>

GUIMARÃES, G. C. et al. Parâmetros métricos da traqueia e suas correlações com o perímetro torácico, peso e comprimento corporal de cães sem raça definida (*Canis familiaris*, Linnaeus, 1758). *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 28, n. 2, p. 270-276, Mar./Apr. 2012. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/11668/8489>

HATHAIPHAT SUKSANGVORAVONG et al. Automatic classification and grading of canine tracheal collapse on thoracic radiographs by using deep learning. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v. 65, n. 6, p. 679–688, 16 jul. 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39012062/>

HERMANSON, John W.; DE LAHUNTA, Alexander; EVANS, Howard E. Miller and Evans' anatomy of the dog. 5. ed. St. Louis: Saunders Elsevier, 2019. 1004 p.

HOROWITZ, Ana Carolina Nogueira Dinorah. Uso do sulfato de condroitina no tratamento do colapso de traquéia em cães: relato de seis casos. 2011. [64] f. Monografia (Bacharelado em Medicina Veterinária)-Universidade de Brasília, Brasília, 2011. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/1829>

HORST ERICH KÖNIG. Anatomia dos animais domésticos texto e atlas colorido. [s.l.] Porto Alegre Artmed, 2016.

JEUNG, S.-Y. et al. A retrospective study of theophylline-based therapy with tracheal collapse in small-breed dogs: 47 cases (2013–2017). *Journal of Veterinary Science*, v. 20, n. 5, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31565900>

JOHNSON, L. R.; SINGH, M. K.; POLLARD, R. E. Agreement Among Radiographs, Fluoroscopy and Bronchoscopy in Documentation of Airway Collapse in Dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, v. 29, n. 6, p. 1619–1626, 14 set. 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26365563>

KAYE, B. M. et al. Computed tomographic, radiographic, and endoscopic tracheal dimensions in english bulldogs with grade 1 clinical signs of brachycephalic airway syndrome. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v. 56, n. 6, p. 609–616, 23 jul. 2015. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26202379>

KIM, J. H.; CHOI, J.-Y.; YOON, H.-Y. A rabbit model of tracheal collapse for optimal self-expanding metal *stents*. *Journal of Veterinary Medical Science*, v. 85, n. 3, p. 386–392, 2023. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10076205>

KIM, J.-H.; CHOI, J.-Y.; YOON, H.-Y. Comparison of three different self-expanding metal *stents* using rabbit models for the treatment of tracheal collapse. *Acta Cirúrgica Brasileira*, v. 37, n. 5, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/acb/a/FhwBjmg7PVstDBFTxyYBMnq>

KIM, M.-R. et al. A retrospective study of tracheal collapse in small-breed dogs: 110 cases (2022–2024). *Frontiers in Veterinary Science*, v. 11, 14 ago. 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39205804/>

KIPPERMAN, B. S.; KASS, P. H.; RISHNIW, M. Factors that influence small animal veterinarians' opinions and actions regarding cost of care and effects of economic limitations on patient care and outcome and professional career satisfaction and burnout. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 250, n. 7, p. 785–794, abr. 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28306486/>

KIRBY, B. M. et al. The Effects of Surgical Isolation and Application of Polypropylene Spiral Prostheses on Tracheal Blood Flow. *Veterinary Surgery*, v. 20, n. 1, p. 49–54, 1 jan. 1991. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2008773/>

LAPPIN, M. R. et al. Antimicrobial use Guidelines for Treatment of Respiratory Tract Disease in Dogs and Cats: Antimicrobial Guidelines Working Group of the International Society for Companion Animal Infectious Diseases. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, v. 31, n. 2, p. 279–294, 10 fev. 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28185306>

LAROSA, Abigail. Tracheal collapse: medical management versus implantable stents. University of Missouri Veterinary Health Center, 2021. Disponível em: <https://vhc.missouri.edu/small-animal-hospital/small-animal-internal-medicine/minimallyinvasive-interventional-procedures/tracheal-collapse-medical-management-versus-stents/>.

LEMOS, N. M. DE O. et al. Influence of obesity on the clinical improvement of tracheal and bronchial collapse in dogs: a case report. *Brazilian Journal of Veterinary Medicine*, v. 42, n. 1, p. e107620–e107620, 2020. Disponível em: <https://bjvm.org.br/BJVM/article/view/1076>

LIMA, T. F. et al. Prótese traqueal extraluminal espiral de polipropileno em cão com colapso de traqueia - relato de caso. *OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA*, v. 22, n. 10, p. e6983–e6983, 3 out. 2024. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/6983>

LUIZA, A. et al. Aspectos anatomopatológicos do colapso traqueal em cães. p. 13–21, 18 dez. 2023. Disponível em: <https://atenaeditora.com.br/catalogo/post/aspectos-anatomopatologicos-do-colapso-traqueal-em-caes#:~:text=O%20colapso%20de%20traqueia%20%C3%A9,de%20ar%20para%20os%20pulm%C3%B5es.>

LEVY, A.; REINERO, C.; MASSEAU, I. Ventilator-Assisted Inspiratory and Expiratory Breath-Hold Thoracic Computed Tomographic Scans Can Detect Dynamic and Static Airway Collapse in Dogs with Limited Agreement with Tracheobronchoscopy. *Animals*, v. 12, n. 22, p. 3091–3091, 10 nov. 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36428319/>

MACPHAIL C; FOSSUM T.W. Surgery of the Upper Respiratory System. In: FOSSUM TW, *Small Animal Surgery*, 5th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2019.

MAGGIORE, A. D. Tracheal and Airway Collapse in Dogs. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v. 44, n. 1, p. 117–127, jan. 2014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24268337/>

MAROLF, A.; BLAIK, M.; SPECHT, A. A RETROSPECTIVE STUDY OF THE RELATIONSHIP BETWEEN TRACHEAL COLLAPSE AND BRONCHIECTASIS IN DOGS. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v. 48, n. 3, p. 199–203, 19 abr. 2007. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17508504/>

MCNAMARA, K. L. et al. Risk factors for intraoperative hemorrhage and perioperative complications and short- and long-term outcomes during surgical patent ductus arteriosus ligation in 417 dogs. *Javma-journal of The American Veterinary Medical Association*, p. 1–7, 28 mar. 2023. Disponível em: <https://avmajournals.avma.org/view/journals/javma/261/8/javma.22.12.0541.xml>

MITTLEMAN, E. et al. Fracture of an endoluminal nitinol *stent* used in the treatment of tracheal collapse in a dog. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 225, n. 8, p. 1217–1221, 1 out. 2004. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15521443/>

MOORES, A. L. et al. Indications, outcomes and complications following lateral thoracotomy in dogs and cats. **Journal of Small Animal Practice**, v. 48, n. 12, p. 695–698, 28 nov. 2007. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18045379/>

MOSTAFA, A. A.; BERRY, C. R. Radiographic vertical tracheal diameter assessment at different levels along the trachea as an alternative method for the evaluation of the tracheal diameter in non-brachycephalic small breed dogs. **BMC Veterinary Research**, v. 18, n. 1, 1 fev. 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35105371/>

PÉREZ-MERINO, E. M. et al. Comparison of the use of fresh-frozen canine cadavers and a realistic composite ex vivo simulator for training in small animal flexible gastrointestinal endoscopy. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 252, n. 7, p. 839–845, abr. 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29553901/>

RASKE, M. et al. Immediate, short-, and long-term changes in tracheal *stent* diameter, length, and positioning after placement in dogs with tracheal collapse syndrome. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 32, n. 2, p. 782–791, 20 fev. 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29460368/>

SCANAGATTA, M.; GUSSO, A. B. F. Progressão de colapso traqueal cervical após colocação de prótese extraluminal espiral intratorácica: relato de caso. **Arquivos brasileiros de medicina veterinária FAG**, n. 2, vol. 4, 2021. Disponível em: <https://themaetscientia.fag.edu.br/index.php/abmvfag/article/view/407>

SERTÓRIO, Amanda Rodrigues. Ligas Ni-Ti (Nitinol) com efeito memória de forma: futuro ou utopia?. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Materiais) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: <https://bdta.abcd.usp.br/item/002895713>.

SILVA, P. H. S. DA et al. Extraluminal nitinol prosthesis in the treatment of intrathoracic tracheal collapse in a dog. **Ciência Rural**, v. 52, n. 9, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/KCYQ6cPx5JpbYkTbMkPmThm/>

SILVERSTEIN, Deborah C.; HOPPER, Kate. *Small Animal Critical Care Medicine*. 3. ed. St. Louis: Elsevier, 2023. 1280 p.

SOUZA, E. P. DE et al. Aplicações do Deep Learning para diagnóstico de doenças e identificação de insetos vetores. **Saúde em Debate**, v. 43, n. spe2, p. 147–154, nov. 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sdeb/a/7vzCn9kMtmvWKRFRZcqYc8d/>

SUEMATSU, M. et al. Long-term outcomes of 54 dogs with tracheal collapse treated with a continuous extraluminal tracheal prosthesis. **Veterinary Surgery**, v. 48, n. 5, p. 825–834, 21 maio 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31115067/>

SURA, P. A.; KRAHWINKEL, D. J. Self-expanding nitinol *stents* for the treatment of tracheal collapse in dogs: 12 cases (2001–2004). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 232, n. 2, p. 228–236, 15 jan. 2008. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18275390/>

TANGNER, C. H.; H. PHIL HOBSON. A Retrospective Study of 20 Surgically Managed Cases of Collapsed Trachea. **Veterinary Surgery**, v. 11, n. 4, p. 146–149, 1 out. 1982. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1532-950X.1982.tb00691.x>

TAPPIN, S. W. Canine tracheal collapse. **Journal of Small Animal Practice**, v. 57, n. 1, p. 9–

17, jan. 2016. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jsap.12436>

TINGA, S. et al. Comparison of Outcome After Use of Extra-Luminal Rings and Intra-Luminal *Stents* for Treatment of Tracheal Collapse in Dogs. *Veterinary Surgery*, v. 44, n. 7, p. 858–865, 6 ago. 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26249528/>

UEMURA, A. et al. Surgical outcomes in dogs with tracheal collapse treated with a novel cross-and-hook braided endoluminal *stent*. *Journal of Veterinary Science*, v. 23, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35618319/>

VIOLETTE, N. P. et al. Correlations among tracheal dimensions, tracheal *stent* dimensions, and major complications after endoluminal *stenting* of tracheal collapse syndrome in dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, v. 33, n. 5, p. 2209–2216, 9 jul. 2019. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jvim.15555>

WERONIKA CELNIAK et al. Improving the classification of veterinary thoracic radiographs through inter-species and inter-pathology self-supervised pre-training of deep learning models. *Scientific reports*, v. 13, n. 1, 9 nov. 2023. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-023-46345-z>

WHITE, R. A. S.; WILLIAMS, J. M. Tracheal collapse in the dog - is there really a role for surgery? A survey of 100 cases. *Journal of Small Animal Practice*, v. 35, n. 4, p. 191–196, abr. 1994.

YOON, H.-Y.; CHOI, J.-Y. Fatigue analysis of canine tracheal *stents* using the finite element method. *Veterinary and Animal Science*, v. 23, p. 100341–100341, 15 fev. 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2451943X24000085>