



Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza



Trabajo Fin de Grado en Veterinaria

Manejo anestésico y quirúrgico del colapso traqueal en perros

Anesthetic and surgical management of tracheal collapse in dogs

Autor/es

Carla Franch Riera

Director/es

Cristina Bonastre Ráfales
Sandra López Mínguez

Facultad de Veterinaria
2020-2021

ÍNDICE

1. RESUMEN	2
1. ABSTRACT	3
2. INTRODUCCIÓN	4
3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	6
4. MATERIAL Y MÉTODOS	7
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	8
5.1. Generalidades	8
5.1.1 Fisiología traqueal	8
5.1.2 Fisiopatología del colapso traqueal canino	8
5.1.4 Diagnóstico	11
5.2 Tratamiento del colapso traqueal	12
5.2.1 Manejo médico	12
5.2.2 Manejo anestésico	13
5.2.3 Manejo quirúrgico	17
Cirugía abierta: Prótesis extraluminales	17
Cirugía cerrada: Técnicas mínimamente invasivas (<i>Stents</i> intraluminales)	20
6. CONCLUSIONES	30
6. CONCLUSIONS	31
7. VALORACIÓN PERSONAL	32
8. BIBLIOGRAFÍA	33

1. RESUMEN

El colapso traqueal canino es un síndrome clínico de etiología multifactorial cuya causa más frecuente es la traqueomalacia. Se trata de una enfermedad crónica, progresiva e irreversible de la vía aérea, donde los anillos cartilaginosos pierden rigidez y la parte muscular se vuelve más laxa, facilitando el aplanamiento dorsoventral de la tráquea y pudiendo llegar a colapsarla durante el ciclo respiratorio. Afecta principalmente a perros de raza pequeña y de mediana a avanzada edad.

El objetivo terapéutico es reducir los síntomas para poder conferir una buena calidad de vida al paciente. Inicialmente, se suele optar por el tratamiento médico, y a medida que la enfermedad progresa y/o los síntomas se vuelven incontrolables, se valora el tratamiento quirúrgico. Este último, puede llevarse a cabo mediante cirugía abierta, con la colocación de anillos extraluminales, o utilizando técnicas mínimamente invasivas que consisten en la implantación de *stents* intraluminales bajo guía fluoroscópica, siendo muy importante en ambos casos el manejo anestésico, garantizando la oxigenación del paciente y evitando un mayor estrés que agrave la patología. Estos dos métodos presentan limitaciones y complicaciones asociadas. Y, pese a que la última tendencia es la implantación de *stents*, estos pueden presentar ciertas complicaciones como migración, fractura o sobrecrecimiento de tejido intraluminal. Es por ello que, actualmente existen proyectos de investigación centrados en el desarrollo de nuevas prótesis para la vía aérea que reúnan las ventajas de la mínima invasión pero que limiten las complicaciones citadas anteriormente.

1. ABSTRACT

Canine tracheal collapse is a multifactorial clinical syndrome whose most common cause is tracheomalacia. It is a chronic, progressive and irreversible airway disease, where the cartilaginous rings lose stiffness and the tracheal muscle becomes laxer, allowing the dorsoventral flattening of the trachea, and in consequence being able to collapse during the respiratory cycle. It is a disorder that commonly affects middle-aged to older small breed dogs.

The therapeutic aim is to reduce symptoms in order to improve the patient's quality of life. Initially, medical management is often the first option of treatment, and as the disease progresses and/or the symptoms become unmanageable, surgical treatment can be valued. This last option can be performed by open surgery, with the placement of extraluminal rings, or by using minimally invasive techniques, a method that consists in placing an intraluminal *stent* under fluoroscopic guidance, being in both cases very important the anesthetic management, ensuring the patient's oxygenation and avoiding stress that aggravates the pathology. Both procedures have limitations and associated complications. Even though the latest trend is the implantation of intraluminal *stents*, these may have certain complications such as migration, fracture, or granulation tissue overgrowth. Consequently, currently, there are research projects focused on the development of new airway prostheses that combine the advantages of minimal invasion but limit the complications already mentioned.

2. INTRODUCCIÓN

El colapso traqueal se define como el aplanamiento dorsoventral de los anillos cartilaginosos traqueales en animales de mediana a avanzada edad (Torezani et al., 2021). Es el motivo más frecuente de disfunción respiratoria en perros de razas pequeñas. La causa exacta de esta patología es desconocida, pero se considera que está ocasionado por un debilitamiento congénito del cartílago (traqueomalacia), junto con factores secundarios externos que desencadenan y/o exacerban la sintomatología (Tinga et al., 2015).

El signo clínico principal es la tos seca paroxística, descrita como “graznido de ganso”. La disnea es otro signo común, sin embargo, este es más variable ya que algunos perros no muestran dificultad respiratoria, mientras que otros presentan asfixia, cianosis e incluso síncope. Esta sintomatología generalmente se ve exacerbada con la excitación, el ejercicio o el calor. La persistencia de signos clínicos termina perpetuando un círculo vicioso de inflamación y tos en el paciente que provoca alteraciones en el epitelio traqueal. Se produce una metaplasia del epitelio secundaria al proceso inflamatorio crónico, lo que afecta al aclaramiento mucociliar fisiológico de la vía aérea. Es por ello que la tos acaba convirtiéndose en el principal medio de limpieza traqueobronquial (Torezani et al., 2021).

Las técnicas de diagnóstico por imagen son esenciales tanto para localizar y confirmar la patología, como para establecer el tratamiento y monitorizar la evolución clínica. La más utilizada es el examen radiográfico, ya que es una técnica no invasiva, que no requiere sedación y es de bajo costo. Sin embargo, debido a que el colapso traqueal es un proceso dinámico, es posible subestimar el cuadro clínico, llevando a diagnósticos erróneos (Clarke, 2018). La fluoroscopia permite realizar una valoración continuada en todas las fases del ciclo respiratorio con el animal consciente. No obstante, esta técnica no está disponible en la mayoría de clínicas veterinarias (Maggiore, 2014). Es por todo ello que la broncoscopia es la mejor técnica para la evaluación, ya que permite visualizar y valorar tanto la tráquea como las vías respiratorias inferiores, pudiendo llegar a establecer un diagnóstico definitivo, pero debe tenerse en cuenta que requiere anestesia general (Torezani et al., 2021).

Generalmente, la terapia médica permite mejorar y controlar los síntomas clínicos del paciente. Sin embargo, hay casos en los que el animal se vuelve refractario al tratamiento médico o la sintomatología empeora, observándose un colapso grave de las vías aéreas y una mayor dificultad respiratoria. En estos casos puede ser necesario considerar el soporte estructural de la tráquea mediante técnicas quirúrgicas, siendo las más utilizadas la colocación de prótesis extraluminales y la implantación de *stents* intraluminales (Tappin, 2016).

La cirugía y anestesiología veterinaria han experimentado grandes avances en los últimos años, desarrollándose nuevos procedimientos y técnicas que han supuesto importantes cambios dentro de la clínica diaria (Bonastre et al., 2018). Es por ello que, este trabajo se centra en la descripción de los tratamientos más usados actualmente para el colapso traqueal, junto con el manejo anestésico y complicaciones asociadas a estos procedimientos.

3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

El colapso traqueal es una patología común en la clínica veterinaria. Se trata de un síndrome progresivo e irreversible que puede acabar comprometiendo la vida del animal. Es por ello que, resulta fundamental conocer la fisiopatogenia, signos clínicos, pruebas diagnósticas y tratamientos indicados. Los continuos avances en el campo quirúrgico y anestésico en la clínica de pequeños animales requieren una actualización contante de las técnicas punteras para así poder aplicarlas en la actividad clínica diaria. Por este motivo, queda justificada la realización del presente trabajo en el que se realizará una descripción de las técnicas quirúrgicas actuales para el tratamiento del colapso traqueal, así como el manejo y las consideraciones anestésicas que se deben llevar a cabo en este tipo de pacientes.

Los objetivos principales de este trabajo son:

- Describir la fisiopatología, los signos clínicos, el diagnóstico y el manejo médico del colapso traqueal.
- Describir el manejo anestésico y los tratamientos actuales del colapso traqueal en la especie canina, con sus indicaciones en cada caso y complicaciones asociadas.
- Exponer y analizar la investigación de nuevas prótesis que limiten las complicaciones asociadas a los *stents* comercializados.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

En este trabajo se ha llevado a cabo una revisión bibliográfica actualizada del colapso traqueal canino, centrada en el manejo anestésico y quirúrgico. Se ha aplicado un *timeline* de 10 años de antigüedad, si bien se han incluido algunas anteriores al 2010 por su contenido relevante sobre la fisiología de la tráquea y fisiopatología de la enfermedad. Para ello, se han utilizado bases de datos con validez científica, artículos de revistas científicas y libros de medicina interna, cirugía y anestesiología veterinaria.

Las bases de datos científicas consultadas han sido Web of Science (WOS), PubMed, ScienceDirect y Dialnet, fuentes que han permitido el uso de artículos publicados en revistas científicas como “The Veterinary Journal”, “Journal of Small Animal Practice” o “Veterinary Surgery”.

El resto de fuentes bibliográficas se han obtenido empleando capítulos o fragmentos de libros científicos.

Las búsquedas se han realizado utilizando palabras clave como: *canine, dog, tracheal collapse, anesthetic management, tracheal stent, stent implantation, surgical management*. Además, se han usado los conectores booleanos "OR", "AND" Y "NOT" con el fin de realizar una búsqueda más eficiente, permitiendo limitar las publicaciones y conectar de forma lógica las palabras clave.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Generalidades

5.1.1 Fisiología traqueal

La tráquea es un conducto tubular semirrígido que comunica la laringe con los bronquios, permitiendo el paso del aire desde el exterior hacia los pulmones. En el perro, esta estructura está formada por un conjunto de entre 35 y 45 anillos cartilagosos en forma de C, unidos entre sí ventralmente por ligamentos anulares y conectados dorsalmente por el músculo *dorsal trachealis* (membrana traqueal dorsal). La mucosa traqueal se encuentra recubierta por un epitelio cilíndrico pseudoestratificado ciliado, que contiene a su vez células caliciformes secretoras de mucus y glándulas traqueales situadas en la submucosa.

La vascularización es de tipo segmentaria. Las arterias tiroidea craneal y caudal abastecen la mayor parte de la tráquea, mientras que la sección terminal, la carina y los bronquios, son abastecidas por las arterias broncoesofágicas.

La inervación de la mucosa traqueal y del músculo liso es llevada a cabo principalmente por el nervio vago derecho y su rama laríngea recurrente (Manson y Jonson, 2006; Rodríguez et al., 2011).

5.1.2 Fisiopatología del colapso traqueal canino

El colapso traqueal es una patología crónica, progresiva e irreversible que se presenta principalmente en perros de raza pequeña y de mediana a avanzada edad. Las razas con mayor predisposición son el Yorkshire Terrier, Pomerania, Chihuahua, Bichón maltés, Carlino, Caniche toy y sus cruces, siendo poco frecuente en perros de tamaño mediano y grande (Maggiore, 2014).

En esta enfermedad, los anillos cartilagosos de la tráquea pierden rigidez, favoreciendo un aplanamiento dorsoventral y un prolapso de la membrana traqueal dorsal en el lumen. Esto conduce al estrechamiento de la tráquea cuando la presión extraluminal rebasa la presión intraluminal, produciendo el colapso de las vías respiratorias durante el ciclo respiratorio. El reblandecimiento de los anillos cartilagosos suele ser debido a una disminución del contenido hídrico y una deficiencia de glicoproteínas y glicosaminoglicanos, siendo de gran relevancia el sulfato de condroitina. Estos cambios de la matriz traqueal y la incapacidad de retener agua conducen a una reducción de la rigidez cartilaginosa (Tappin, 2016).

Actualmente, la etiología de esta enfermedad sigue sin estar clara, es compleja y multifactorial, siendo la traqueomalacia la causa más común en perros. Sin embargo, se desconoce si esta causa podría ser de origen primario (congénito) o secundario a la inflamación crónica de la tráquea (adquirida) (Tappin, 2016). Debido a que esta patología se describe de manera común en animales con características específicas, como las que se han comentado con anterioridad, se describe la posibilidad de que haya una base congénita que, asociada a factores secundarios, participen en el desarrollo y la progresión de los signos clínicos. (Maggiore, 2014).

Los factores secundarios que pueden iniciar o exacerbar la sintomatología incluyen sobrepeso, uso de collar, bronquitis crónica, irritantes de las vías respiratorias, parálisis laríngea, infección respiratoria e intubación traqueal (Maggiore, 2014).

Además, cabe destacar que el colapso continuo y dinámico de los cartílagos traqueales acaba perpetuando un ciclo inflamatorio crónico, que se ve agravado por la tos que esto produce, dando lugar a un círculo vicioso de inflamación y tos.

La inflamación crónica de la mucosa traqueal causa una pérdida del epitelio cilíndrico ciliado, imprescindible para un correcto aclaramiento mucociliar, lo que conduce a una metaplasia escamosa y acúmulo de moco en la vía aérea. Del mismo modo, esta reducción del aclaramiento mucociliar hace que la tos se convierta en el mecanismo principal de limpieza traqueobronquial y que el paciente padezca neumonías (Clarke, 2018).

5.1.3 Signos clínicos

En la Tabla 1 se describen los grados de colapso traqueal y alteraciones anatómico-funcionales que causan:

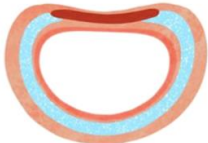


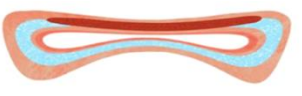
	Reducción del diámetro luminal de la tráquea	Forma del cartílago traqueal	Músculo traqueal (músculo <i>dorsal trachealis</i>)	
Grado I	25%	Normal (forma de C)	Ligeramente pendulante, cae sobre la luz	
Grado II	50%	Leve aplanamiento	Amplio y pendulante	
Grado III	75%	Aplanamiento marcado	Membrana traqueal dorsal casi en contacto con pared opuesta	
Grado IV	> 80% (luz obliterada)	Aplanamiento completo	Músculo yace sobre el suelo de la tráquea	

Tabla 1: Clasificación del grado de colapso traqueal y alteraciones que causan (Manson y Jonson, 2006; Rodríguez et al., 2011; Torezani et al., 2021).

La gran mayoría de perros con colapso traqueal presentan una tos seca, cíclica y que suele recordar al “graznido del ganso”. Esta tos acostumbra a ser inicialmente leve, pero conforme avanza la enfermedad, tiende a volverse crónica, severa y paroxística. Asimismo, se ha observado que suele desencadenarse y empeorar con la ingestión de alimentos y bebida, la excitación o emoción y el ejercicio. Por ello, estos animales suelen presentar intolerancia al ejercicio.

En casos avanzados, el paciente puede presentar disnea, es decir, dificultad respiratoria debido a la obstrucción de las vías aéreas, pudiendo llegar a observarse cianosis e incluso provocar un síncope en momentos de crisis. El colapso de la tráquea extratorácica se asocia habitualmente con un mayor esfuerzo inspiratorio, mientras que en el colapso intratorácico se observa un mayor esfuerzo en la fase espiratoria. Mediante la palpación de la tráquea cervical, en algunos perros con colapso de esa zona, puede ser posible distinguir un aplanamiento de los cartílagos traqueales (Tappin, 2016).

En ocasiones, a la auscultación se pueden escuchar estridores debido al estrechamiento del diámetro traqueal, sin embargo, estos sonidos respiratorios pueden ser una manifestación de parálisis o colapso laríngeo, afección que se detecta aproximadamente en un 30% de los pacientes con colapso traqueal (Maggiore, 2014).

Existen otra serie de aspectos clínicos que también se han observado acompañando esta patología, como el hecho de que un 17% de los perros con tos y con colapso de las vías respiratorias presentan soplo cardíaco asociado a una insuficiencia de la válvula mitral, en comparación con el 2% de perros que presentan tos sin colapso (Johnson y Pollard, 2010). Esta insuficiencia cardíaca del lado derecho es secundaria a una hipertensión pulmonar causada por la disnea prolongada en el tiempo que padecen los pacientes afectados por esta patología (Manson y Jonson, 2006).

Se ha descrito también una ligera hepatomegalia y aumento de los ácidos biliares, probablemente como resultado de una congestión crónica por una insuficiencia cardíaca derecha y la administración de corticosteroides durante periodos de tiempo prolongados (Maggiore, 2014).

5.1.4 Diagnóstico

El diagnóstico inicial se establece generalmente en base a la raza, la historia clínica, signos clínicos y resultados del examen físico. Sin embargo, debe ser confirmado mediante técnicas de diagnóstico por imagen, siendo principalmente utilizadas la radiografía, la fluoroscopia y la endoscopia (Maggiore, 2020).

Las radiografías laterales del cuello y el tórax se emplean regularmente en el diagnóstico de esta patología, permitiendo descartar otros procesos. Es de gran importancia la colocación del animal para evitar así la superposición de estructuras que lleven a la interpretación de un falso positivo. Sin embargo, la sensibilidad de esta prueba es moderada ya que, al tratarse de un proceso de naturaleza dinámica, deben valorarse radiográficamente tanto la fase inspiratoria como la espiratoria. De la misma forma, se puede también subestimar la presencia de colapso bronquial (Maggiore, 2020).

Por todo ello, la fluoroscopia es una técnica que permite una mejor evaluación dinámica, ofreciendo información continuada en todas las fases del ciclo respiratorio. Permite valorar al animal consciente y durante elevaciones de la presión intrapleurar, es decir, durante episodios de tos (Tappin, 2016).

La evaluación endoscópica ha tenido un gran impacto ya que permite establecer un diagnóstico definitivo, valorar la extensión y el grado de colapso y examinar el resto del árbol bronquial. Al tener que someter al paciente a una anestesia general para realizar el examen endoscópico, además de

tener en cuenta todas las consideraciones anestésicas que conlleva este procedimiento, debería valorarse también la función laríngea. Hay que tener precaución, ya que puede diagnosticarse una parálisis de laringe por evidenciarse la falta de movimiento de los cartílagos aritenoides que pudiera ser consecuencia de la inducción anestésica (Manson y Jonson, 2006; Talavera, 2013).

El diagnóstico diferencial de perros de raza pequeña con dificultad respiratoria, es decir, disnea, debería incluir además del colapso traqueal otras patologías como: malformación traqueal, el síndrome braquicefálico, colapso, paresia o parálisis laríngea, bronquitis crónica, dirofilariosis, traqueobronquitis infecciosa, enfermedad pulmonar primaria, enfermedad cardíaca primaria y otras estenosis traqueales (Manson y Jonson, 2006).

5.2 Tratamiento del colapso traqueal

5.2.1 Manejo médico

El principal objetivo del tratamiento del colapso traqueal es reducir la sintomatología, confiriendo al animal una buena calidad de vida. Generalmente, la mayoría de pacientes pueden ser eficazmente controlados mediante la terapia médica y las medidas de manejo. Se ha descrito que hasta un 71% de los perros se pueden manejar correctamente mediante la terapia médica por más de 12 meses (Clarke, 2018).

Como medidas de manejo, es aconsejable que el animal se mantenga en un ambiente fresco, con una humedad baja, y que se evite la exposición a humos, contaminantes o factores irritantes. También es importante realizar un control de peso, evitando la obesidad ya que, al reducir el tejido adiposo y aumentar la conformidad de la pared torácica, los signos clínicos mejoran sustancialmente. Asimismo, también se recomienda el uso de arneses en lugar de los collares, reduciendo la compresión directa sobre la tráquea (Maggiore, 2020).

La terapia médica se basa en la combinación de corticoides orales e inhalados, antitusígenos, broncodilatadores y antibióticos. No obstante, cabe destacar que los fármacos sólo controlan la sintomatología del paciente, es decir, la tos y la inflamación, por lo que no se trata directamente el colapso u obstrucción de las vías respiratorias (Clarke, 2018).

El uso de antitusivos es recomendable cuando la inflamación e infección han sido tratadas correctamente. Los antitusígenos más utilizados de forma regular incluyen la hidrocodona, la codeína, el dextrometorfano y el butorfanol (Serrano et al., 2018; Maggiore, 2020).

Los corticosteroides son fundamentales en el control de la inflamación. La prednisona se emplea a menudo para reducir la inflamación laríngea, traqueal y bronquial, aunque su uso sólo se aconseja a corto plazo para evitar efectos secundarios. El uso de corticosteroides inhalados como la fluticasona en lugar de los sistémicos puede ayudar a minimizar los efectos secundarios, aunque su efecto no es evidente hasta 7 ó 15 días tras su administración (Maggiore, 2020).

Los broncodilatadores se utilizan cuando se sospecha o se documenta un colapso de las vías respiratorias bajas. No tienen efecto en las vías respiratorias altas, por lo que su uso no se aconseja en animales con colapso sólo a nivel cervical. Los más utilizados son la teofilina y la terbutalina (Serrano et al., 2018; Maggiore, 2020).

Los antibióticos juegan un papel importante en el tratamiento de infecciones secundarias, que generalmente actúan a causa de la irritación de las vías aéreas y la disminución del aclaramiento mucociliar, por este motivo, es recomendable realizar un lavado traqueobronquial y un cultivo (Serrano et al., 2018; Maggiore, 2020).

5.2.2 Manejo anestésico

En general, los pacientes con patología de las vías respiratorias suelen presentar un incremento del trabajo respiratorio, que puede conducir a una insuficiencia respiratoria antes, durante o después de la anestesia. Por ello, se deben tener en cuenta una serie de factores de riesgo a nivel anestésico en este tipo de pacientes.

Los fármacos anestésicos utilizados pueden producir una depresión respiratoria que empeore los niveles de gases arteriales (hipercapnia e hipoxemia) y/o la propia patología. Además, se debe contemplar que estos animales puedan descompensarse durante periodos de estrés como son el transporte o la hospitalización, que generalmente tienen una capacidad pulmonar limitada y que el riesgo de infecciones pulmonares posanestésicas es mayor que en otras patologías (Rioja, 2016).

A continuación, se exponen las principales consideraciones que se deben tener en cuenta antes de proceder con la cirugía:

1. Premedicación:

Durante el manejo preoperatorio es esencial minimizar el estrés. Con la sedación, se consigue disminuir la frecuencia respiratoria del animal, reduciendo así el grado de colapso y el estrés que pueda sufrir.

Es recomendable que la premedicación se realice en un ambiente tranquilo, respetando el periodo de latencia de los fármacos empleados con el objetivo de no sobredosificar al paciente.

Un aspecto importante durante la sedación es la preoxigenación con mascarilla, monitorizar el patrón respiratorio y pulsioximetría, así como estar preparados en todo momento por si surgiera alguna complicación y fuera necesario intubar al paciente. En muchos de los casos, los pacientes presentan una elongación del velo del paladar. Una vez realizada la premedicación, este velo del paladar puede acabar solapándose con la epiglotis, impidiendo el paso del aire y por lo consiguiente teniendo que intubar al animal.

La preoxigenación se realiza con el fin de evitar la hipoxemia. Sin embargo, sólo se debe realizar si no supone un estrés para el paciente, ya que podría agravar el problema respiratorio (Rioja, 2016; Serrano et al., 2018).

Los grupos de fármacos que suelen utilizarse durante la premedicación de estos pacientes son:

- Fenotiazinas: La acepromacina está recomendada en este tipo de pacientes ya que reduce el estrés y produce escasa relajación muscular. Suele ser una buena opción combinada con butorfanol.
- Benzodiacepinas: En general, los fármacos relajantes musculares, es preferible evitarlos ya que pueden aumentar el grado de colapso.
- Agonistas adrenérgicos α_2 : La mayor parte de los pacientes presentan una insuficiencia cardiaca secundaria al colapso traqueal, por lo que dependiendo del animal deberá valorarse el uso de estos fármacos.
- Opioides: El butorfanol en concreto es un fármaco recomendable y efectivo en estos casos. Tiene un buen efecto sedante, broncodilatador y antitusígeno, combinado o no con otros fármacos tranquilizantes o sedantes. Además, es aconsejable su uso especialmente en la premedicación de perros a los que se les va a implantar un *stent* intraluminal (Rioja, 2016; Serrano et al., 2018).

2. Inducción:

La inducción es una de las fases en las que pueden surgir mayores complicaciones (apnea, obstrucción de la vía aérea, colapso), por lo que debe extremarse la precaución.

La depresión respiratoria, producida por los agentes inductores, va a depender tanto de la dosis como de la velocidad de administración. Para disminuir la posibilidad de aparición de apneas, es aconsejable realizar una inducción dosis-efecto, administrando el fármaco inductor lentamente en un minuto, sin sobredosificar al animal, monitorizando el plano anestésico en todo momento.

La inducción y posterior intubación deben ser rápidas, ya que la relajación muscular puede aumentar y agravar el colapso (Rioja, 2016; Rodríguez et al., 2018). Los principales agentes inductores utilizados en este tipo de procedimientos son el propofol y la alfaxalona.

En la inducción anestésica, se recomienda también la utilización de antibióticos profilácticos, como la cefazolina, repitiendo la dosis cada 8 horas durante el posoperatorio (MacPhail y Fossum, 2019).

3. Mantenimiento y monitorización:

Para el mantenimiento anestésico del paciente es posible el uso de gases anestésicos como el isoflurano o sevoflurano. No obstante, al realizar una endoscopia o para la colocación de un *stent* intraluminal, suele requerirse la extubación al paciente, evitando así que el tubo endotraqueal dificulte o complique ambos procedimientos.

Otra opción, es el uso de los conectores en "T", que permiten colocar dicho *stent* o endoscopio a través del tubo endotraqueal sin necesidad de desconectar al paciente de la máquina anestésica. Sin embargo, no es la opción más recomendable (Serrano et al., 2018).

Por todo ello, otra alternativa es realizar el mantenimiento anestésico con agentes intravenosos, es decir, mediante una infusión continua endovenosa de alfaxalona o propofol. En procedimientos de corta duración, como la implantación de *stents* intraluminales, con una adecuada premedicación, preoxigenación y un buen plano anestésico, puede utilizarse únicamente un bolo de estos inductores. Estos fármacos evitan la irritación de las vías respiratorias producidas por los agentes inhalatorios y además permiten mantener el plano anestésico mientras el animal está extubado. Pese a todo, es notable mencionar que esta técnica suele producir una mayor depresión respiratoria que cuando se emplean gases inhalatorios, por lo que es importante monitorizar la función respiratoria.

Para reducir el reflejo de tos durante la implantación de la prótesis, es posible añadir una infusión continua intravenosa de butorfanol o administrar lidocaína a nivel local en la tráquea (Rodríguez et al., 2018).

En el caso de que el paciente vaya a someterse a una cirugía para la colocación de anillas extra-traqueales, es importante tener en cuenta la manipulación de la tráquea y/o nervios adyacentes (laríngeo y vago) durante el procedimiento, ya que, puede producirse un reflejo vasovagal, en el que la frecuencia cardíaca y el tono vascular disminuyen. En estos casos, en algunos pacientes es posible valorar administrar atropina en la premedicación como prevención. En tales circunstancias, se debe tener en cuenta que a estos pacientes atropinizados no es conveniente administrarles agonistas adrenérgicos α_2 , ya que se puede producir una grave hipertensión (Serrano et al., 2018).

Durante la monitorización es indispensable vigilar la pulsioximetría para detectar periodos de desaturación. En los casos en los que sea necesario desintubar al paciente, como puede ser la endoscopia o la colocación de la prótesis traqueal, no estará disponible el capnógrafo. Por tanto, se deberá visualizar atentamente el patrón y esfuerzo respiratorio para comprobar si existe obstrucción total de las vías respiratorias (Rioja, 2016).

En un estudio sobre el manejo anestésico de las vías respiratorias se observó que, con la suplementación de oxígeno mediante un catéter uretral insertado en la luz traqueal durante la colocación de *stents* intraluminales se consiguió mantener la oxigenación del paciente, sin interferir con la visibilidad del campo quirúrgico (Argano et al., 2013).

4. Recuperación:

Es primordial mantener al paciente calmado y normotérmico durante la recuperación anestésica, ya que, tanto el jadeo como la hipertermia pueden agravar el colapso traqueal. Asimismo, se recomienda la suplementación de oxígeno en la UCI y la monitorización de la pulsioximetría.

La implantación de un *stent* traqueal tiende a producir tos en los pacientes durante la recuperación, por lo que para reducir este reflejo se puede administrar butorfanol en bolo único o en infusión continua intravenosa. También es posible utilizar otros agentes antitusígenos cuando el animal esté completamente despierto, como son la codeína o la hidrocodona (Rioja, 2016).

Además, durante la colocación de anillos extraluminales es posible producir una parálisis laríngea de tipo iatrogénica, ya sea inmediatamente después de la cirugía o varios días después. Por ello, en el

momento de la extubación, se debe estar preparado para volver a intubar al animal y poder resolver esta complicación (Serrano et al., 2018).

5. Analgesia:

La implantación de prótesis traqueales no se considera un procedimiento muy doloroso, aunque pueden producirle al animal malestar por el reflejo tusígeno y la reacción inflamatoria tras la implantación. Generalmente, esto es posible controlarlo con la administración de un corticosteroide y butorfanol (Rioja, 2016).

La colocación de prótesis extraluminales supone una mayor inflamación de la mucosa traqueal debido a los puntos de sutura que se emplean y a la manipulación peritraqueal, por lo que antes de la implantación se tiene a administrar corticoides (Rodríguez et al., 2011)

5.2.3 Manejo quirúrgico

El tratamiento inicial del colapso traqueal es el manejo médico, y en casos en los que la enfermedad progresa de manera acelerada y la terapia médica no consigue estabilizar al paciente es necesario valorar las opciones quirúrgicas (Tappin, 2016).

Actualmente el mejor tratamiento sigue siendo objeto de controversia; pese a todo, los dos procedimientos que se realizan con una mayor frecuencia son la colocación de anillos extraluminales y la colocación de *stents* intraluminales mediante técnicas de mínima invasión. Ambos procedimientos proporcionan un soporte estructural para preservar la luz traqueal y mantener el lumen abierto durante el ciclo respiratorio (Tappin, 2016).

Las dos técnicas presentan complicaciones, siendo todas ellas potencialmente peligrosas. Si bien es cierto que, a pesar de las desventajas, ambos métodos mejoran notoriamente la calidad de vida y sintomatología de los animales con esta enfermedad (Chisnell y Pardo, 2014).

Cirugía abierta: Prótesis extraluminales

Los anillos extraluminales son prótesis semicirculares que se colocan rodeando externamente la tráquea, proporcionando sostenibilidad a los cartílagos y músculos traqueales desde el exterior, sin interferir con la función mucociliar. En esta técnica se debe mantener extrema precaución para no alterar la vascularización e inervación que discurre cerca de la tráquea. Cabe destacar que se trata de

un procedimiento que queda limitado al colapso extratorácico y a la entrada de la caja torácica (Serrano et al., 2018).

En un estudio realizado en 23 perros (Chisnell y Pardo, 2014) a los que se les colocó una prótesis extraluminal, se observó que en todos los casos los signos clínicos (disnea, tos, intolerancia al ejercicio...) mejoraron aproximadamente 2 semanas después de la operación. Además, un 65% de ellos no necesitaron tratamiento médico para controlar la sintomatología después de la cirugía. Sin embargo, se observó que un 17% de los pacientes fueron diagnosticados de parálisis laríngea poscirugía.

Las prótesis anulares utilizadas en esta técnica se pueden comprar o fabricar manualmente cortando una jeringuilla de 2-5 mL en cilindros de 5 a 8 mm de ancho. A cada uno de ellos se les realiza un corte en sentido longitudinal para poder ajustarlo alrededor de la tráquea y, además, se realizan al menos cinco agujeros para poder anclar las suturas. Los bordes irregulares de los anillos deben ser redondeados con una lima o una hoja de bisturí para evitar lesionar los tejidos. Las prótesis anulares resultantes deben ser esterilizadas en el autoclave previamente a su implantación (MacPhail y Fossum, 2019).

El procedimiento quirúrgico para la colocación de las anillas extraluminales se realiza con el paciente colocado en decúbito supino, y el cuello en hiperextensión. Se incide la piel y el tejido subcutáneo a lo largo de la línea media ventral cervical, es decir, desde la laringe hasta el manubrio esternal. Seguidamente, se disecan y separan los músculos esternocéfálico y esternohioideo a través del rafe medio para exponer la tráquea cervical. Dicha disección debe ser extremadamente cuidadosa para no lesionar los vasos y los nervios laríngeos recurrentes que irrigan e inervan la zona. Se realiza por el lado derecho para evitar la posibilidad de lesión del nervio recurrente izquierdo. Asimismo, la disección del lado derecho se lleva a cabo de manera segmentaria para no lesionar la vascularización de la zona.

Una vez expuesta la tráquea, se crea un túnel en el lado izquierdo rodeando la tráquea y con una pinza larga y curva se coloca la prótesis. Se asegura mediante puntos simples en posición ventral, lateral y dorsal. Se colocan de tres a seis suturas (material sintético, monofilamento, no absorbible) alrededor de los cartílagos, fijando al menos una de ellas en el músculo traqueal. Se distribuyen los distintos anillos protésicos cada 8-11 mm a lo largo de la tráquea. La tracción craneal de una de las prótesis ya colocadas en la tráquea cervical permite desplazarla hacia delante y colocar uno o dos anillos protésicos más en la entrada torácica.

Es preciso cerciorarse de que el tubo endotraqueal no queda incluido en los puntos de fijación. Se puede además poner un marcador radiopaco en el último anillo para identificar radiográficamente su ubicación postoperatoria.

Finalmente, se realiza un lavado con solución salina estéril, se suturan los músculos esternohioideos y esternocéfálicos con puntos simples (material sintético absorbible), y el tejido subcutáneo y piel mediante la técnica de elección del cirujano (Rodríguez et al., 2011; MacPhail y Fossum, 2019).

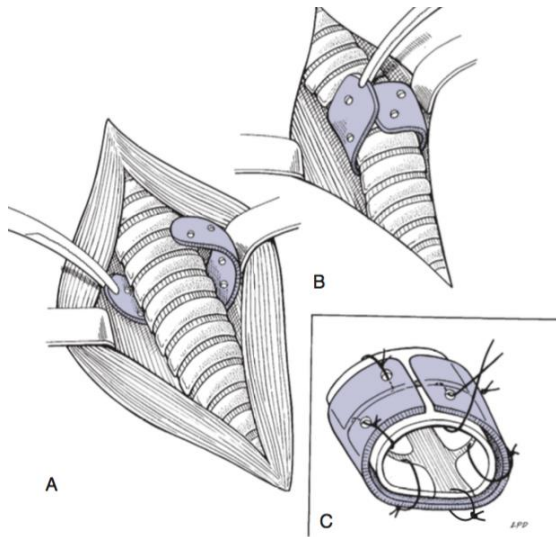


Imagen 1. A: Posicionamiento del anillo protésico a través del túnel realizado alrededor de la tráquea. B: Rotación de la prótesis. C: Fijación del anillo protésico a la tráquea (MacPhail y Fossum, 2019).



Imagen 2. Imagen intraoperatoria del posicionamiento de una prótesis extraluminal en tráquea (Tappin, 2016).

- Complicaciones:

Las principales complicaciones derivadas de esta técnica son a causa de la agresión quirúrgica, se describen a nivel postoperatorio e incluyen:

- Parálisis laríngea por lesión de los nervios laríngeos recurrentes (derecho e izquierdo)
- Necrosis traqueal
- Infección de los anillos protésicos por colonización de bacterias presentes en tráquea (Rodríguez et al., 2011).

Cirugía cerrada: Técnicas mínimamente invasivas (*Stents* intraluminales)

La colocación de *stents* intraluminales es una técnica mínimamente invasiva guiada por imagen usada para restaurar la luz traqueal. El *stent* ejerce una fuerza radial sobre la membrana traqueal dorsal y los cartílagos traqueales debilitados, abriendo la vía aérea desde su interior (Clarke, 2018).

A diferencia de la colocación de prótesis extraluminales, esta técnica permite el posicionamiento del *stent* en cualquier localización de la tráquea, un menor tiempo de intervención y por lo consiguiente de anestesia, además de ser una colocación no invasiva (Raske et al., 2018). En consecuencia, este procedimiento está asociado con un menor número de complicaciones perioperatorias que la colocación de prótesis extraluminales (Raske et al., 2018). No obstante, existen otras complicaciones que son comunes en este tipo de técnicas.

La implantación de *stents* traqueales se realiza bajo control fluoroscópico, un medio de imagen que permite una evaluación constante y en tiempo real del posicionamiento del *stent* y su grado de apertura.

Este procedimiento, además de describirse en animales que presentan sintomatología asociada al colapso traqueal, también puede realizarse en pacientes con obstrucción de la luz traqueal secundaria a estenosis y tumores (Weisse, 2015).

Se ha observado que en perros con grave dificultad respiratoria y un grado de obstrucción traqueal alto secundario al colapso traqueal la implantación de *stents* intraluminales ayuda a mitigar la sintomatología. Sin embargo, aquellos perros en los que el único signo clínico es la tos, secundaria a enfermedades de vías bajas y/o colapso bronquial, o en los que la mayoría de los signos están asociados con la tos y no la obstrucción, la colocación de este tipo de prótesis probablemente solo proporcione un alivio temporal y limitado (Clarke, 2018).

- Tipos de *stent*:

Actualmente, el *stent* traqueobronquial “idóneo” no se ha desarrollado. Sin embargo, dicho *stent* debería cumplir las siguientes características:

1. Ser fácil de insertar e implantar con precisión en la localización deseada
2. Tener suficiente fuerza radial para mantener la permeabilidad de la vía aérea y evitar la migración
3. Tener una elevada elasticidad y recuperabilidad elástica volviendo a su configuración original sin fatiga del material
4. Tener una buena flexibilidad longitudinal para ser tolerada sin dañar las vías respiratorias
5. Ser disponible en todos los tamaños necesarios
6. Ser biocompatible, es decir, que no provoque una reacción irritante por cuerpo extraño, o la granulación o infección de la mucosa traqueal
7. Preserve el aclaramiento mucociliar
8. Ser fácil de extraer/eliminar cuando esté indicado (Sun et al., 2008).

Hoy en día, en medicina humana, se han descrito el uso de diferentes tipos de *stents* intraluminales para el tratamiento tanto maligno como benigno de las estenosis de la vía aérea. Por lo común, suelen ser de plástico (silicona), metálicos o híbridos (combinación de distintos materiales). Dentro de los metálicos, se pueden encontrar además los *stents* expandibles por balón y autoexpandibles, así como cubiertos y no cubiertos (Sun et al., 2008).

En la elección del *stent* adecuado se ha demostrado que el tipo de material no siempre es el factor más importante a considerar, ésta debe hacerse también en función de la enfermedad, la anatomía y de la clínica del paciente (Folch y Keyes, 2018).

a. *Stents* de silicona:

La silicona es un polímero sintético que presenta una buena firmeza, estabilidad a elevadas temperaturas y produce una mínima reactividad tisular. Los *stents* de silicona son más económicos, bien tolerados por el paciente, pueden ser recortados y tienen la suficiente firmeza para resistir la compresión externa. Suelen ser introducidos mediante broncoscopia rígida, aunque también ha sido descrito el despliegue de estos mediante broncoscopio flexible. Las principales ventajas que conllevan este tipo de *stents* es que una vez desplegados pueden ser reposicionados y si es necesario, es posible

su extracción o eliminación. Sin embargo, deben implantarse mediante broncoscopia rígida y conllevar una anestesia general. Asimismo, tienen un mayor riesgo de migración, producen tejido inflamatorio de granulación en los extremos del *stent*, y ocasionan obstrucción de las vías respiratorias por secreciones, secundaria a la interferencia que produce el *stent* con el aclaramiento mucociliar. Los *stents* de silicona más comunes en medicina humana son el *stent* tubular, el *stent* en “Y” y el tubo en T de Montgomery (Sun et al., 2008; Folch y Keyes, 2018).

b. *Stents* metálicos:

Los *stents* metálicos fueron inicialmente diseñados para el uso endovascular. Los primeros *stents* metálicos que se utilizaron en árbol respiratorio son el Giantruco, el Palamaz y el Wallstent. No obstante, la gran mayoría de estos *stents* no son utilizados en la actualidad, debido a la gran cantidad de inconvenientes que producían: fracturas del *stent*, migración, perforación de las vías aéreas, formación de tejido de granulación, etc. (Sun et al., 2008).

Pese a todo, actualmente existen nuevos modelos que presentan una gran variedad de ventajas frente a los de silicona. Estos *stents* se dividen en autoexpandibles o balón expandibles, y cubiertos o no cubiertos de polímeros.

Los *stents* metálicos en comparación con los de silicona presentan una menor incidencia de migración, debido a la fuerza radial que produce la malla metálica; una mayor relación diámetro interno-externo, lo que conlleva una mayor apertura de la luz de las vías aéreas; y son radiopacos, por lo que son fácilmente detectables en las radiografías (Folch y Keyes, 2018).

Los *stents* no cubiertos tienen además la ventaja de que no tienden a interrumpir el aclaramiento mucociliar y no suelen producir obstrucción de los orificios bronquiales lobares. Sin embargo, este tipo de *stents* son difíciles de extraer, debido a la reepitelización del mismo y/o al tejido de granulación que se forma a través de la malla metálica (Folch y Keyes, 2018).

Hoy en día, los nuevos modelos de *stents* se fabrican a partir de distintas aleaciones de metales. Los *stents* de nitinol (aleación de 55% níquel y 45% titanio) son los más populares, y presentan una serie de ventajas destacables. Son muy elásticos, pudiendo sufrir grandes deformaciones de tamaño y forma. Presentan una memoria de forma única, disminuyendo así el riesgo de perforación de las vías respiratorias. Asimismo, no tienden a cambiar de longitud una vez expandidos y son lo bastante flexibles para alterar su forma al toser (Folch y Keyes, 2018).

En un estudio en el que se evaluaba la reactividad traqueal tras la implantación de distintos *stents* metálicos autoexpandibles (acero, nitinol, *stents* liberadores de nitinol) se observó que los *stents* de nitinol mostraban los mejores resultados, siendo los menos reactivos, por lo consiguiente, teniendo un menor índice de lesiones epiteliales y granulomas. Los *stents* de acero produjeron la mayor mortalidad en el estudio, debido a la posterior infección, estenosis y formación de granulomas; y los *stents* liberadores de paclitaxel (medicamento quimioterápico que evita la reestenosis) generaron alteraciones severas en los diferentes estratos de la pared traqueal, afectando incluso al cartílago (Serrano et al., 2016).

c. *Stents* híbridos:

Los *stents* híbridos o metálicos cubiertos se desarrollaron con el propósito de minimizar los inconvenientes de los *stents* de silicona y los metálicos, y a la vez incorporar distintos beneficios. Los materiales más utilizados como revestimiento son el poliuretano, el politetrafluoretileno (PTFE) y la silicona. Estos tienen la ventaja de producir un menor crecimiento de tejido y una manipulación más fácil. No obstante, la cubierta de revestimiento no permite que el tejido se incorpore en el *stent*, lo que produce una mayor tasa de migración. Además, se ha descrito que las secreciones respiratorias pueden producir una degradación de estos materiales, en concreto, del PTFE. Sin embargo, los *stents* cubiertos sólo intermitentemente son menos propensos a la migración, ya que la parte desnuda del metal se ancla con mayor facilidad al tejido traqueal (Sun et al., 2008).

d. *Stents* biodegradables:

Los *stents* biodegradables han adquirido popularidad en los últimos años con el objetivo de mantener la luz traqueal abierta durante un tiempo determinado. Dichos *stents* están diseñados con metales corrosibles y/o con polímeros bioabsorbibles. El tiempo de absorción dependerá de la estructura molecular del material utilizado, el grado de polimerización, la disposición interna de los componentes, de la forma y estructura del *stent*, y de la localización de implantación (Sun et al., 2008). Al presentar un diseño similar a los *stents* metálicos, los *stents* biodegradables deberían ser de fácil implantación, permitir el aclaramiento mucociliar al no estar recubiertos, evitando a la vez los inconvenientes relacionados con la extracción de los metálicos (Rodríguez et al., 2019; Sun et al., 2008).

Estos tipos de *stent* podrían suponer un papel importante en el manejo de pacientes en los que se requiera su colocación de manera temporal y/o en pacientes pediátricos.

- Stents traqueales en perros: procedimiento y materiales empleados

Los *stents* intraluminales en perros con colapso traqueal son generalmente autoexpandibles de nitinol. Además del propio *stent* y el sistema de liberación, para realizar este procedimiento es necesario: una guía hidrofílica angulada, un catéter centimetrado y un tubo endotraqueal radiopaco (diámetro mínimo de 4mm).

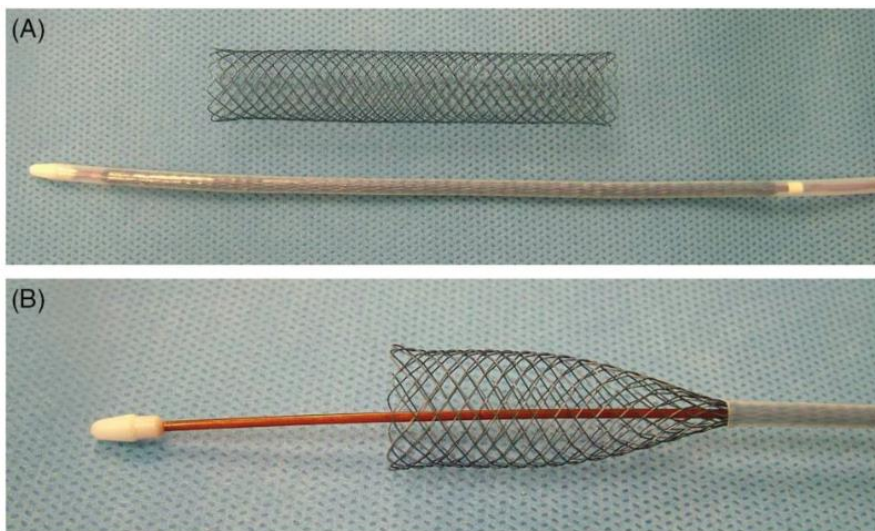


Imagen 3. A: Stent envainado en el sistema de liberación y stent traqueal, B: Sistema de liberación y stent traqueal metálico autoexpandible liberado parcialmente (Tappin, 2016).

El procedimiento de implantación se realiza con el paciente bajo anestesia general. Antes de intubar al animal se recomienda realizar una traqueoscopia para evaluar tanto la cavidad oral y la laringe, como para recabar más información sobre el tipo de colapso que presenta el animal y si hay afección bronquial.

Después de intubar al paciente, se posiciona en decúbito lateral con el cuello flexionado con el fin de enderezar lo máximo posible la tráquea. Para tomar las medidas traqueales se introduce un catéter centimetrado por el esófago, disponiendo así de una referencia métrica. Bajo fluoroscopia, se desinfla el manguito del tubo endotraqueal y se retira hasta el nivel del cricoides, donde se vuelve a inflar lo más hermético posible. Se realizan ventilaciones a una presión positiva de 20 cm de H₂O para extender la tráquea a su máximo diámetro. Tras realizar estas insuflaciones, se toma como referencia las marcas radiopacas de catéter centimetrado y se mide la tráquea a nivel cervical, en la entrada de la cavidad

torácica e intratorácicamente, así como la longitud traqueal desde el cricoides hasta la carina (Weisse, 2015).

Para la selección del diámetro del *stent*, Weiss (2015) recomienda escoger un calibre un 20% más grande que el máximo diámetro traqueal medido. La longitud final del *stent* se determina utilizando una tabla de acortamiento del *stent* proporcionada por el fabricante.

Se debe tener en cuenta que el sobredimensionamiento del diámetro del *stent* provoca que este se mantenga en su posición y no se expanda completamente, impidiendo el acortamiento previsto y por lo consiguiente manteniéndose más largo de lo esperado (Weisse, 2015; Raske et al., 2018).

Una vez seleccionado el diámetro apropiado, la longitud del *stent* se escoge teniendo en cuenta que éste debe al menos cubrir toda la zona colapsada y que se deben dejar al menos 10 mm de distancia de seguridad entre la parte caudal del cricoides y la parte craneal de la carina (Tappin, 2016).

Una vez tomadas las medidas correspondientes y elegido el *stent*, se puede empezar con la colocación de dicha prótesis.

Primeramente, se lubrica el sistema de liberación con suero fisiológico salino y se asegura que funciona correctamente desplegando aproximadamente unos 10 mm del *stent*.

Una vez asegurado que el paciente se encuentra en la posición deseada y en un plano anestésico adecuado se introduce el sistema de liberación por dentro del adaptador para el broncoscopio y seguidamente se introduce en la tráquea. Unos 10 mm delante de la carina se empieza a liberar el *stent*, retirando la vaina lentamente. Una vez desplegado aproximadamente de un $\frac{1}{3}$ a $\frac{1}{2}$ *stent*, se recomienda empujar y tirar suavemente del sistema de liberación para comprobar que se está anclando correctamente a la pared traqueal y que no se desliza sobre ella.

Si en cualquier momento se observa que la longitud o diámetro del *stent* es inadecuado y éste no ha sido liberado completamente, es aconsejable replegarlo y retirar todo el sistema de liberación. Debe además contemplarse que, en la mayoría de los *stents*, una vez liberado aproximadamente el 80%, no es posible la retirada de dicho *stent*.

Finalmente, una vez implantado, se debe realizar una placa radiográfica tanto en posición latero-lateral como ventrodorsal para comprobar la correcta colocación de la prótesis y para futuras comparaciones. Asimismo, se recomienda repetir la traqueoscopia (Weisse, 2015).

En un estudio en el que se valoraban los cambios inmediatamente después, a corto y medio plazo de la colocación de *stents* de nitinol en distintos perros se observó que, si se escoge correctamente el diámetro del *stent* y la técnica de liberación es la adecuada, el porcentaje de migraciones durante cualquiera de estos periodos es mínimo y que se produce un menor acortamiento a corto plazo. Al

final del estudio, el acortamiento medio final del *stent* fue sólo de un 9,9%. También se observó, que los *stents* que no se han expandido por completo ejercen una menor fuerza radial, conduciendo a la formación de espacios entre la malla y la pared traqueal. Esto acaba favoreciendo la acumulación de mucus y la posterior infección y sobrecrecimiento de tejido (Raske et al., 2018).

Tras la implantación del *stent*, los pacientes suelen recibir el alta hospitalaria al día siguiente de la intervención, a no ser que se observe alguna complicación.

La terapia médica posquirúrgica en estos casos incluye principalmente: un antitusivo (hidrocodona o butorfanol), corticosteroides (prednisona; la fluticasona inhalada reduce la inflamación e irritación de manera local) y el mantenimiento de la terapia antibiótica durante 10-14 días. Se recomienda además el uso de algún broncodilatador si en la traqueoscopia se ha observado un colapso evidente de los bronquios.

Se aconseja realizar una revisión al mes y después cada 3 meses hasta cumplir el año desde la intervención. Posteriormente se realizan los chequeos cada 6 meses.

Es importante que los propietarios sepan que es esperable que sus animales tengan una leve tos seca durante las primeras 4 semanas después de la cirugía, ya que es el tiempo aproximado que tarda el *stent* en incorporarse a la mucosa traqueal. Asimismo, debe contemplarse que, los pacientes con colapso bronquial es muy probable que continúen tosiendo y necesiten terapia antitusiva de por vida. También es relevante que dichos propietarios tengan en cuenta que su perro sufre una enfermedad de tipo degenerativa y progresiva, por lo que es imprescindible su colaboración en todo momento (Folch y Keyes, 2018; Serrano et al., 2018).

- Complicaciones:

Las principales complicaciones observadas en esta técnica, además de las asociadas a la anestesia general, incluyen:

- Fractura del *stent*: rotura por fatiga del material, generalmente en la zona de la entrada de la cavidad torácica, debido a el continuo movimiento del cuello
- Sobrecrecimiento de tejido inflamatorio o de granulación, que puede acabar obstruyendo las vías aéreas
- Migración del *stent*: si se escoge un diámetro inadecuado o debido a la tos persistente del animal
- Traqueítis bacteriana

Las complicaciones agudas como son la elección de un tamaño inadecuado o mal posicionamiento del *stent* se suelen evitar en gran medida mediante la correcta medición, selección y liberación del *stent*. Generalmente, la formación de tejido inflamatorio suele controlarse con corticosteroides a altas dosis. Sin embargo, en los casos en los que la inflamación no remita u obstruya la luz traqueal, es necesario colocar un nuevo *stent* por dentro del primero, cubriendo la totalidad del *stent* inicial. Esto permite marginar el tejido inflamatorio a la periferia, aumentando la luz traqueal. En los casos en los que se produzca rotura del *stent*, también está descrita la colocación de un segundo *stent* a través de la luz del primero. El nuevo *stent* será ligeramente más largo, ya que no alcanzará el mismo diámetro que el primero (Beal, 2017).

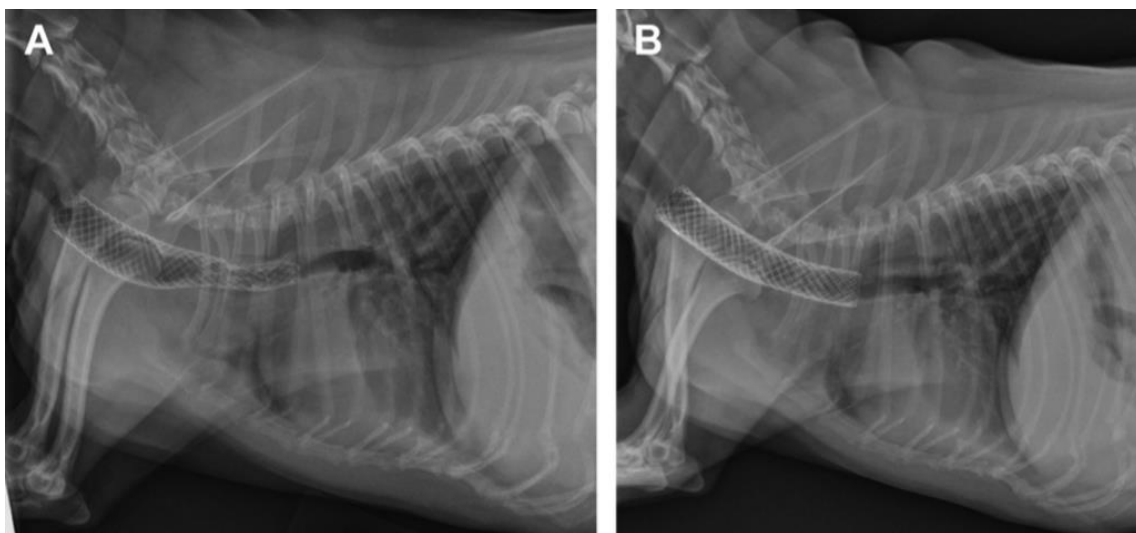


Imagen 4. A: Fractura grave intraluminal del stent, B: Colocación de un segundo stent dentro del primero (Clarke, 2018)

Nuevas líneas de investigación para el tratamiento del colapso traqueal canino.

El uso de *stents* autoexpandibles de nitinol como tratamiento quirúrgico del colapso traqueal es actualmente un procedimiento realizado con frecuencia y que ofrece una mejoría rápida de los síntomas respiratorios. Se trata de una técnica que requiere un procedimiento quirúrgico corto y presenta menos complicaciones a corto plazo en comparación con la cirugía abierta. No obstante, a medio y largo plazo, no es extraño que se produzcan ciertas complicaciones (fractura, migración, sobrecrecimiento tejido inflamatorio, etc.), que son difíciles de resolver, principalmente debidas a que estos *stents* no son recuperables una vez implantados. Es por ello, que hoy en día se está investigando en el desarrollo de nuevos dispositivos.

En la última década se han llevado a cabo diversas investigaciones que comparan los *stents* autoexpandibles de nitinol con los fabricados con acero inoxidable. Uno de los artículos más reseñables es el publicado en la revista *Annals of Biomedical Engineering* por Chaure et al. (2016) en el que realizaron un estudio con 30 conejos divididos en tres grupos de 10 animales cada uno. Al primero se les implantó un *stent* de acero inoxidable de configuración trenza tubular, al segundo uno fabricado a base de nitinol y al último no se les implantó ninguno, actuando como grupo control. Los resultados mostraron que el *stent* fabricado con la aleación de acero inoxidable promovía una respuesta de granulación en el tejido traqueal a nivel de los extremos distal y proximal. Por el contrario, este efecto no se observó en el de nitinol, pudiendo concluir que el diseño y tipo de material utilizado para fabricar los *stents* intraluminales tiene una repercusión significativa. Además, recientemente, se han llevado a cabo dos estudios que profundizan en la investigación del uso de los dos tipos de materiales comentados anteriormente para el diseño de nuevos modelos de estas prótesis.

Otra investigación recientemente publicada consistió en un estudio piloto sobre un nuevo diseño de *stent* traqueal en acero inoxidable (López-Minguez et al., 2019). En él, se implantó un nuevo dispositivo intraluminal en forma de espiral, denominado CasMin-Twine, en 10 conejos adultos de raza neozelandesa. El procedimiento se efectuó realizando una pequeña incisión de 1 cm en la región ventral del cuello, caudalmente al cartílago cricoides, y puncionando con una aguja el espacio intratraqueal. Posteriormente, se introdujo la nueva prótesis en la luz traqueal mediante movimientos circulares en sentido horario y se fijó al anillo más craneal con una sutura no absorbible. Este punto, además de fijar la prótesis a la pared de la tráquea, también permitía que el *stent* pudiese ser retirado mediante movimientos circulares en sentido antihorario. Se realizó un seguimiento de estos conejos durante 12 meses, en los que no se observaron cambios significativos a nivel respiratorio o comportamental. Mediante endoscopia se vio que, a los 30 días, el 60% de los conejos mostraban reepitelización parcial, mientras que solo uno de ellos lo mostró pasados los 12 meses. También se halló acumulación leve de moco en el 40% de los casos y sin provocar ninguna consecuencia a nivel respiratorio. Además, solo se observó la formación de granulomas en la punta caudal del *stent* en un único animal.

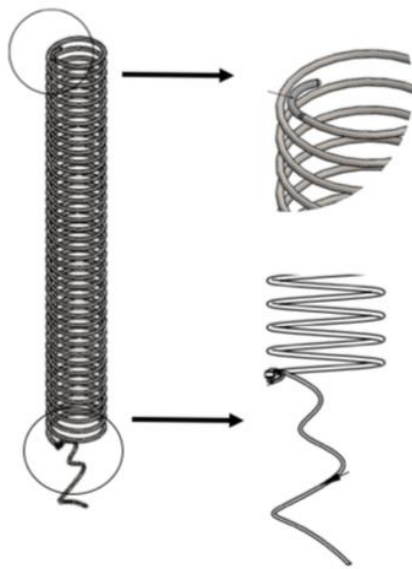


Imagen 5. Diseño del *stent* CasMin-Twine (López-Minguez et al., 2019)

Por otro lado, en 2020 este mismo equipo investigador llevó a cabo un segundo estudio (Serrano-Casorrán et al., 2020) en el que se implantó este mismo *stent* en forma de espiral fabricado en nitinol, con el objetivo de mantener la arquitectura de las vías respiratorias y poder retirar el dispositivo de manera no traumática una vez producida la reepitelización total de la tráquea. En este caso, se colocó a cuatro perros con colapso traqueal mediante dos abordajes quirúrgicos distintos.

Esta nueva prótesis está diseñada con el fin de solventar las complicaciones asociadas a la colocación de los *stents* metálicos actuales. Su morfología se adapta a la anatomía de la tráquea, mejorando así el aclaramiento mucociliar y reduciendo la cantidad de metal en contacto con el tejido. La prótesis presenta una forma helicoidal y está fabricada con nitinol, un material biocompatible, muy elástico y con memoria de forma. Presenta un pequeño bucle en la parte craneal para poder fijar la prótesis. La parte caudal se encuentra redondeada, para así evitar daños en la mucosa traqueal durante su introducción.

Al igual que en el estudio comentado anteriormente, el procedimiento se llevó a cabo realizando una pequeña incisión de 2 cm caudal al cartílago cricoides. Posteriormente, se diseccionaron y se separaron los distintos planos musculares hasta tener expuesta parte de la tráquea. En este caso, fueron utilizados dos métodos distintos de implantación: la introducción mediante movimientos circulares en sentido horario, y la introducción con la ayuda de un dilatador. Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, pudiéndose retirar el tratamiento médico a todos los pacientes tras 21 días y no se observaron ni fracturas del *stent*, ni proliferación de tejido de granulación.

Ambos estudios son prometedores, y evidencian cómo este nuevo tipo de prótesis permite resolver las complicaciones asociadas con los tratamientos quirúrgicos actuales, demostrando la seguridad y la eficacia de este procedimiento, ya que, causa una mínima agresión del tejido y una rápida recuperación del paciente. Esto puede significar una nueva alternativa terapéutica para esta complicada patología en la clínica veterinaria, siendo incluso útil su aplicación en un futuro en pacientes humanos.

6. CONCLUSIONES

El análisis de la información obtenida a partir de esta revisión bibliográfica ha permitido extraer las siguientes conclusiones:

1. El colapso traqueal es una enfermedad crónica, progresiva e irreversible de la tráquea y vías bajas.
2. Afecta principalmente a perros de raza pequeña y de mediana a avanzada edad. Los signos clínicos más comunes son la tos seca paroxística intermitente, la intolerancia al ejercicio y los episodios de distrés respiratorio.
3. Las técnicas de diagnóstico por imagen son esenciales para confirmar el colapso traqueal, siendo las más utilizadas la radiografía, la fluoroscopia y la endoscopia.
4. El objetivo básico del tratamiento es reducir la sintomatología a un nivel que confiera una buena calidad de vida al animal.
5. El manejo anestésico es muy importante y va enfocado a disminuir el estrés, garantizar la oxigenación del paciente y no agravar los signos de colapso u obstrucción de la vía aérea.
6. La mayoría de los perros responden bien al tratamiento médico. En aquellos pacientes donde esto no ocurra o se produzca un empeoramiento en la sintomatología clínica, se puede plantear un tratamiento quirúrgico.

7. Los dos procedimientos quirúrgicos que se realizan con mayor frecuencia son la colocación de anillas extraluminales y la implantación de *stents* intraluminales.
8. La implantación de *stents* intraluminales es una técnica mínimamente invasiva y rápida, que puede usarse en cualquier localización de la tráquea, mientras que la colocación de anillas extraluminales es una técnica más invasiva, que se limita únicamente a la tráquea cervical.
9. Existen nuevas líneas de investigación tanto en humana como en veterinaria centradas en el tratamiento del colapso traqueal y en reducir o evitar las complicaciones asociadas.

6. CONCLUSIONS

The study of the information obtained from this literature review has led to the following conclusions:

1. Tracheal collapse is a chronic, progressive and irreversible disease of the trachea and lower airways.
2. It mainly affects middle-aged to older small breed dogs. Clinical signs usually include intermittent paroxysmal cough, exercise intolerance, and episodes of respiratory distress and dyspnoea.
3. Diagnostic imaging techniques are essential to confirm tracheal collapse, mostly using radiography, fluoroscopy and endoscopy.
4. The treatment's basic objective is to reduce the symptomatology to improve the patient's quality of life.
5. Anesthetic management is very important and is mostly focused on reducing stress, ensuring the patient's oxygenation and not aggravating the signs of collapse or the airway obstruction.
6. Most dogs respond well to the medical treatment. However, surgical intervention can be considered in those patients that do not respond to medical management or that have respiratory distress.

7. Nowadays, there is no suitable treatment, but the two most frequently performed procedures are extraluminal ring placement and intraluminal *stent* implantation.
8. Intraluminal *stent* implantation is a minimally invasive and rapid technique in which the *stent* can be positioned at any location in the trachea, whereas extraluminal ring placement is a more invasive method, which is limited only to the cervical trachea.
9. There are new research lines, both in veterinary and human medicine focused on tracheal collapse treatment and on mitigating the complications associated.

7. VALORACIÓN PERSONAL

La realización de este Trabajo de Fin de Grado me ha permitido aprender a manejar las diferentes bases de datos científicas que tenemos a nuestra disposición, proporcionándome la oportunidad de mejorar mis habilidades para reunir información con validez científica, así como filtrar y contrastar dicha información de una forma crítica y coherente. También ha sido útil para saber cómo elaborar una bibliografía y como referenciar artículos y publicaciones de una manera adecuada. Además, me ha permitido mejorar el uso del lenguaje técnico científico tanto en inglés como en español.

Asimismo, la compilación de toda esta información me ha dado la oportunidad de investigar más a fondo una de las patologías respiratorias más comunes en perros de raza pequeña, aprendiendo y profundizando mis conocimientos tanto en el campo de la cirugía como de la anestesiología veterinaria. Además, me ha permitido valorar la importancia del uso de técnicas quirúrgicas en auge, como los procedimientos mínimamente invasivos, un campo de investigación hoy en día relevante para la resolución de diversas patologías, tanto en la medicina veterinaria como en la humana.

8. BIBLIOGRAFÍA

Argano, M., Gendron, K., Rytz, U. y Adami, C. (2013). "Anesthetic and Airways Management of a Dog with Severe Tracheal Collapse during Intraluminal Stent Placement". *Case Reports in Veterinary Medicine*, pp.1-5. DOI:10.1155/2013/234598

Beal, M. (2017). "Chapter 121, Respiratory Interventional Therapies". En: Ettinger, S., Feldman y E. a Côté, E. (Coord.). *Textbook of veterinary internal medicine: diseases of the dog and the cat*. 8th ed. St. Louis: Elsevier, pp.1285-1292.

Bonastre, C., Serrano-Casorrán, C., Rodríguez-Zapater, S., López, S. y de Gregorio, M. (2018). "Anestesia en procedimientos mínimamente invasivos". *Anestesia y Analgesia - Argos*, 199, pp. 50-54. Disponible en: <https://www.portalveterinaria.com/pdfjs/web/viewer.php?file=/upload/riviste/argos199.pdf> [Consultado 20-04-2021]

Chaure, J., Serrano, C., Fernández-Parra, R., Peña, E., Lostalé, F., Gregorio, M., Martínez, M. y Malvè, M. (2016). "On Studying the Interaction Between Different Stent Models and Rabbit Tracheal Tissue: Numerical, Endoscopic and Histological Comparison". *Annals of Biomedical Engineering*, 44(2), pp.368-381. DOI: 10.1007/s10439-015-1504-3

Chisnell, H. y Pardo, A. (2014). "Long-Term Outcome, Complications and Disease Progression in 23 Dogs After Placement of Tracheal Ring Prostheses for Treatment of Extrathoracic Tracheal Collapse". *Veterinary Surgery*, pp.1-11. DOI: 10.1111/j.1532-950X.2014.12206.x

Clarke, D. (2018). "Interventional Radiology Management of Tracheal and Bronchial Collapse". *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 48(5), pp.765-779. DOI: 10.1016/j.cvsm.2018.05.010

Folch, E. y Keyes, C. (2018). "Airway stents". *Annals of Cardiothoracic Surgery*, 7(2), pp.273-283. DOI: 10.21037/acs.2018.03.08

Johnson, L. y Pollard, R. (2010). "Tracheal Collapse and Bronchomalacia in Dogs: 58 Cases (7/2001-1/2008)". *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 24(2), pp.298-305. DOI: 10.1111/j.1939-1676.2009.0451.x

López-Mínguez, S., Serrano-Casorrán, C., Guirola, J., Rodríguez-Zapater, S., Bonastre, C. y de Gregorio, M. (2019). "New tracheal stainless steel stent pilot study: twelve month follow-up in a rabbit model". *PeerJ*, 7, p.e7797. DOI: 10.7717/peerj.7797

MacPhail, C. y Fossum, T. (2019). "Surgery of the upper Respiratory System". En: Fossum, T. (Coord.). *Small animal surgery*. 5th ed. Philadelphia: Elsevier, pp.868-874.

Maggiore, A. (2020). "An Update on Tracheal and Airway Collapse in Dogs". *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 50(2), pp.419-430. DOI: 10.1016/j.cvsm.2019.11.003

Maggiore, A. (2014). "Tracheal and Airway Collapse in Dogs". *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 44(1), pp.117-127. DOI: 10.1016/j.cvsm.2013.09.004

Manson, R. y Jonson, L. (2006). "Patologías del tracto respiratorio, Capítulo 46: Tráquea y Bronquios". En: King, L. (Coord.). *Enfermedades respiratorias en el perro y en el gato*. Sant Cugat del Vallès: Multimédis Ediciones Veterinarias, p.411-421.

Raske, M., Weisse, C., Berent, A., McDougall, R. y Lamb, K. (2018). "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*, 32(2), pp.782-791. DOI:10.1111/jvim.15063

Rioja, E. (2016). "Anestesia en pacientes con patología respiratoria". En: Rioja, E., Salazar, V., Marínez, M. y Martínez F. *Manual de anestesia y analgesia de pequeños animales con patologías o condiciones específicas*. 1st ed. Zaragoza: Servet, pp.14-26.

Rodríguez, J., Alamán, M., Serrano, C. y Lorente, C. (2018). "Tráquea / Consideraciones anestésicas". En: Rodríguez, J. (Coord.). *La cirugía en imágenes paso a paso. Cuello y cabeza*. Zaragoza: Servet editorial - grupo Asís Biomedis SL, pp.90.

Rodríguez, J., Serrano, C., Fernández, R. y de Torre, A. (2011). "Tráquea / Colapso traqueal". En: Rodríguez Gómez, J. (Coord.). *La cirugía en imágenes, paso a paso. El tórax*. Zaragoza: Servet editorial - Grupo Asís Biomedis S.L., pp.236-255.

Rodríguez, S., López, S., Bonastre, C., Fuente, S., Guirola, J. y Serrano, C. (2019). "Implantación de stents biodegradables traqueales en animal de experimentación. Descripción de la técnica". *Revista Intervencionismo*, 19(2), pp.83-88. DOI: 10.30454/2530-1209.2019.2.5

Serrano-Casorrán, C., López-Mínguez, S., Rodríguez-Zapater, S., Bonastre, C., Guirola, J. y de Gregorio, M. (2020). "A new airway spiral stent designed to maintain airway architecture with an atraumatic removal after full epithelization—Research of feasibility and viability in canine patients with tracheomalacia". *Pediatric Pulmonology*, 55(7), pp.1757-1764. DOI: 10.1002/ppul.24816

Serrano, C., Lostalé, F., Rodríguez-Panadero, F., Blas, I., Laborda, A. y de Gregorio, M. (2016). "Stents traqueales metálicos autoexpandibles. Estudio comparativo de 3 tipos diferentes de stents en un modelo animal". *Archivos de Bronconeumología*, 52(3), pp.123-130. DOI: 10.1016/j.arbres.2015.04.012

Serrano, C., Ramón, J., Alamán, M., Rodríguez, J. y Torres, P. (2018). "Tráquea / Colapso traqueal". En: Rodríguez, J. (Coord). *La cirugía en imágenes paso a paso. Cuello y cabeza*. Zaragoza: Servet editorial - grupo Asís Biomedica SL, pp.99-111.

Sun, F., Usón, J., Ezquerro, J., Crisóstomo, V., Luis, L. y Maynar, M. (2008). "Endotracheal stenting therapy in dogs with tracheal collapse". *The Veterinary Journal*, 175(2), pp.186-193. DOI: 10.1016/j.tvjl.2007.01.011

Talavera, J. (2013). "Actualización en el diagnóstico y tratamiento del colapso traqueal". XII *Congreso de Especialidades Veterinarias (AVEPA)*. Granada, 5 y 6 abril 2013.

Tappin, S. (2016). "Canine tracheal collapse". *Journal of Small Animal Practice*, 57(1), pp.9-17.

Tinga, S., Thieman, K., Peycke, L. Cohen, N. (2015). "Comparison of Outcome After Use of Extra-Luminal Rings and Intra-Luminal Stents for Treatment of Tracheal Collapse in Dogs". *Veterinary Surgery*, 44(7), pp.858-865. DOI:10.1111/vsu.12365

Torezani, L., Pereira Junior, J., Kaiser, B., Teixeira, M., Santiago, M., Cota, J. y Pereira, C. (2021). "Tracheal Collapse in Dogs". *Open Access Library Journal*, 08(03), pp.1-8. DOI:10.4236/oalib.1107257

Weisse, C. (2015). "Intraluminal Tracheal Stenting". *Veterinary Image-Guided Interventions*, pp.73-82. DOI: 10.1002/9781118910924.ch7