

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»

на правах рукописи

ЩУРОВ АЛЕКСЕЙ ИГОРЕВИЧ

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОВ ЛЕЧЕНИЯ
КОЛЛАПСА ТРАХЕИ У СОБАК**

Специальность: 4.2.1. Патология животных, морфология, физиология,
фармакология и токсикология

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой
степени кандидата ветеринарных наук

Москва – 2026

СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ	4
2. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	11
2.1. Анатомо-топографические особенности трахеи	11
2.2. Коллапс трахеи и его последствия	15
2.3. Методы восстановления функциональности трахеи.	21
2.3.1. Консервативная терапия	21
2.3.2. Открытое хирургическое вмешательство	25
2.3.3. Эндоскопическое хирургическое вмешательство	33
2.4. Морфологическая характеристика компонентов трахеи в условиях хирургической коррекции	40
2.5. Заключение	41
3. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ	42
3.1. Материалы исследований	42
3.1.1. Сбор анамнеза.....	43
3.1.2. Клиническое обследование.....	44
3.1.3. Рентгенография дыхательных путей	46
3.1.4. Трахеоскопия.....	47
3.1.5. Бактериальный посев из трахеи.....	49
3.2. Методы исследований.....	50
3.2.1. Экспериментальные данные по использованию стентов после нанесения на них наноструктурированного покрытия	50
3.2.2. Консервативный метод лечения собак с коллапсом трахеи	53
3.2.3. Сравнение оперативных методов коррекции коллапса трахеи.....	57

4. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	66
4.1. Мониторинг распространения коллапса трахеи в Московском регионе	66
4.2. Результаты экспериментальной установки стентов с наноструктурированным покрытием у кроликов.....	68
4.3. Результаты наблюдений за собаками с применением консервативного лечения	84
4.4. Сравнение методов оперативного вмешательства на клинически больных животных	87
5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	96
6. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	103

1. ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Коллапс трахеи является распространенной патологией у собак, характеризующейся дорсовентральным уплощением колец трахеи и дряблостью дорсальной мембраны трахеи, что снижает способность организма должным образом насыщать организм кислородом, приводят к различной степени кашля и одышки (Xu T., Mandour A.S. et al., 2025). Его распространенность связана с растущей популярностью некоторых пород, таких как померанские шпицы, йоркширские терьеры и чихуахуа, которые, как известно, особенно подвержены коллапсу трахеи, среднего возраста или старше, без каких-либо существенных половых предпочтений (Kim M.R., Kim S.H. et al., 2024).

Основываясь на этих наблюдениях, разумно предположить, что это состояние может возникнуть у любого животного при наличии неблагоприятных внешних и внутренних факторов, хотя и менее распространено, чем у животных, относящихся к вышеупомянутой группе риска. Однако у многих животных патология остается бессимптомной, что позволяет ей сохраняться на протяжении всей их жизни (Gaudio E. et al., 2025). Неспособность решить проблему при появлении начальных симптомов, будь то постепенное прогрессирование или резкое снижение функции трахеи, может привести к фатальным последствиям, что подчеркивает важность своевременного оперативного вмешательства (Jin-Young C., Mu-Young K. et al., 2024).

Медикаментозное лечение этого состояния оказывается неэффективным. В результате примерно 60% больных умирают в течение первого года после начала консервативного лечения. Причина этого заключается в том, что эластичность хрящевых колец не может быть восстановлена с помощью медикаментозных средств, что приводит к потенциальному усилению сужения трахеи, даже если симптомы временно ослабевают. (Jin-Young C., Mu-Young K. et al., 2024).

Коллапс трахеи в условиях декомпенсации может привести к тяжелой гипоксии, состоянию, которое может усугубиться травмой или критическим заболеванием. Несмотря на эти потенциальные риски, трахеоскопия и

стентирование в настоящее время представляют собой наиболее эффективную стратегию ведения пациентов с этим заболеванием (Song Y., Kim Y., et al., 2022; De Lorenzi D., 2024). Дополнительные методы визуальной диагностики (Паршин В.В., Пудовкин Н.А., Зайцев В.В., 2025), корректная интерпретация данных, полученных в ходе стентирования (Дьяченко И.А., Ковалев С.П., 2024), позволит понять процессы регенерации, а сравнительный анализ имплантатов и методов фармакотерапии позволит обеспечить контроль над течением постоперационного периода.

Чтобы ускорить процесс восстановления после хирургического вмешательства и улучшить физиологическое самочувствие пациента, необходимо провести тщательное изучение широкого спектра реконструктивных процедур и материалов для имплантации (Cardoso D.R., 2025). Несмотря на существование множества хирургических методик и вспомогательных средств, дальнейшие исследования по-прежнему имеют решающее значение. Кроме того, важно изучить морфологические изменения, происходящие в месте имплантации (Черкасова О.В., Шумаков Н.И., с соавт., 2025), поскольку эти знания позволят глубже понять процесс регенерации. В этом контексте сравнительная оценка различных имплантатов и характеристик фармакотерапии пациентов представляет собой важнейшую задачу в области современной ветеринарной медицины. Научное исследование, направленное на разработку алгоритма развития патологии и понимание структурных и функциональных последствий использования нитиноловых материалов в различных конструкциях внутрибронхиальных стентов (Позябин С.В., Шумаков Н.И., с соавт., 2021), является своевременным и необходимым для решения вопросов, связанных с профилактикой различных осложнений.

Степень разработанности. Изучением коллапса трахеи у собак мелких пород собак занимаются уже более 60 лет, начиная с первых упоминаний коллапса трахеи собак в 1964 году (Schiller A.G., Helper L.C. et al., 1964). Активное изучение методов стабилизации трахеи началось в период с начала 1970 годов, когда были

представлены первые попытки хирургической стабилизации патологии (Leonard H.C., 1971; Hobson H.P., 1976). Позже в 1982 году первыми представили используемую по сей день классификацию степеней сужения коллапса трахеи (Tangner C.H., Hobson H.P., 1982). В период с середины 1970 до начала 2000 годов были представлены различные виды внешних стентов из различных материалов, начиная от поливинилхлоридовых колец, изготовленных из внутривенных капельных систем, до полипропиленовых С-образных и непрерывных колец (Fingland R.B., Weisbrode S.E. et al., 1989; White R.N., 1995; Buback J.L., Boothe H.W. et al., 1996). Саморасширяющиеся внутрипросветные трахеальные стенты начали появляться с начала 2000 годов и завоевали популярность благодаря малоинвазивности при их установке (Norris J.L., Boulay J.P. et al., 2000; Moritz A., Schneider M. et al., 2004; Macready D.M., Johnson L.R. et al., 2007; Sura P.A., Krahwinkel D.J., 2008; Tappin S.W., 2016).

Попытки медикаментозной стабилизации пациентов с данной патологией активно начала развиваться в середине 90-ых годов и по сей день считается менее эффективной, нежели хирургическое вмешательство (White R.A.S., Williams J.M., 1994; Ayres S.A., Holmberg D.L., 1999; Bexfield N., Foale R. Et al., 2006; Weisse C., Berent A.C., 2010). Но на данный момент все предложенные методы лечения данной патологии имеют ряд осложнений и не являются полным избавлением от симптоматики коллапса и не могут восстановить целостность трахеи полностью. Исследования по методам стабилизации состояния животных, долгосрочного влияния методов коррекции продолжают до сих пор (Scherf G., Masseur I. et al., 2020; Kim J. H., 2021; Kim J.H., Choi J.Y. et al., 2022-2023).

Цель исследования. Представить сравнительный анализ консервативного и хирургического методов лечения коллапса трахеи у собак.

Задачи исследования.

1. Изучить распространенность коллапса трахеи у собак мелких пород в Московском регионе.

2. Провести экспериментальные исследования по установке нитиноловых стентов с нанесенным наноструктурированным покрытием и включением противовоспалительных препаратов.

3. Выявить патоморфологические изменения структуры трахеи в результате применения нитиноловых стентов с нанесенным наноструктурированным покрытием и включением противовоспалительных препаратов.

4. Установить эффективность медикаментозного, а также эндо- и экстратрахеального способов лечения коллапса трахеи при его различной степени тяжести.

Научная новизна. Впервые проведен мониторинг распространенности коллапса трахеи у собак в Московском регионе; наиболее склонны к данной патологии собаки породы йоркширский терьер, их было 164 (64%) особи, 72 (28%) относились к породе шпиц, а 21 (8%) к чихуахуа. Экспериментальными и клиническими исследованиями по установке нитиноловых стентов с нанесением наноструктурного покрытия, у животных, доказана эффективность тактики мультимодального подхода к лечению заболевания. Впервые экспериментально установлена эффективность применения двух видов биоразлагаемого материала (полимолочной и полимолочной-гликолевой кислоты) с включением в состав противовоспалительного препарата (метилпреднизолона) для стентирования трахеи у животных. Установлено, что нанесенное покрытие на стент без включения метилпреднизолона является раздражителем и усиливает воспалительные процессы после интратрахеального стентирования. При этом, отмечено положительное влияние на ткани трахеи; грануляции отсутствуют после применении полимолочной кислоты и отмечено незначительное количество нормальных грануляций при применении полимолочной-гликолевой кислоты. Выход препарата из покрытия подтверждается снижением уровня лейкоцитов с 7 до на 21 суток в 1,5 раза и СОЭ в 2,4 раза в период с 7 по 21 сутки в группе полимолочной кислоты и снижением уровня лейкоцитов в 1,2 раза к 21 суткам и СОЭ в 3,5 раза к 21 суткам в группе полимолочной-гликолевой кислоты. Показана возможность применения медикаментозной терапии у собак с первой и второй степенью коллапса трахеи без применения оперативного вмешательства сроком более 3 лет. У собак определены основные осложнения, вызванные полостным или

эндоскопическим методами стентирования трахеи, начиная с 1 дня после операции и в течении 3 лет после (повторное закрытие просвета трахеи в непокрытой стентом области, инфекционный процесс, разрастание грануляционной ткани). С внешним имплантом осложнения проявляются в 73% случаев, в то время как у собак с внутренним стентом осложнения наблюдали лишь у 25% пациентов.

Теоретическая и практическая значимость работы. Разработана система оценки степени коллапса трахеи, позволяющая определить характер деструктивных процессов и выбрать наиболее оптимальный метод лечения. Установлена связь патологии с породой и возрастом животных, а также влияние сопутствующих заболеваний. Показана эффективность консервативной терапии у животных при первой-второй степени коллапса (срок – минимум 3 года), и малая эффективность этой терапии при 3-4 степени коллапса, что вызывает необходимость хирургического вмешательства. Изучены и представлены риски эндо- и экстратрахеального стентирования и способы их устранения в постоперационный период. На основании результатов клинко-морфологического исследования определен оптимальный тип наноструктурированного биоразлагаемого материала, позволяющего повысить эффективность реконструктивно-восстановительных операций при коллапсе трахеи.

Методология и методы исследования. Методологической основой проведенного исследования является изучение динамики морфофункциональных изменений в организме собак мелких пород при коллапсе трахеи, а также выявление закономерностей их изменений при различных методах лечения. Результаты исследований получены с использованием клинических, гематологических, биохимических, рентгенографических, эндоскопических исследований. Особенностью работы является обоснование применения стентирования трахеи с целью сохранения функции респираторной системы организма животного и профилактика осложнений в постоперационный период.

Степень достоверности, внедрение и апробация результатов. Достоверность результатов проведенных исследований подтверждается

статистическими данными клинических случаев и материала, базируется на применении современных методов и сертифицированного оборудования. Все исследования, а также статистическая обработка и анализ данных осуществлял непосредственно автор. Личный вклад соискателя составляет 85%. По результатам исследований опубликованы 4 научные работы. В диссертации не используются материалы соавторов научных статей.

Работа обсуждена и одобрена на заседаниях департамента ветеринарной медицины, а также на научных конференциях: XIII международная научно-практическая конференция молодых ученых «Инновационные процессы в сельском хозяйстве», 22-23 апреля 2021 г.; Международная научно-практическая конференция «FQFS», 28 сентября - 01 октября 2021 г. Результаты исследований внедрены в образовательный процесс департамента ветеринарной медицины РУДН и кафедры ветеринарной хирургии МГАВМиБ-МВА им. К.И. Скрябина.

Публикации. Основные положения диссертационной работы изложены в 5 научных работах, 4 из которых, опубликованных в рецензируемых изданиях, рекомендованных перечнем РУДН.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Мониторинг коллапса трахеи у собак, включающий в себя породноспецифическую и возрастную предрасположенность, а также сопутствующие заболевания как факторы риска развития заболевания.
2. Результаты применения экспериментального наноструктурированного покрытия в доклиническом исследовании.
3. Контроль качества жизни пациентов с коллапсом трахеи 1-2 степени при применении медикаментозной терапии.
4. Улучшение качества жизни в постоперационный период при интратрахеальном методе стентирования.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 121 странице машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, основного содержания работы, заключения, практических рекомендаций, дальнейшей перспективы разработки данной темы, списка литературы, включающего 172 источника, из которых 27 отечественных и 145 зарубежных изданий. Работа иллюстрирована 37 рисунками и 8 таблицами.

2. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

2.1. Анатомо-топографические особенности трахеи

Трахея (лат. Trachea) представляет собой трубчатую анатомическую структуру у собак, которая служит каналом, соединяющим гортань с бронхами, и является неотъемлемой частью их дыхательной системы. Расположенная в передней части шеи, она проходит каудально по направлению к грудной полости. Трахея состоит из ряда примерно 42-46 непарных кольцевых хрящевых колец, которые удерживаются вместе как кольцевыми, так и поперечными связками. Эти связки не только служат соединителями, но и участвуют в формировании мембранных частей стенки трахеи. Хрящевые кольца дополнительно поддерживаются мышцами трахеи и кольцевыми связками, что в совокупности обеспечивает стабильность и целостность этого жизненно важного дыхательного пути (рис. 2.1). В каудальной части шеи трахея расположена под пищеводом, что является важной анатомической особенностью (Stordalen M.B., Bray S. et al., 2024; Rajathi S., 2024).

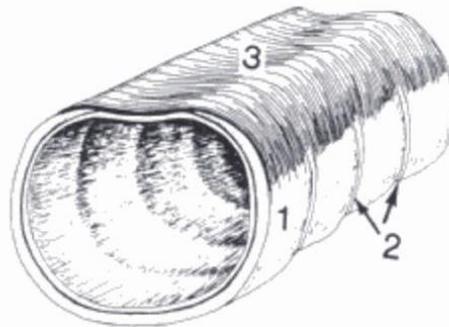


Рисунок 2.1. Трахея у собаки: 1 – трахеальный хрящ; 2 – кольцевая связка; 3 - перепончатая стенка трахеи (Акаевский А.И., 1984)

Трахея, важнейший компонент дыхательной системы, состоит из нескольких отдельных элементов, включая гортанный, грудной и бронхиальный отделы. Гортанная часть трахеи находится внутри гортани и имеет кольцевую конфигурацию. Грудной сегмент трахеального тракта проходит через грудную полость, где у пятого и шестого грудных позвонков он раздваивается на две

бронхиальные ветви. Эти ветви, отходящие от дистального конца трахеи, проникают в легкие в пятом межреберье, разветвляясь далее в бронхиальное дерево (Акаевский А.И., 1984).

Основная роль трахеи в организме животного заключается в том, чтобы служить каналом для транспортировки воздуха из гортани в легкие, тем самым образуя неотъемлемую часть дыхательной системы. Этот жизненно важный орган функционирует как канал, способствующий беспрепятственному прохождению воздуха по дыхательным путям и обеспечивающий эффективную оксигенацию всего организма (Evans H.E., de Lahunta A., 2013)

Кроме того, трахея служит важнейшим компонентом защиты дыхательной системы от вредных элементов, таких как частицы пыли, микроорганизмы и другие раздражители. Выделение слизи слизистой оболочкой стенки трахеи служит механизмом улавливания и удаления этих частиц из дыхательных путей, эффективно предотвращая их попадание в нежные альвеолы легких, тем самым сводя к минимуму риск потенциального вреда (Dickson R.P., Erb-Downward J.R. et al., 2014).

Трахея, помимо своей роли в дыхании, также играет важную роль в формировании звука в процессе вокализации. Поток воздуха, проходящий через просвет трахеи, вызывает колебания, которые впоследствии способствуют образованию акустических волн (Khiao-In M., Kananub S. et al., 2024).

Стенки трахеи состоят из нескольких слоев ткани, каждый из которых выполняет свою уникальную функцию (рис. 2.2). Эти слои, взаимодействуя друг с другом, образуют внутреннюю оболочку трахеи, служащую защитным барьером и обеспечивающую структурную поддержку дыхательных путей, тем самым способствуя их общему здоровью (Rajathi S., 2024).

Самый наружный слой трахеи состоит из тонкой соединительной ткани, называемой адвентицией, которая служит защитной оболочкой как для самой трахеи, так и для прилегающего пищевода. Кроме того, эта ткань играет решающую

роль в обеспечении положения трахеи относительно других жизненно важных органов в организме.

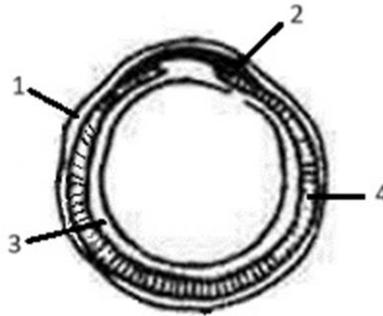


Рисунок 2.2. Поперечный срез трахеи: 1 – наружная оболочка; 2 – средняя оболочка; 3 – внутренний слой; 4 – хрящ трахеи (Rajathi S., 2024)

Средний слой стенки трахеи состоит из 42-46 гиалиновых хрящевых колец, которые не прикреплены к своим задним концам и соединены между собой поперечными связками (лат. *lig. tracheale transversum*). Эти связки образуют часть задней стенки трахеи, которая состоит из тонкой мембраны (лат. *paries membranaceus*). В этой области также находятся пучки гладких мышц, которые образуют трахеальную мышцу (лат. *m. trachealis*), играющую решающую роль в регулировании диаметра трахеи. Эта мышца прикреплена к внутренней поверхности каждого хрящевого кольца, хотя между мышцей и кольцами имеется небольшой зазор. Это пространство заполнено волокнистой соединительной тканью. Кольца трахеи соединены друг с другом кольцевидными связками (лат. *lig. anularia*). Первое кольцо трахеи соединено с кольцом гортани специальной связкой (лат. *lig. cricotracheale*) (Noppen M., Piérard D. et al., 1999).

Самый внутренний слой эпителия трахеи — это слизистая оболочка, которая выстилает внутреннюю часть дыхательных путей. Эта оболочка состоит из трех различных слоев:

- Эпителий представляет собой многослойную реснитчатую ткань, состоящую из многочисленных бокаловидных клеток. Эти клетки снабжены ресничками, которые продвигают слизь и твердые частицы к глотке. Если

крупные частицы попадают в дыхательные пути, они могут вызвать кашлевой рефлекс. Бокаловидные клетки не только служат проводником слизи, но и выделяют вязкое слизистое вещество, которое покрывает поверхность эпителия, образуя барьер против внешних угроз. Кроме того, эпителий содержит эндокринные клетки, которые вырабатывают гормоны, ответственные за регулирование мышечных сокращений в дыхательных путях.

- Второй слой, обычно называемый собственной пластинкой, состоит из коллагеновых, эластичных волокон и аморфного внеклеточного матрикса. В этой сложной структуре также содержится небольшое количество клеток, которые в совокупности обеспечивают структурную целостность и гибкость дыхательной системы.
- Третий слой, подслизистая оболочка, состоит из рыхлой волокнистой соединительной ткани и служит проводником для питания дыхательных путей. В этом слое можно найти кровеносные сосуды, лимфатические сосуды и густую сеть нервов. Подслизистая оболочка играет решающую роль в обеспечении дыхательной системы кислородом и необходимыми питательными веществами. Кроме того, в нем содержится множество желез (лат. *glandulae tracheales*), известных как трахейные железы, которые выделяют различные жидкости, включая слизь, серозный и смешанный секрет. Эти железы способствуют общей функциональности дыхательной системы, участвуя в выработке и поддержании слоя слизи, выстилающего дыхательные пути (Fraser R.S., 2005).

Трахея кровоснабжается сонной артерией (лат. *arteria carotis communis*), яремной веной (лат. *vena jugularis*), а также бронхиальными артериями и венами (лат. *arteria bronchiales, vena bronchiales*). Эти сосуды служат для снабжения клеток трахеи кислородом и необходимыми питательными веществами (Dabanoglu I., Öcal M.K. et al., 2001).

Нервы, иннервирующие трахею, включают возвратный гортанный нерв (лат. *nervus recurrens*), который проходит вдоль боковых сторон трахеальной структуры, и блуждающий нерв (лат. *nervus vagus*). Возвратный гортанный нерв контролирует сокращение мышечных волокон трахеи, в то время как блуждающий нерв служит проводником для передачи сигналов между центральной нервной системой и областью трахеи, эффективно регулируя ее функционирование (Бойд Д.С., 2021).

2.2. Коллапс трахеи и его последствия

Коллапс трахеи – распространенное заболевание у собак, часто проявляющееся в виде постоянного кашлевого рефлекса и поражающее шею и грудную клетку. Это состояние характеризуется сужением просвета трахеи, которое может быть частичным или полным. Тяжесть симптомов может варьироваться от легкой до острой, в зависимости от степени сужения трахеи (Kirby В.М., Vjorling D.E. et al., 2022)

Первая классификация степени сужения коллапса трахеи была представлена в 1982 и до сих пор остается актуальной (Tangner С.Н., Hobson Н. 1982). Она включает в себя 4 степени (рис. 2.3), которые авторы описывают следующим образом:

1 степень – трахея почти в норме, трахеальная мышца слегка опущена, а трахеальные хрящи сохраняют круглую форму, просвет трахеи уменьшен примерно на 25%.

2 степень – трахеальная мышца расширена и свисает, трахеальные хрящи частично сплющены, а просвет трахеи уменьшен примерно на 50%.

3 степень – трахеальная мышца почти соприкасается с дорсальной поверхностью трахеальных хрящей. Трахеальные хрящи почти плоские, и их концы можно прощупать при физикальном осмотре. Просвет трахеи сужен примерно на 75%. 4 степень – трахеальная мышца расположена на дорсальной поверхности трахеальных хрящей. Трахеальные хрящи уплощены и могут заворачиваться в дорсальную сторону. Просвет трахеи практически полностью закрыт.

Classification of Collapsed Trachea

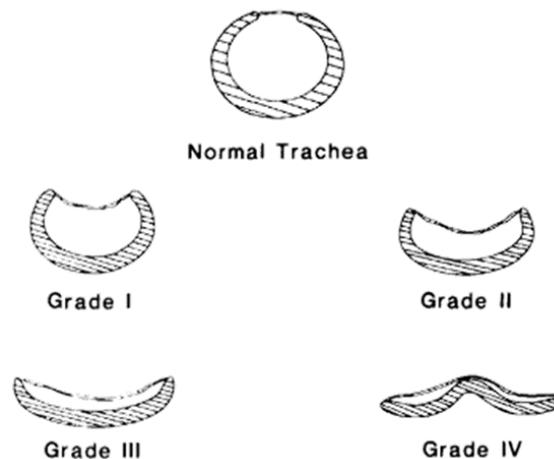


Рисунок 2.3. Градация сужения трахеи по 4 степеням (Tangner С.Н., Hobson Н. 1982)

Точная этиология уязвимости хрящевых колец трахеи у собак мелких пород остается неясной. Нет никаких свидетельств гендерной предрасположенности. Это заболевание может поражать собак всех возрастных групп, начиная от одного года и заканчивая пятнадцатью годами, с преобладанием у особей среднего возраста (от шести до семи с половиной лет). В большинстве случаев респираторный дистресс проявляется по меньшей мере за два года до появления явных симптомов. Собаки, страдающие от коллапса трахеи, часто испытывают постоянные трудности с дыханием и постоянный кашель, который со временем постепенно усиливается. Кашель, как правило, носит приступообразный характер и характеризуется как «гусиный» звук. Сообщалось о таких дополнительных симптомах, как рвота, свистящее дыхание и одышка.

Широко распространено мнение, что потеря гибкости трахеи связана с врожденными особенностями ткани трахеи, которая отличается мягкостью и недостаточной упругостью по сравнению с обычным хрящом. Эта врожденная хрупкость делает ее подверженной разрушению. Отсутствие гиалинового хряща может привести к замене типичной гиалиновой ткани коллагеновой и волокнистой соединительной тканью, что снижает прочность колец трахеи и в конечном итоге

приводит к их распаду (Macready D.M., Johnson L.R. et al., 2007; Sura P.A., Krahwinkel D.J. et al., 2008).

Исследование показало, что у собак с коллапсом трахеи второй и третьей степени наблюдается истончение хрящевой ткани, а также появление метахромазии и оксифилии. Эти данные свидетельствуют о дефиците содержания протеогликанов и снижении эластичности. В результате эластичная сетка становится более эластичной, а пучки коллагеновых волокон теряют свою структурную целостность. Кроме того, наблюдаются изменения в реснитчатых эпителиальных клетках с пикноморфными ядрами, срастающимися ресничками, которые перестают функционировать, и уменьшением количества бокаловидных клеток. Эти изменения указывают на нарушение морфофункциональной организации мукоцилиарного аппарата, сопровождающееся снижением способности реснитчатых клеток мерцательного эпителия выполнять свои функции (Leonard C.D., Johnson L.R. et al., 2009).

При прогрессировании коллапса до четвертой степени наблюдается заметное ухудшение состояния эпителия. Наряду с венозным застоем наблюдаются некроз и отслойка, что приводит к потере клеточных слоев. Повреждение эпителия становится более серьезным по мере увеличения степени коллапса, что в конечном итоге приводит к некрозу и дистрофии четвертой степени. Это, в свою очередь, нарушает функцию хрящевой части трахеи, влияя на ее жесткость (Violette N.P., Weisse C. et al., 2019).

Эластичный каркас слизистой оболочки и соединительная ткань подвергаются дезорганизации, в то время как соединительнотканная основа перепончатой части становится отечной. Кровеносные сосуды в этой области расширяются, что приводит к застою крови, сопровождающемуся пропитыванием плазмой. Эластичная сеть слизистой оболочки становится менее плотной, а пучки эластичных волокон теряют свою структуру (Piao Z., Kim Y.U. et al., 2019)

В то время как мышечный компонент мембранной стенки остается неповрежденным, признаки мышечной дистрофии становятся очевидными.

Гистологическое исследование выявляет изменения, указывающие на стромальную васкулопатию, характеризующуюся муцинозным отеком, нарушением эластического и коллагенового матрикса на поверхностном уровне и повышением проницаемости тканей и сосудов (Черкасова О.В., 2016).

Коллапс трахеи – серьезное заболевание у собак, которое может быть вызвано различными факторами, такими как болезни сердца, бронхит, интубация трахеи, гипердренокортицизм и травмы шейки матки. Эти состояния могут привести к хроническому кашлю, повышенному сопротивлению дыхательных путей и другим респираторным проблемам. Ключевым фактором коллапса трахеи является втягивание дорсальной мембраны трахеи в просвет во время дыхания. Это может привести к нарушению дыхания, непереносимости физических нагрузок, а в некоторых случаях даже к цианозу. На прогрессирование заболевания могут влиять такие факторы, как воспаление, фиброз и потеря мукоцилиарной функции в дыхательных путях. Хотя у некоторых собак могут не проявляться явные признаки коллапса трахеи, крайне важно осознавать потенциальный риск и обращаться за ветеринарной помощью при появлении любых респираторных симптомов. Раннее выявление и вмешательство могут помочь предотвратить дальнейшие осложнения и улучшить качество жизни пострадавших собак (Mims H.L., Hancock R.V. et al., 2008).

Ожирение является значительным фактором риска возникновения тяжелых клинических проявлений и коллапса трахеи у собак. Точная этиология коллапса трахеи у собак остается неясной, однако, по-видимому, это связано со сложным взаимодействием множества факторов. У пораженных собак хрящевые кольца и мышечная ткань на дорсальной поверхности трахеи подвергаются разрушению, что приводит к потере эластичности. Эта потеря эластичности нарушает структурную целостность стенки трахеи, что приводит к нестабильности. Эта нестабильность может быть объяснена дефицитом клеточных компонентов, обычно присутствующих в здоровой структуре трахеи, таких как гликозаминогликаны и гиалиновый хрящ. Гликозаминогликаны – это крупные молекулы, которые

выполняют функцию связывающих воду агентов, составляя примерно 95% массы хряща и придавая ему эластичность и структурную прочность. Научные исследования показали, что у собак с уплощенной трахеей уровень гликозаминогликанов снижен по сравнению с их здоровыми собратьями (Maggiore A.D., 2014)

Снижение концентрации этих веществ, которые играют решающую роль в связывании воды, приводит к необычной степени гибкости, сопровождающейся снижением жесткости колец, составляющих трахеальный хрящ. Кроме того, в пораженном хряще снижается концентрация хондроитина, что потенциально усугубляет клинические проявления. Структурные изменения в архитектуре трахеи могут быть вызваны параличом или парезом гортани, а также коллапсом, который был зафиксирован примерно в 30% случаев, связанных с коллапсом трахеи. Тем не менее, мы не считаем, что заболевания гортани являются распространенной причиной коллапса трахеи у пациентов (Payne J.D., Mehler S.J. et al., 2006).

У собак, страдающих коллапсом трахеи, часто наблюдается сопутствующий бронхиальный коллапс, который является следствием прогрессирующего снижения эластичности хрящевой ткани. В настоящее время, как правило, не рекомендуется имплантировать стент в бронхиальное дерево, поскольку было доказано, что он «закупоривает» нижние бронхиальные проходы и препятствует отхождению слизи (Weisse C., Berent A., 2010). Кроме того, развитие этого состояния может привести к снижению проходимости дыхательных путей, что снижает эффективность лечения стентом. У собак с уплощенными трахеями и бронхами установка трахеального стента может улучшить приток воздуха, особенно когда одышка является основным симптомом респираторного дистресса (Weisse C., Berent A.C., 2015).

Кратковременное введение бронхиального стента также может оказаться полезным для собак, у которых наблюдались побочные реакции на трахеальные стенты, вызванные локализованной обструкцией основного бронхиального ствола (Kramer G.A., 2015). В недавнем клиническом исследовании (Dengate A., Culvenor

J. et al, 2014), сообщалось об успешном исходе после имплантации бронхиального стента собаке, у которой был выявлен локализованный стеноз левого главного бронха и увеличение левого предсердия. Несмотря на то, что в описанном случае после установки стента наблюдалась тяжелая дыхательная недостаточность, качество жизни собаки в долгосрочной перспективе улучшилось (Tappin S.W., 2016).

Сдавление трахеи у собак может привести к дыхательной недостаточности. Это состояние может быть вызвано различными респираторными заболеваниями, такими как микоплазмоз или бордетеллез, а также вирусом собачьего герпеса. Диагноз может быть поставлен с помощью медицинского осмотра или специализированных диагностических тестов. На ранних стадиях заболевание может не проявляться никакими симптомами. Однако при отсутствии лечения состояние может ухудшиться, что приведет к острой респираторной недостаточности и потенциально смертельным последствиям для больного животного (Rozanski E.A., Bach J. F. et al., 2007).

Сдавление трахеи обычно происходит в дорсальном направлении, хотя также были зафиксированы случаи бокового коллапса. Проявления этого состояния сходны с проявлениями более распространенного классического коллапса, однако оно представляет собой диагностическую проблему, поскольку с помощью рентгенографии, выполненной в горизонтальном положении, невозможно обнаружить боковое сужение. Когда рентгеновские снимки делаются в прямой проекции на спину или брюшную полость, структура трахеи перекрывается с позвоночником, что затрудняет точную оценку состояния просвета трахеи. В таких случаях для постановки точного диагноза может потребоваться трахеостомия. (Hall E.L., Vaines E.A. et al., 2018)

2.3. Методы восстановления функциональности трахеи

2.3.1. Консервативная терапия

Значительное число собак проявляет высокую степень толерантности к медикаментозному лечению, однако хирургическое вмешательство назначается только тем особям, у которых проявляются серьезные клинические симптомы, такие как цианоз, характеризующийся синюшным оттенком кожи и слизистых оболочек, а также непереносимость физических нагрузок и одышка. Основная цель фармакологического лечения состоит в том, чтобы нарушить циклический процесс, который увековечивает воспаление, что в конечном итоге приводит к приступам кашля и дальнейшему обострению воспаления. Согласно результатам исследований, от 71% до 93% пациентов с собаками демонстрируют положительную реакцию на медикаментозное лечение в течение года, при этом примерно у 50% потенциально достигается длительная ремиссия, что позволяет постепенно прекратить прием лекарств (White R.A.S., Williams J.M., 1994; Ayres S.A., Holmberg D.L., 1999).

Значительная часть собак, страдающих от коллапса трахеи, также имеют избыточную массу тела. Это состояние может привести к накоплению жировой ткани в области грудной клетки, что затрудняет дыхательную функцию и ограничивает подвижность грудной клетки. Благодаря строгим программам снижения веса, сопровождаемым регулярными физическими упражнениями, у многих собак может улучшиться клиническое состояние. Кроме того, это может способствовать предотвращению воздействия раздражающих факторов, таких как табачный дым, хотя это может представлять проблему для некоторых владельцев собак (Marchese R., Poidomani G. et al., 2015).

Использование шлейки вместо обычного ошейника может эффективно снизить сдавление трахеи и раздражение у собак, страдающих определенными заболеваниями, что потенциально может привести к улучшению клинических результатов (Pestehei S.K., Ghiasi M., 2024).

Лечение сопутствующих заболеваний, таких как застойная сердечная недостаточность и респираторные инфекции, также может быть полезным. Более того, любое сужение верхних дыхательных путей, например, в результате брахицефалии или паралича гортани, может усилить давление в грудной клетке и усугубить коллапс трахеи. Следовательно, хирургическое вмешательство на верхних дыхательных путях у этих собак должно быть тщательно оценено (Preston A.R., Sullivan L.A., 2016).

В большинстве случаев может потребоваться противокашлевая терапия. В Великобритании Ломотил – это лекарственное средство, содержащее гидрохлорид дифеноксилата и атропин, которое используется для лечения коллапса трахеи у собак. Дифеноксилат действует как наркотическое средство, подавляющее кашель, в то время как атропин, как полагают, уменьшает выработку слизи в нижних дыхательных путях и действует как бронхолитическое средство. Несмотря на присутствие атропина в препарате для предотвращения злоупотребления дифеноксилатом, клиническая эффективность дозировки атропина в Ломотиле остается неопределенной. Хотя специальных клинических исследований по его применению на собаках не проводилось, есть некоторые данные, свидетельствующие о том, что он получил широкое признание в качестве эффективного средства лечения больных собак. Рекомендуемая дозировка составляет 0,2–0,5 мг/кг, вводимая каждые 12 часов. Однако запор может возникать как побочный эффект, с которым можно легко справиться, скорректировав диету или назначив средства для смягчения стула (Rozanski E.A., Bach J. F. et al., 2007).

Из-за сбоя в цепочке поставок и производстве кофейных зерен ветеринарный препарат тропин в настоящее время недоступен на рынке. В Соединенных Штатах ветеринары обычно назначают гидрокодон в дозировке 0,22 миллиграмма на килограмм массы тела каждые 6-12 часов. В отличие от этого, в Европе кодеин обычно используется в дозировках от 0,5 до 2 миллиграммов на килограмм, а буторфанол назначается в дозировках от 0,5 до 1 миллиграмма на килограмм. Эти препараты служат противокашлевыми средствами. Стоит

отметить, что некоторые собаки могут проявлять более сильную реакцию на определенные лекарства, что требует возможности перехода на другие препараты с течением времени, чтобы определить наиболее эффективный курс лечения. Определение подходящей дозировки может быть сложной задачей, особенно при отсутствии лицензированных ветеринарных препаратов в Великобритании. Таблетки, предназначенные для использования человеком, могут быть слишком большими для собак мелких пород. Однако специализированные аптеки, занимающиеся переработкой отходов, могут помочь в создании жидких составов или таблеток меньшего размера, предназначенных специально для собак мелких пород (Uehara T., Orito K. et al., 2019).

Кроме того, при определенных обстоятельствах стероидная терапия может быть полезной. При тщательном наблюдении за состоянием многих собак, страдающих коллапсом трахеи, стероидная терапия может улучшить состояние многих собак, страдающих коллапсом трахеи, за счет уменьшения воспаления в дыхательных путях. Эти препараты следует назначать на короткий срок в минимальной эффективной дозе для купирования клинических симптомов, поскольку длительное применение может привести к серьезным побочным эффектам, которые усугубляют состояние. Повышается риск бактериальной инфекции и респираторных заболеваний, что затрудняет снижение веса. Мы рекомендуем начинать лечение преднизолоном в дозе 0,5 миллиграмма на килограмм каждые 12 часов с последующим постепенным снижением дозы до минимальной эффективной для контроля симптомов (Bexfield N., Foale R. et al., 2006).

Ингаляционные кортикостероиды, такие как флутиказон, в дозах от 125 до 250 мкг, вводимые через спейсер с интервалом в 12 часов, могут оказаться полезными для некоторых людей, которые принимают пероральные кортикостероиды для облегчения воспаления дыхательных путей, но испытывают побочные эффекты, негативно влияющие на качество их жизни (Bexfield N., Foale R. et al., 2006; Weisse C., Berent A.C., 2010). Недавно в ходе экспериментального

исследования было изучено применение станозолола, анаболично-андрогенного стероида, и его потенциальная терапевтическая польза у собак с коллапсом трахеи. Исследования показывают, что станозолол может усиливать синтез белка, увеличивать содержание коллагена и повышать уровень хондроитинсульфата (Adamama-Moraitou K.K., Pardali D. et al., 2011). Бронходилататоры рекомендуются как часть схемы лечения трахеального коллапса у собак. Они помогают снизить внутригрудное давление и предотвращают коллапс во время выдоха. Бронходилататоры на основе метилксантина, такие как теофиллин, показали себя многообещающими в лечении этого состояния. Эти препараты могут повышать мукоцилиарный клиренс, снимать усталость диафрагмы и увеличивать диаметр дыхательных путей, тем самым облегчая дыхание у собак, страдающих от коллапса трахеи. Другие бронходилататоры, которые были рекомендованы для лечения собак с этим заболеванием, включают β 2-адренергические препараты, такие как тербуталин. Эти вещества можно вводить путем инъекций или ингаляций, и они особенно эффективны в неотложных ситуациях, когда необходимо быстрое облегчение.

Однако польза этих препаратов для собак с коллапсом трахеи еще полностью не установлена, поэтому их следует применять в качестве экспериментального лечения и прекратить при отсутствии улучшения. Некоторые собаки, особенно пожилые, могут быть более подвержены побочным эффектам метилксантинов, таким как беспокойство. Если эти побочные эффекты существенно влияют на качество жизни пациента, прием препарата следует немедленно прекратить (Carr S.V., Reiner C. et al., 2022).

В дополнение к бронходилататорам, для лечения собак с коллапсом трахеи при наличии сопутствующей инфекции могут также использоваться противомикробные препараты. Эти препараты могут помочь уничтожить бактерии или другие микроорганизмы, которые вызывают воспаление и отек дыхательных путей. Однако применение противомикробных препаратов следует рассматривать только при наличии признаков вторичной инфекции, которая может вызвать

раздражение дыхательных путей. Если будет сочтено необходимым применение противомикробных препаратов, то до получения результатов исследований по проведению бронхоальвеолярного лаважа могут быть назначены препараты, эффективные против микоплазменных инфекций, такие как доксициклин (Johnson L.R., Fales L.R., 2001).

В дополнение к бронходилататорам, при лечении собак с коллапсом трахеи могут также применяться антимикробные препараты, особенно при наличии признаков сопутствующей инфекции. Эти препараты служат для уничтожения бактерий или других микроорганизмов, которые могут способствовать воспалению и отеку дыхательных путей. Однако применение противомикробных препаратов следует рассматривать только при наличии явных признаков вторичной инфекции, которая может усилить раздражение дыхательных путей. Когда возникает необходимость в применении антимикробной терапии, рекомендуется назначать препараты, эффективные против микоплазменных инфекций, такие как доксициклин. Этот курс действий может быть начат до получения результатов тестов на промывание бронхов (Johnson L.R., Fales L.R., 2001).

2.3.2. Открытое хирургическое вмешательство

Для стабилизации состояния животного с подозрением на дыхательную недостаточность, вызванную различными этиологическими факторами, часто прибегают к такому методу, как установка трахеостомы.

Чаще всего к данной процедуре прибегают у собак с брахицефалическим синдромом, но к данной патологии эта процедура так же может применяться для стабилизации состояния и перед подготовкой к следующему этапу по коррекции трахеи.

Использование данного метода как основного при лечении коллапса трахеи не рекомендуется по нескольким причинам.

Самое главное — это расположение трубки для трахеостомы. Она может располагаться только в краниальной части трахеи на уровне 2-3 шейного позвонка

или в промежутке между трахеальными кольцами от третьего до пятого (MacPhail С.М., 2013). Коллапс трахеи чаще всего встречается на уровне от 5 шейного до 1 грудного позвонка, поэтому установленная трахеостомическая трубка может не раскрывать сужение трахеи. Если коллапс трахеи случился выше или на уровне установки трахеостомы, нельзя исключать в дальнейшем развития коллапса трахеи ниже уровня стомы, что так же сделает ее непригодной для поддержки дыхания. (Occhipinti L.L., Hauptman J.G., 2014)

Так же продолжительность жизни животных с трахеостомой очень сильно варьируется. Согласно исследованию Matteo Gobetti в 2018 году среднее время выживания собак с установленной трахеостомой составило 100 дней. Серьезные осложнения были диагностированы у 12 из 15 (80%) собак, что привело к смерти у 8 (среднее время выживания 15 дней) и повторной операции у 4 собак. Однако долгосрочная выживаемость (более 5 лет) с хорошим качеством жизни была задокументирована только у 5 из 15 собак.

Сверхлегкая поддержка трахеи, обеспечиваемая установкой синтетических протезов, может помочь восстановить диаметр дыхательных путей во время дыхания и кашля, не нарушая мукоцилиарную функцию (Tangner С.Н., Hobson Н. 1982).

Протезы могут быть изготовлены из полипропиленовых шприцев (Hobson Н., 1976). Применение экстралюминального полипропилена должно было обеспечивать поддержку сплюсненной части трахеи, сохраняя при этом ее гибкость. В большинстве случаев этот метод дает приемлемые клинические результаты, однако сообщалось о некрозе трахеи через 24-72 часа после применения стентирования. Прерывание сегментарного кровоснабжения трахеи из-за рассечения боковых ножек для применения стентирования приводило к некрозу (Fingland R.V., DeHoff W.D. et al., 1987).

Модифицированный метод применения полипропиленовых колец был разработан в 1993 году (рис 2.4, 2.5, 2.6, 2.7), при котором сохраняется часть сегментарного кровоснабжения трахеи. Часть сегментарного кровоснабжения была

сохранена путем фенестрации, а не полного рассечения правой боковой ножки. Полипропиленовые спиральные протезы были установлены на шейную часть трахеи 12 собак (группа I) по модифицированной методике и 12 собак (группа II) с идентичным хирургическим рассечением. Клинические отклонения включали легкий кашель у собак первой группы и припухлость разрезов в обеих группах. Гистологически в обеих группах наблюдались ограниченный некроз, умеренная дегенерация и воспаление. Патологические изменения в каудальном шейном отделе трахеи были более выраженными. На 10-й день в обеих группах наблюдалась регенерация слизистой оболочки. Трансмурального некроза трахеи не наблюдалось. Авторы рекомендуют модифицированную методику применения, поскольку она обеспечивает адекватное хирургическое воздействие, а кровоснабжение, сохраняемое при сегментарном рассечении правой боковой ножки, является достаточным для поддержания жизнеспособности трахеи (Coyne В.Е., Fingland R.B. et al., 1993).

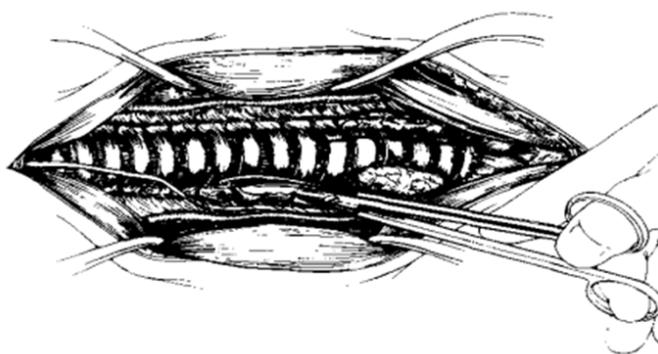


Рисунок 2.4. Вентральный разрез по шее от гортани до затылочного мышцелка, отпрепаровка мышц и рассечение шейной фасции с левой латеральной и дорсальной сторон трахеи. Выявляется и сохраняется левый возвратный гортанный нерв. На правой боковой ножке было сделано отверстие диаметром 3 мм и на 5 мм каудальнее щитовидной железы (Coyne В.Е., Fingland R.B. et al., 1993)

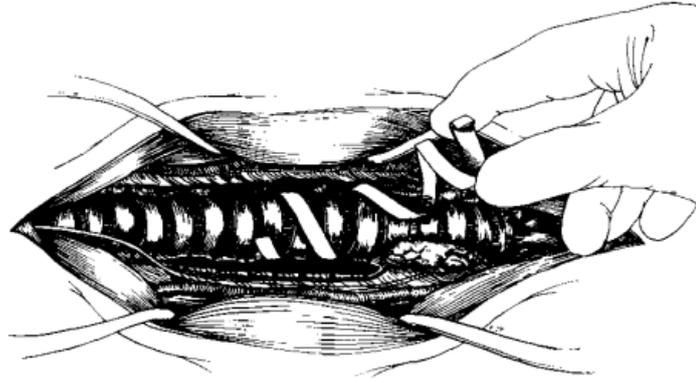


Рисунок 2.5. «Закручивание» стента на трахею через выделенное отверстие (Coyne В.Е., Fingland R.B. et al., 1993)

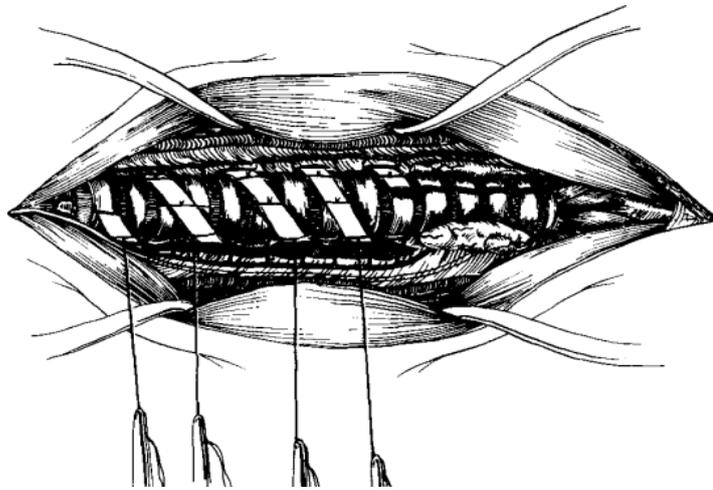


Рисунок 2.6. Вокруг протеза и отдельных хрящевых колец на вентральной и латеральной сторонах трахеи накладываются простые узловые швы (Coyne В.Е., Fingland R.B. et al., 1993)

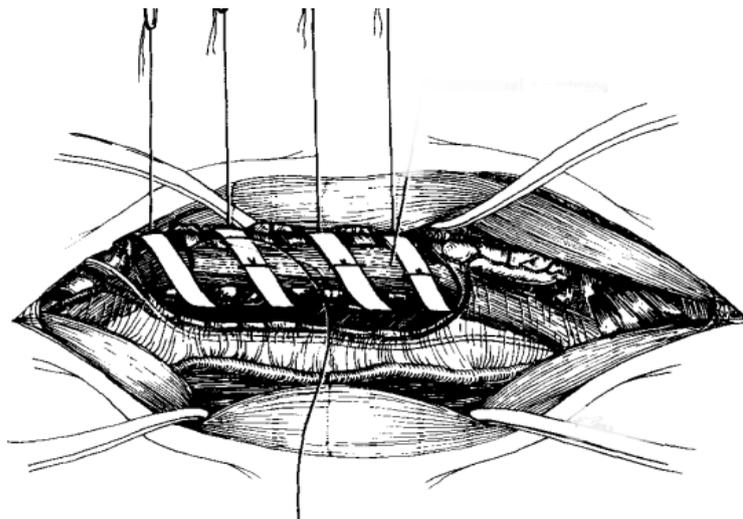


Рисунок 2.7. Дорсальная мембрана трахеи обнажается и закрепляется на протезе после поворота трахеи (Coyne В.Е., Fingland R.B. et al., 1993)

Спиральные кольца также используются из-за их гибкости и поддержки трахеи, которая может разрушиться. Однако процесс их установки может привести к повреждению боковых ножек, которые содержат сосудистую сеть трахеи. По этой причине предпочтение в будущем было отдано С-образным кольцам (Kirby V.M., Bjorling D.E. et al., 1991).

В 1999 году были созданы гибкие тотальные кольцевые протезы из капельниц для внутривенного введения, изготовленные из поливинилхлорида (рис. 2.8). Эти протезы были установлены одной исследовательской собаке и четырём собакам с диагнозом «коллапс трахеи» (Ayres S.A., Holmberg D.L., 1999).

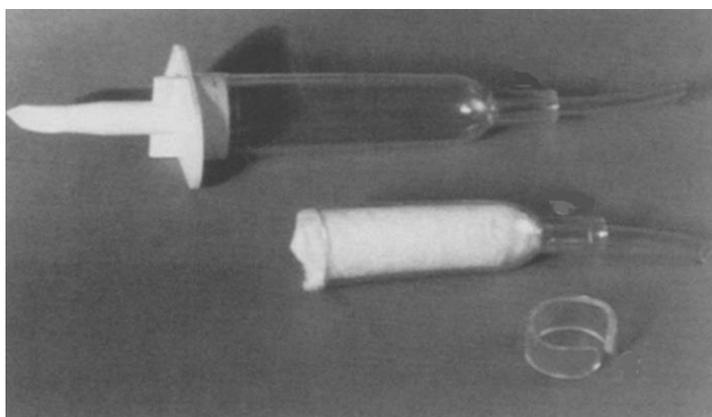


Рисунок 2.8. Тотальный кольцевой протез, изготовленный из капельной камеры набора для внутривенного введения. Внутри капельной камеры был помещен свернутый в рулон марлевый квадратик для предотвращения сминания во время стерилизации паром (Ayres S.A., Holmberg D.L., 1999)

Спустя месяц после установки протезов исследовательская собака была подвергнута эвтаназии. Гистопатологический анализ выявил незначительную воспалительную реакцию. Наблюдение за клиническими случаями продолжалось от четырёх месяцев до одиннадцати лет. Рентгенограммы и рентгеноскопия показали улучшение или разрешение коллапса трахеи. Через двадцать восемь недель после операции у одной собаки симптомы коллапса трахеи исчезли. Две собаки умерли через семь и девять лет после операции, при этом одной из них периодически требовалось лечение из-за кашля. Эти собаки были подвергнуты эвтаназии из-за нарушения дыхания. У одной собаки через четыре месяца после

операции развился постоянный непродуктивный кашель из-за коллапса основных бронхов. Гибкие тотальные кольцевые протезы обеспечивали достаточную стабильность трахеи и обладали такими преимуществами, как плотное прилегание и простота изготовления, установки и наложения швов (Ayres S.A., Holmberg D.L., 1999).

C-образные полипропиленовые протезы устанавливаются вентрально-срединным доступом, отделяя грудино-подъязычные мышцы, чтобы обнажить шейный отдел трахеи. Перед установкой протезов необходимо тщательно отделить артерии щитовидной железы и возвратные гортанные нервы от дыхательных путей (Chisnell H.K., Pardo A.D., 2015). Протезы устанавливаются через каждые два-три кольца трахеи, начиная с верхней части и доходя до входа в грудную клетку, где они крепятся к хрящам и окружающим мышцам дыхательных путей (Nelson W.A., 2003). Сообщалось о хороших результатах после имплантации C-образных протезов собакам, причем показатели успеха варьировались от 75% до 89%. Вес, пол, порода, тяжесть коллапса и продолжительность клинических симптомов, по-видимому, не влияют на результаты. Одно исследование показало, что 72% собак больше не нуждались в медикаментозном лечении и вернулись к нормальной переносимости физических нагрузок без кашля в течение периода наблюдения от 6 до 36 месяцев после операции. Другое исследование показало, что средняя продолжительность жизни после имплантации экстралюминальных трахеальных колец составила 4,5 года (Becker W.M., Meal. M. et al., 2012).

Осложнения, связанные с установкой экстралюминальных трахеальных колец, являются распространенным явлением, с 5%-ной периоперационной смертностью и примерно 20% собак нуждаются в трахеостомии, согласно исследованию с участием 90 собак (Vuback J.L., Boothe H.W. et al., 1996). В этом исследовании кашель, одышка и паралич гортани были зарегистрированы примерно у 31% собак в течение месяца после операции и у 56% - в какой-то момент после нее. Двадцать три процента пролеченных собак умерли от респираторных осложнений при средней продолжительности жизни в 25 месяцев.

В ранних исследованиях у некоторых собак наблюдалось повреждение сосудов трахеи, приводящее к некрозу (White R.A.S., Williams J.M., 1994; White R.N., 1995). Однако в более поздних исследованиях об этом не сообщалось (Becker W.M., Meal. M. et al., 2012; Chisnell H. K., Pardo A.D., 2015).

У одной собаки также была зафиксирована миграция кольца трахеи. Послеоперационный паралич гортани, вызванный ятрогенным повреждением нерва, является документально подтвержденным осложнением установки экстраларингеального кольца и встречается примерно у 11-21% пациентов в ближайшем послеоперационном периоде. Это состояние связано с повреждением возвратного гортанного нерва во время операции и может также возникать как позднее осложнение из-за длительного контакта с протезными материалами, образования грануляционной ткани или других факторов. Непосредственный послеоперационный паралич поражает около 50% пациентов, в то время как поздний паралич встречается реже (Moser, J.E. Geels, J.J., 2013).

Сообщалось о сопутствующей латерализации черпаловидного хряща с левой стороны в сочетании с установкой кольца вне просвета. Эта процедура также привела к снижению частоты послеоперационных осложнений (на 4%). Кроме того, 75% собак достигли хороших долгосрочных результатов (White R.N., 1995). Латерализация гортани не получила широкого применения в других исследованиях из-за потенциальных осложнений, связанных с фиксацией гортани в открытом положении (Chisnell H.K., Pardo A.D., 2015).

Из-за высокого риска осложнений, связанных с установкой экстраторакальных протезов вокруг внутригрудной трахеи, эта процедура обычно ограничивается поддержкой экстраторакальной части дыхательной системы. У собак с сопутствующим внутригрудным коллапсом трахеи экстракорпоральная поддержка шейного отдела трахеи, как правило, не рекомендуется (Nelson W.A., 2003). Однако недавнее исследование показало, что внутричерепной коллапс не оказал существенного влияния на выживаемость или исход у собак, которым

вводили экстракорпоральные кольца вдоль шейной части трахеи (Becker W.M., Beal M. et al., 2012).

Наблюдая за постоперационными осложнениями, которые вызывают экстра- и эндотрахеальные протезы группа японских ученых разработала и протестировала непрерывный экстралюминальный протез трахеи (рис. 2.9), изготовленный из имеющегося в продаже полимерного оптического волокна. Внутренний слой волокна представляет собой полиметилметакрилат, который используется для медицинских устройств, таких как микросенсоры, а также для доставки лекарств, изготовления костного цемента и основы для зубных протезов, благодаря своей биосовместимости, надежности, относительной простоте манипуляций и низкой токсичности. Наружный волокнистый слой представляет собой фторуглеродный полимер, который также используется в медицине, в том числе в искусственных кровеносных сосудах и легких. Потенциальные преимущества включают простоту интраоперационной регулировки, снижение вероятности повреждения возвратного гортанного нерва и сегментарных сосудов трахеи, возможность установки протеза каудально до второго ребра и гибкость протеза на месте (Suematsu M., Suematsu H. et al., 2019).

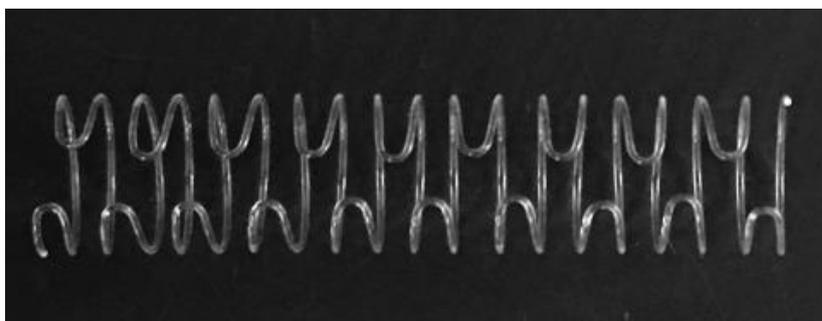


Рисунок 2.9. Непрерывный экстралюминальный протез трахеи (Suematsu M., Suematsu H. et al., 2019)

В период с 2010 по 2017 год процедуры по установке были проведены у 87 собак, которые были признаны подходящими кандидатами для операции. Целями настоящего исследования были описание хирургической установки и проведение

ретроспективного анализа предыдущих хирургических вмешательств для изучения краткосрочных и долгосрочных результатов.

Пятьдесят три собаки (98%) дожили до выписки. Послеоперационные осложнения включали паралич гортани (у 1 собаки), диссеминированное внутрисосудистое свертывание крови (у 1 собаки) и рецидивирующий коллапс трахеи (у 2 собак). Ни у одной из собак не было клинических признаков некроза трахеи. Сухой, резковатый кашель до операции прошел у 87% собак после операции. У 25 из 26 (96%) собак кашель, напоминающий «гусиный гогот», прошел. Среднее время наблюдения составило 30 месяцев (от 16 дней до 76 месяцев). Выживаемость через 36 месяцев составила 86% (ДИ: 75-96%). При гистологическом исследовании у 2 собак ткани трахеи, окружающие протез, были хорошо сохранены и без признаков хронического воспаления (Suematsu M., Suematsu H. et al., 2019).

2.3.3. Эндоскопическое хирургическое вмешательство

Установка внутрипросветных трахеальных стентов является менее инвазивной процедурой, чем протезирование с использованием кольцевых протезов. В большинстве случаев послеоперационное улучшение наступает быстро (Weisse C., Verent A., 2015). Для лечения коллапса трахеи у собак были протестированы различные типы стентов, включая баллонные, саморасширяющиеся стенты из нержавеющей стали и нитиноловые стенты, вырезанные лазером. Эти стенты могут быть изготовлены из различных материалов, таких как ткань или нитинол.

Саморасширяющиеся металлические стенты из нержавеющей стали были первыми широко используемыми устройствами для облегчения коллапса трахеи у собак (Norris J.L., Boulay J.P., 2000; Moritz A., Schneider M. et al., 2004). В ранних исследованиях, по сравнению с исследованиями с использованием экстралюминальных протезных колец (Buback J.L., 1996), показатели периоперационной смертности были аналогичными, однако процедура оказалась

минимально инвазивной и в то же время высокоэффективной для устранения обструкции дыхательных путей в шейном и грудном отделах трахеи без высокой частоты острых опасных для жизни осложнений, характерных для первого метода. Саморасширяющийся металлический стент из нержавеющей стали, использованный в этом исследовании, имел конструкцию «открытой проволоки» (концы стента имели выступающую проволоку), что, возможно, привело к пневмомедиастинуму у 8,3% пациентов. Хронические осложнения включали образование воспалительных тканей, реагирующих на стероиды, в 27,8% случаев, чаще всего на концах стента. У некоторых пациентов это воспалительное тканевое образование значительно сужало просвет трахеи. Возможно, этому осложнению способствовала конструкция «открытой проволоки».

В 2008 году было описано исследование, в котором серию собак с трахеальным коллапсом, не поддающимся медикаментозному лечению, которым под рентгеноскопическим контролем установили систему вязаных трахеобронхиальных стентов с нитиноловым швом, изготовленную для людей. Стент не подлежит повторному натяжению после частичного развертывания. Из-за доступных размеров, 5 из 12 собак нуждались в двух стентах для перекрытия области коллапса. У 5 из 12 произошла неправильное расположение стента, включая расширение в магистральные бронхи, неспособность охватить область коллапса и промежутки между стентами у собак, требовавших установки нескольких стентов. У одной собаки произошла миграция стента, возможно, из-за его малого размера. Отдаленные осложнения включали бактериальный трахеит у 7 из 12 собак и перелом стента у 5 из 12 собак. У 2 из 12 наблюдалось чрезмерное образование воспалительных тканей, реагирующих на антибиотики и кортикостероиды. Две собаки умерли в течение 1-3 месяцев после госпитализации из-за заболевания трахеи. Продолжительность жизни варьировалась, кривые выживаемости Капланмейера не были представлены. Необходимость установки множества устройств у большого числа пациентов в сочетании с отсутствием перенастройки и высокой частотой неправильного позиционирования и

разрушения материала предполагают, что данная конструкция стента может оказаться непригодной для использования в клинической практике (Sura P.A., Krahwinkel D.J., 2008). В 2012 году была описана серия случаев собак с коллапсом трахеи, которым было проведено лечение с помощью саморасширяющегося стента с проволочной обмоткой, установленного под эндоскопическим контролем. В отличие от предыдущих устройств, этот стент имеет гладкие и атравматичные концы (рис. 2.10). Кроме того, его можно перенастраивать, то есть извлекать из системы доставки и перемещать, пока он не будет развёрнут более чем на 90%. В отличие от предыдущих исследований, в этой серии стент устанавливался под эндоскопическим контролем, а не стандартным рентгеноскопическим методом. В этой серии у трёх из 18 собак наблюдались острые процедурные осложнения, включая неправильное позиционирование или миграцию. Все осложнения были устранены до восстановления после анестезии. Острые осложнения включали аспирационную пневмонию у трёх из 18 собак, и все собаки дожили до выписки. Высокая частота аспирационной пневмонии не была устранена, но, возможно, была следствием отсутствия надлежащей защиты дыхательных путей с помощью эндотрахеальной трубки во время процедуры. Отдалённые осложнения включали перелом стента у четырёх из 18 собак, развитие гиперпластической ткани слизистой оболочки у четырёх из 12 собак, доступных для последующего наблюдения. У пяти из двенадцати собак развился бактериальный трахеит (Durant A.M., Sura P. et al., 2012).

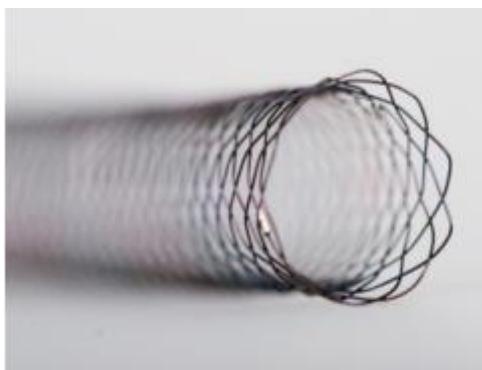


Рисунок 2.10. Саморасширяющийся стент с проволочной обмоткой с гладкими и атравматичными концами (Durant A.M., Sura P. et al., 2012)

Впервые выпущенный в 2004 году, Vet-стент Trachea претерпел значительные изменения в результате испытаний *in vitro* и лучшего понимания воздействующих сил и окружающей среды. Некоторые из первых изменений включают использование нитинола с меньшим количеством включений и дефектов поверхности, которые делают стенты хрупкими. Дополнительные усовершенствования включают усовершенствованный процесс вытяжки с травлением и электрополировкой для устранения дефектов поверхности. В новые поколения Vet-Stent также были внедрены дополнительные усовершенствования. В практике автора не наблюдалось переломов стента у собак со стентами, изготовленными после 2009 года. Это может быть результатом улучшения конструкции стента, материалов и производственных процессов, но также может зависеть от выбора пациента (Beranek J., Jaresova H. et al., 2014).

Дополнительные усовершенствования включают разработку сужающегося стента. Трахея часто шире в шейном отделе, чем во внутригрудном, что приводит к сужающемуся внешнему виду (рис. 2.11). Конический стент в конической среде обладает по меньшей мере в 4 раза большей устойчивостью к раздавливанию, чем трубчатый трахеальный стент (одинакового диаметра), но демонстрирует сходные характеристики. Коническая форма стента также обеспечивает повышение усталостной прочности, в среднем в 10 раз, в зависимости от размера стента и приложенного усилия. Коническая конструкция создает большее радиальное сопротивление, тогда как трубчатая конструкция сжимается, что снижает усталостную прочность (Carpenter D.J., Hamdi O.A. et al., 2022).



Рисунок 2.11. Конический эндотрахеальный стент, расширенный для установки в шейном отделе трахеи и сужающийся к внутригрудному отделу (Carpenter D.J., Hamdi O.A. et al., 2022)

Стенты вводятся собаке в положении лежа на боку под наблюдением рентгенолога. Перед введением стента ширина и длина трахеи собаки измеряются с помощью рентгеновских лучей или, если возможно, рентгеноскопии. Размер стента имеет решающее значение для успеха процедуры. Если стент слишком мал, он может мигрировать или сжиматься. Если он слишком велик, это может привести к некрозу стенки под давлением (Sobel D.S., 2013).

Первоначально у большого числа собак стенты были укорочены, но недавние достижения в понимании размеров стентов позволили сократить это число примерно до 11%. Современные рекомендации рекомендуют увеличивать диаметр стентов примерно на 10-20%, чтобы свести к минимуму риск их укорочения и миграции. Для обеспечения точности измерений непосредственно под гортанью вводится трахеальная трубка, и во время искусственной вентиляции легких измеряется максимальный диаметр трахеи (плюс 20 см объема воды). Затем это измерение сравнивается с катетером, введенным в пищевод, чтобы определить эффективность расширения. Оценка сжимаемой части проводится при отрицательном давлении (минус 20 см H₂O), и стентирование может быть выполнено только во внегрудочном или внутригрудном отделе трахеи (Beal M.W., 2013).

Большинство клиницистов предпочитают стентировать трахею по всей длине, поскольку прогрессирование заболевания часто приводит к необходимости установки второго стента, если первоначально была обработана только небольшая часть трахеи. Стент следует располагать на расстоянии не менее 5 миллиметров ниже гортани, используя перстневидный хрящ в качестве направляющей. Стентирование гортани может вызвать ларингоспазмы, кашель и дисфункцию гортани. Нижний край стента должен располагаться не менее чем на 5 миллиметров выше бифуркации трахеи, чтобы предотвратить закупорку главных бронхов, которая может привести к скоплению слизи и таким осложнениям, как инфекция. Чтобы избежать этих потенциальных проблем, мы рекомендуем расположить стент на 10 миллиметров выше перстневидного хряща и на 10 миллиметров ниже

бифуркации трахеи (McGuire L., Winters C. et al., 2013). Установка стента может привести к улучшению состояния, но не к излечению. Владельцы должны быть проинформированы о том, что для достижения хорошего долгосрочного результата необходимо постоянное медицинское наблюдение (Tappin S.W., 2016).

Трахеальные стенты изготавливаются из прочных материалов, но чрезмерное давление или движение, например, при кашле, могут вызвать усталость металла и, в конечном итоге, перелом. В нескольких исследованиях сообщалось об относительно высокой частоте переломов стента. Например, Sura и Krahwinkel (2008) обнаружили переломы у пяти из двенадцати собак с саморасширяющимися нитиноловыми стентами, в то время как Durant A.M. (2012) обнаружили переломы у четырех из восемнадцати собак с подобными стентами. Последние достижения в области проектирования стентов привели к разработке более гибких стентов, в которых используются более эластичные материалы. Ожидается, что эти стенты снизят риск переломов из-за усталости металла. Важно избегать увеличения размера стента более чем на 20%. Контроль кашля также может помочь снизить риск (Sura P.A., Krahwinkel D.J., 2008; Durant A.M., Sura P. et al., 2012)

Введение конических стентов помогло уменьшить потребность в более крупных стентах в трахее, поскольку существует значительная разница в диаметре между проксимальной и дистальной частями трахеи. При повреждении стента часто можно добиться стабильности, вставив второй стент в просвет поврежденного. Однако это может быть сложной задачей, поэтому рекомендуется использовать проводник, чтобы убедиться, что новый стент установлен внутри поврежденного, прежде чем он будет установлен (Mittleman E., 2004). В качестве альтернативы можно удалить поврежденный стент и использовать экстралюминальный протез (Woo H.M., Kim M.J. et al., 2007).

Распространенным последствием имплантации стента является развитие чрезмерного количества воспалительной ткани в трахее. По данным литературы, это наблюдается примерно в 28-33% случаев. Это воспаление обычно возникает на концах стента и может быть связано с усиленным перемещением стента, которое

может быть вызвано кашлем. Тканые стенты с закругленными краями и гладким нитиноловым покрытием, по-видимому, уменьшают образование воспалительных тканей по сравнению со стентами из стали с открытой сеткой. Однако это еще не доказано окончательно. Другие факторы, такие как улучшение размеров стента и подавление кашля, также могут способствовать уменьшению этого осложнения (Moritz A., Schneider M. et al., 2004; Durant A.M., Sura P. et al., 2012). Владельцам важно уделять пристальное внимание контролю кашля и воспаления после установки стента. Это является ключом к предотвращению образования воспаленных тканей и достижению наилучшего результата. После установки стента владельцам следует продолжить медикаментозное лечение и соблюдать долгосрочный режим его использования. Воспалительные процессы в тканях трахеи могут привести к уменьшению ее диаметра и уменьшению воздушного потока, что приводит к таким симптомам, как непереносимость физических нагрузок и проблемы с дыханием. Эти ткани можно обнаружить с помощью рентгеновских лучей, но наиболее эффективным способом их диагностики является эндоскопия (Scansen B., Weisse C., 2014).

В большинстве случаев чрезмерное воспаление тканей быстро проходит в ответ на лечение стероидами. Рекомендуется начать курс лечения продолжительностью от 6 до 8 недель с начальной дозы 2 мг преднизолона на кг массы тела в день. Затем дозу следует постепенно снижать до тех пор, пока клинические симптомы не исчезнут. В некоторых случаях колхицин также может применяться перорально, что может быть полезно при лечении резистентных случаев. В некоторых случаях избыток грануляционной ткани может быть удален помощью эндоскопических процедур, таких как петлевая электрокоагуляция или лазерная резекция (Brown S., Williams J., et al., 2008).

2.4. Морфологическая характеристика компонентов трахеи в условиях хирургической коррекции

Благополучным исходом при установке внешнего поддерживающего импланта считается главным образом отсутствие отторжения материала для коррекции. В этом случае внешний протез «срастается» с наружной оболочкой трахеи (Sun F., Uson J. et al., 2008).

При использовании экстратрахеальных колец для трахеи существует риск отторжения имплантированного материала, что может привести к нарушению целостности тканей трахеи и некрозу. Так же к данным отклонениям могут привести нарушения кровообращения, связанных с передавливанием кровеносных материалов шовным материалом или самих полипропиленовых колец. Позже, после операции, из-за развивающегося некроза тканей может произойти вдавливание трахеальных колец внутрь просвета трахеи и как следствие развивается повторный коллапс (Coyne V.E., Fingland R.V. et al., 1993). В тех случаях, когда проводится хирургическая коррекция стеноза трахеи с использованием эндотрахеальных стентов, стенты обычно макроскопически покрываются грануляционной тканью. Однако в настоящее время такого эффекта можно достичь только с помощью медикаментозного лечения в послеоперационном периоде. При пренебрежении послеоперационным лечением, неподходящем размере эндотрахеального стента или некачественных материалах, используемых для протезирования, может произойти чрезмерный рост грануляционной ткани, что приведет к повторному закрытию просвета трахеи (Duetig T.W., Tolomeo D.E. et al., 2000). Даже при наличии благополучного исхода в постоперационный период, морфологически целостность трахеальных колец не восстанавливается. А грануляционная ткань, образующаяся в постоперационный период, не обладает достаточной прочностью. Кольца трахеи сохраняют свою форму только благодаря внутреннему поддерживающему импланту. Поэтому в случае его расплетения происходит повторное сужение трахеи. Так же из-за резко возникающей декомпрессии возможно усиление признаков дыхательной

недостаточности (Tarrin S.W., 2016). Другие участки трахеи в постоперационный период так же могут терять свою эластичность, даже поддерживаемые нитиноловым стентом. Поэтому непокрытые участки трахеи могут вызвать коллапс на новом участке трахеи. Так же, если стент разрушился на другом участке трахеи, отличном от места расположения изначального сужения, на нем может возникнуть затруднение дыхания (Rosenheck S., Davis G. et al., 2017).

2.5. Заключение

После ознакомления с литературой, посвященной этиопатологии, методам и результатам лечения коллапса трахеи у мелких домашних пород собак, следует отметить, что в настоящее время нет окончательного решения проблемы этого состояния. В настоящее время наиболее эффективным подходом к лечению этого состояния является установка эндотрахеального стента с использованием нитиноловых стентов. Однако даже при их применении может возникнуть ряд осложнений, таких как чрезмерный рост грануляционной ткани и образование избыточных выделений из-за развития бактериальной флоры. Кроме того, следует учитывать, что средний срок службы трахеальных стентов составляет три года, по истечении которых они могут раскручиваться, рваться и приводить к рецидивирующему стенозу дыхательных путей.

Мы часто наблюдаем стеноз трахеи в области последнего шейного и первого грудного позвонков. После установки стента в незащищенной части трахеи может развиваться коллапс, поскольку после установки стента кольца трахеи теряют эластичность. Это состояние может быть устранено только путем повторной установки стента. В связи с этим одной из задач современной ветеринарной медицины является необходимость сравнительного анализа различных имплантатов, специфики их применения, снижения рисков в послеоперационном периоде и медикаментозной поддержки пациентов, у которых хирургическое вмешательство невозможно.

3. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

3.1. Материалы исследований

Работа выполнена в департаменте ветеринарной медицины аграрно-технологического института ФГАОУ ВО «Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы»

Клинические исследования проведены на базе Центра ветеринарной инновационной медицины РУДН в период 2020 по 2023 год. Всего за это время было обследовано 257 животных мелких пород с признаками дыхательной недостаточности и у которых был диагностирован коллапс трахеи различной степени тяжести.

Для постановки диагноза основного заболевания и определения показаний к проведению терапевтического или хирургического лечения все животные проходили по протоколу клинического исследования, которые включали в себя: сбор анамнеза, клиническое обследование с применением инструментальных методов диагностики, таких как рентгенография животных в правом и левом боковом положении в экспираторную и инспираторную фазу дыхания и эндоскопическое исследование методом трахеоскопии дыхательных путей, забор материала из трахеи на бактериальный посев.

После постановки диагноза основного заболевания были предложены консервативный и оперативный методы лечения коллапса трахеи: медикаментозная терапия, направленная на подавление симптоматики заболевания и поддержание жизни животного; оперативное вмешательство путем установки экстра- или интратрахеального стента.

Постановка диагноза осуществлялась по результатам трех этапов обследования:

- 1 – сбор анамнеза;
- 2 – клиническое обследование;
- 3 – рентгенография;

4 – трахеоскопия;

5 – бактериальный посев смыва из трахеи.

3.1.1. Сбор анамнеза

При диагностике коллапса трахеи особое внимание уделялось тщательному сбору анамнеза, поскольку именно от этого зависела точность определения причин нарушения дыхания и срочность принятия мер по стабилизации состояния пациента, а также выбор оптимального курса лечения. Обязательно учитывались следующие факторы:

1. породная предрасположенность (учитывается непосредственно перед сбором анамнеза);

2. возраст собаки. Имеющиеся данные свидетельствуют о том, что пожилые люди более подвержены этому заболеванию, и с возрастом коллапс трахеи, как правило, проявляется в более тяжелой форме;

3. условия, в которых содержится собака (режим выгула, физическая активность и то, как выгуливается собака), а также возможные воздействия внешних раздражителей (курение, использование владельцами аэрозолей, дезодорантов и одеколонов), чтобы исключить возможное физическое сдавливание трахеи ошейником или воздействие внешних факторов;

4. наличие в анамнезе перенесенных заболеваний и травм, в частности респираторных инфекций и сердечных заболеваний;

5. время начала заболевания и его продолжительность;

6. время появления признаков респираторной недостаточности. Есть ли закономерность в появлении симптомов, связанных с физической активностью, возбуждением или сном, или же симптомы являются постоянными и не зависят от этих факторов;

7. любое предыдущее или текущее лечение и его результаты: проходило ли животное какое-либо лечение в прошлом и проходит ли оно какое-либо лечение в настоящее время на момент обследования?

Дыхательная недостаточность определяется как нарушение нормального процесса вдоха и выдоха.

Дыхательная недостаточность может быть вызвана нарушениями, затрагивающими одну или несколько из следующих систем:

- сердечная: врожденные аномалии или возрастная недостаточность сердечной мышцы;
- респираторные: инфекции дыхательных путей и разрушение структур бронхов и гортани;
- нервные: защемление или повреждение нервных волокон;
- другие системы: например, раздражение желудочно-кишечного тракта может привести к "гастритному кашлю" или отеку Квинке в результате аллергической реакции.

Обследование на предмет дыхательной недостаточности включает в себя несколько этапов:

1. визуальный осмотр животного, от кончика носа до кончика хвоста;
2. использование инструментальных методов диагностики, таких как рентген дыхательной системы и трахеобронхоскопия.

3.1.2. Клиническое обследование

Животных обследовали в состоянии покоя на столе, оценивали состояние видимых слизистых оболочек, степень наполнения капилляров и качество дыхательных движений визуально и с помощью аускультации. Проверяли тургор кожи, пальпировали животное и измеряли его температуру. Визуально было исключено наличие каких-либо травм головы или шеи.

Если в состоянии покоя признаков дыхательной недостаточности не наблюдалось, животное выводили на прогулку, чтобы вызвать физическую активность и тем самым увеличить частоту дыхания.

Пальпация брюшной стенки выявила напряжение, вызванное нарушением дыхания и попаданием воздуха через пищевод. Возбуждение и тревога, которые

могут возникнуть у собаки в незнакомой обстановке (например, в ветеринарной клинике), могут повлиять на ее поведение. Это может привести к значительному усилению едва заметного нарушения дыхания и внезапному ухудшению состояния, что потребует немедленной госпитализации.

При изучении дыхательной недостаточности у собак возникла необходимость в разработке последовательного метода оценки этого состояния. Этот метод позволил бы правильно интерпретировать ранее наблюдавшиеся отклонения и сделать выводы относительно предварительной оценки тяжести коллапса трахеи и срочности принятия различных мер для стабилизации состояния пациента.

На основании данных полученных из личного опыта клинических случаев пациентов, приходивших на прием, и научных литературных источников была разработана система предварительной оценки коллапса трахеи, состоящая из четырех ключевых моментов:

СИСТЕМА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ КОЛЛАПСА ТРАХЕИ

0 – признаки дыхательной недостаточности только при физической нагрузке – 1 степень коллапса трахеи – рекомендовано плановое обследование пациента с учетом снижения физической нагрузки и при необходимости симптоматической терапией;

1 – признаки дыхательной недостаточности в состоянии активности и покоя при нормальном СНК 1-2 секунды – 1 и 2 степень коллапса трахеи – рекомендовано плановое обследование пациента с учетом снижения физической нагрузки с назначением симптоматической терапии;

2 – признаки дыхательной недостаточности в состоянии покоя и их усиление в состоянии активности при СНК 3-4 сек – 2-3 степень коллапса трахеи – рекомендовано помещение пациента в кислородную камеру;

3 – признаки дыхательной недостаточности, сопровождающиеся анемией слизистых оболочек, синюшностью языка, потерей ориентации в пространстве – 3-

4 степень коллапса трахеи – рекомендовано помещение пациента в кислородную камеру, подготовка набора для реанимации и интубирования пациента, подготовка операционного блока к срочной трахеоскопии.

Даже с учетом всех анамнестических данных и данных осмотра картина коллапса трахеи требует подтверждения инструментальными методами диагностики, которыми можно оценить локализацию изменений и степень стеноза трахеи. Это являлось обязательным этапом обследования для всех животных.

3.1.3. Рентгенография дыхательных путей

Первым и самым доступным методом постановки диагноза является рентгенография.

Рентгенография широко используется для оценки состояния трахеи и легких, поскольку она неинвазивна, не требует общей анестезии, а большинство ветеринарных клиник оснащены рентгеновскими установками. Хотя стандартная рентгенография по-разному помогает выявить коллапс трахеи, с диагностическим успехом от 60% до более чем 90%, она, как правило, недооценивает степень коллапса трахеи (Macready D.M., Johnson L.R. et al, 2007). Поскольку экстраторакальные дыхательные пути с большей вероятностью разрушаются при вдохе, а внутригрудные дыхательные пути имеют тенденцию к разрушению во время выдоха (Johnson L.R., Singh M.K. et al., 2015), часто рекомендуются рентгенограммы как на вдохе, так и на выдохе, чтобы повысить вероятность обнаружения коллапса дыхательных путей. Также сложнее диагностировать бронхиальный коллапс на рентгенограммах, особенно у собак мелких пород.

Большинство публицистов при использовании рентгеновского аппарата для диагностики коллапса трахеи рекомендуют делать снимки в фазу вдоха и выдоха при фокусном расстоянии 100-150 см с параметрами тока 40-50 кВ и 0.32 мАс (Clarke D.L., 2018; Grégoire S., Isabelle M. et al., 2020; Banzat T., Wodzinski M. et al., 2021).

Рентгеноскопия неинвазивна, не требует анестезии или глубокого успокоения и может проводиться в режиме реального времени, пока пациент отдыхает. Проведение рентгеноскопии после выявления кашля при пальпации трахеи или коротких приступах физической нагрузки может помочь выявить динамические нарушения (Nayl J.E., 1965). Однако она ограничивается оценкой трахеи и ее бифуркации, а также главных бронхов у мелких пород и дает плохую оценку изменений мелких дыхательных путей и легочной паренхимы.

Основная проблема различных методов диагностики заключается в том, что степень динамического изменения диаметра просвета трахеи во время приливного дыхания у клинически нормальных собак не была определена. У клинически нормальных людей компьютерная томография (КТ) показала, что диаметр трахеи может изменяться на 12-32% (Aquino S.L., Shepard J.A. et al., 2001) от максимального вдоха до выдоха. Этот диапазон, вероятно, выше, чем можно было бы ожидать у собак, поскольку форсированного вдоха и выдоха нелегко добиться во время рентгенографии или рентгеноскопии, и, вероятно, между вдохом и выдохом диаметр трахеи будет меньше (Scherf G., Masseur I. et al., 2020).

3.1.4. Трахеоскопия

Хотя полное обследование трахеи и бронхиального дерева лучше всего проводить с помощью гибкого бронхоскопа, для трахеоскопии целесообразно использовать жесткие эндоскопы. В частности, жесткая эндоскопия значительно облегчает экстренную диагностику и лечение инородных тел трахеи, а также такие процедуры, как управляемый бронхоальвеолярный лаваж и транстрахеальная аспирация/чистка трахеи у маленьких пациентов.

Пациенты, которым требуется ригидная трахеоскопия, часто находятся в состоянии острого респираторного криза, поэтому дыхательная и вентиляционная поддержка имеет первостепенное значение. В большинстве случаев решение о проведении ригидной трахеоскопии делает невозможным использование эндотрахеальной трубки. Перед проведением анестезии важно обеспечить

надлежащую седативную терапию с кислородной поддержкой. Для проведения внутривенной анестезии необходимо установить внутривенный катетер (Torezani L.C., Pereira Jr. J.G. et al., 2021).

Для небольших пациентов, которые обращаются для диагностического трахеоскопического исследования или экстренного удаления инородного тела, чаще всего применяется уретроцистоскоп диаметром 2,7 мм, 30°. Очевидным преимуществом использования этого прибора является возможность введения вспомогательных инструментов для операции через инструментальный канал. Однако небольшая длина этого прибора ограничивает дальность исследования. В таких ситуациях рекомендуется использовать прибор большей длины, 5 мм,

Можно использовать лапароскоп под углом 0° (или аналогичный). Опять же, без операционного чехла дополнительные инструменты необходимо размещать рядом с эндоскопом, что снижает точность размещения и использования этих устройств.

Пациенту, находящемуся в положении лежа на груди или на боку, внутривенно вводят стимулирующее средство, такое как пропофол. Следует соблюдать осторожность при применении многих из этих стимулирующих средств, поскольку их применение часто сопровождается апноэ, которое зависит от дозы. Когда пациент получает адекватную анестезию, в трахею вводится носовой или оральный кислородный катетер для подачи дополнительного количества кислорода (Maggiore A.D., 2020).

Пропофол можно вводить непрерывно в виде инфузий или периодических болюсных вливаний, но скорость и эффективность этих процедур имеют первостепенное значение. Под эндоскопическим контролем может быть выполнен бронхоальвеолярный лаваж и получены цитологические мазки из трахеи и главных стволовых бронхов (Sobel D.S., 2013).

Трахеоскопия облегчает определение степени коллапса трахеи в соответствии с потерей просвета трахеи (I: потеря 25% просвета, II: потеря 50%, III: потеря 75%

и IV: потеря более 75%), но они не всегда соответствуют тяжести клинических признаков (Done S.H., Clayton-Jones D.G. et al., 1970).

Трахеоскопию следует проводить быстро, оценивая цвет, диаметр просвета, положение, васкуляризацию и движение дорсальной мембраны трахеи, при этом наблюдается коллапс трахеи на уровне бронхов, который трудно заметить при обычной рентгенографии. Некоторые преданестезирующие средства подавляют кашлевой рефлекс и облегчают обследование, такие как буторфанол (0,22 мг/кг) или оксиморфон (от 0,05 до 0,1 мг/кг). Степень дряблости, уплощения трахеи и бронхов и кольцевидная форма легко наблюдаются при этом обследовании (Nelson A.W., 2007).

3.1.5. Бактериальный посев из трахеи

Бактериальный посев из трахеи был рекомендован каждому животному с подозрением на коллапс трахеи и проводился всем без исключения животным, к которым было применено оперативное вмешательство. Эта процедура, настоятельно рекомендуемая к проведению, для исключения патогенной микрофлоры, которая может усиливать симптоматику дыхательной недостаточности и необходимая процедура для подбора антибиотика в постоперационный период и как следствие купирование нежелательных осложнений со стороны микроорганизмов, которые могут вызывать воспалительные процессы в дыхательных путях (Лукьяновский В.А., 1988).

Так же это настоятельно рекомендовалось всем владельцам, которые хотели прибегнуть к терапевтической коррективке и стабилизации состояния животного. Это было обусловлено тем, что кашель может быть вызван не только сужением просвета трахеи, а воспалительными процессами в дыхательной системе. В результате усиленного кашля существует риск прогрессирования коллапса трахеи (Ettinger S.J., 2010).

Мазки из трахеи отбирались строго под седацией животного во время трахеоскопии. Это необходимо для исключения контакта тампона со слизистой оболочкой полости рта и языка. Мазок помещался в транспортную среду Эймса

(Amies) — это полужидкая среда, предназначенная для сохранения жизнеспособности широкого круга бактерий, в том числе требовательных, с момента забора материала для посева до начала микробиологического исследования (Бурмистров Е.Н., 2015).

В ходе исследования устанавливается наличие или отсутствие бактерий аэробов и факультативных анаэробов в исследуемом материале. При наличии в материале непатогенных, условно-патогенных, либо патогенных бактерий проводится их идентификация (установление родовой, видовой (если это возможно) принадлежности), дается полуколичественная оценка их содержания в материале, определяется чувствительность выделенного микроорганизма к антибактериальным препаратам (Epstein S.E., 2010).

3.2. Методы исследований

3.2.1. Экспериментальные данные по использованию стентов после нанесения на них наноструктурированного покрытия

Все анатомические компоненты трахеи реагируют на различные раздражители, такие как механические (от стента), биологические (от условно-патогенных бактерий, размножающихся на белковом субстрате) и химические (от воспалительных реакций). Это включает в себя отек, высвобождение белковых фракций, реакции макрофагов и гиперактивный рост грануляционной ткани (Щуров А.И., Щуров И.В. с соавт., 2024).

В рамках нашего исследования коллапса трахеи был остро поставлен вопрос о местной воспалительной реакции на стент и нарушением проходимости стентов, что связано с экссудатами в полости трахеи и активным ростом потенциально патогенных микроорганизмов на образующихся тканях. Кроме того, наблюдались и другие осложнения, такие как нарушение проходимости из-за роста гранулем внутри просвета стента, с которой приходится бороться применением системно антибиотиков и кортикостероидов. Длительное системное применение этих препаратов приводит к системным нарушениям со стороны организма. Поэтому

поиск методов локальной доставки является на сегодняшний момент наиболее значимым и актуальным. Наибольший интерес в этом плане играют различные биodeградируемые полимеры на основе полимолочной кислоты с включенными в их структуру лекарственными веществами.

В результате возникших вопросов была согласована НИР РУДН № 202503-1-374. Работа состояла из подготовки материала, а именно нанесение наноструктурированного покрытия на стенты, и подготовка к доклиническому исследованию 48 экспериментальных кроликов.

В качестве материалов были выбраны нитиноловые стенты. Покрытие, наносимое на них, состояло из полимолочной кислоты (Polylactic Acid – PLA) и полимолочно-гликолевой кислоты (Polylactic glycolic acid – PLGA), а также помещенной в них лекарственной формы – солумедрола. При производстве данных материалов сталкивались с проблемой невозможности раскрытия стента после их размещения в доставочном устройстве. Это было связано со слишком толстым слоем покрытия, которое не позволяло стенту раскрыться после извлечения из доставочного устройства.

Исследование является доклиническим, в связи с чем к эксперименту было отобрано 48 кроликов самцов в возрасте 1 года весом от 3,3 до 4,2 кг, содержащихся в виварии РУДН. Все животные ранее были помещены в отдельный стационар на карантин и получали клетчатку, сено, комбикорм для кроликов и неограниченный доступ к воде. Животные были клинически обследованы, были получены результаты их общеклинического и биохимического анализа крови. Марбофлоксацин в дозе 5 мг/кг в 0,9% физиологическом растворе, вводимый в виде ингаляции, вводили для борьбы с условно-патогенными микроорганизмами в дыхательных путях в период карантина.

Животные были распределены на 4 группы по 12 животных:

- 1 группа – стенты без нанесения покрытия;
- 2 группа – стенты с покрытием PLA + солумедрол;
- 3 группа – стенты с покрытием PLGA + солумедрол;

4 группа – стенты с покрытием PLGA.

Контрольная группа – 3 кролика (без оперативного вмешательства).

Контроль жизненных показателей после установки стентов проводили на 7, 14, 21 сутки, включая в себя такие исследования, как общий клинический и биохимический анализы крови, рентгенографию и трахеоскопию. Так же в группах 2 и 3 проводили исследование уровня кортизола в крови для отслеживания освобождения солумедрола из покрытия. Гематологический анализ проводился на автоматическом ветеринарном анализаторе Lifotronic AC 610VET. Подсчет уровня кортизола осуществлялся на автоматическом компактном ветеринарном анализаторе гормонов и специфических белков FASTSCREEN VET.

Оперативное вмешательство проводили по методу Roman Kvapil и Michal Cap. Установку стентов проводили под наркозом с использованием доставочных устройств под контролем трахеоскопии с применением жесткой оптики KarlStorz диаметром 2,7 мм. Положение животного на операционном столе вентро-дорсальное. В день проведения экспериментальной процедуры общее состояние здоровья оценивалось с помощью стандартного анализа крови, рентгенографии грудной клетки, трахеоскопии с цитологическими образцами и культурального теста. Во время пребывания животного в период клинических испытаний проводились ежедневные клинические осмотры. На 7-й день были проведены анализы крови и рентген грудной клетки. На 21-й день, когда животные были выведены из исследования, проведено стандартное клиническое обследование, взяты анализы крови, образец трахеи, сделаны рентгенограммы и выполнена компьютерная томография области шеи и грудной клетки. Кроме того, контрольная трахеоскопия была проведена после того, как животные больше не участвовали в эксперименте. У выведенных из исследования животных было проведено вскрытие и материалы отправлены на морфологическое исследование.

При обращении с экспериментальными животными соблюдали «Правила проведения работ с использованием экспериментальных животных» (Приказ Министерства высшего и среднего специального образования СССР № 742 от

13.11.1984 г.) и «Директивы 2010/63/EU Европейского парламента и Совета Европейского Союза по охране животных, используемых в научных целях».

3.2.2. Консервативный метод лечения собак с коллапсом трахеи

Консервативное лечение этой патологии направлено на подавление симптоматики и сдерживание развития коллапса в более тяжелые стадии. Наиболее эффективно медикаментозная терапия показывает себя при 1 – 2 степени заболевания, когда просвет трахеи закрыт не более чем на 50 % (Ettinger S.J., Kantrowitz V., 2000). Необходимость применения лекарств при лечении объясняется тем, что оперативное вмешательство, которое получает все большее распространение, все-таки связано с рисками осложнений в виде зарастания просвета трахеи соединительной тканью (Johnson L.R., McKiernan B.C., 1995). Поэтому поиск путей медикаментозной коррекции остается актуальным и требует совершенствования применяемых консервативных методов терапии (Щуров А.И., Ватников Ю.А. с соавт., 2024).

В связи с этим было проведено исследование, целью которой стало изучить качество жизни собак с диагнозом коллапс трахеи при использовании консервативного лечения.

Наблюдение проводили в период с 2020 по 2023 год. Всего за данный период обратилось с признаками коллапса трахеи 247 пациентов. Среди них: обследуемых собак 52 с 1 степенью, 24 со второй степенью, 97 с третьей степенью, 74 с 4 степенью.

Анамнез, симптомы и результаты исследования подтверждали предварительный диагноз трахеального коллапса. При сборе анамнеза и постановке дифференциального диагноза учитывали продолжительность проявления симптоматики, ранее проведенную терапию и реакцию на нее, характер дыхательных шумов, частоту, условия или причины их проявления. Для установки локализации заболевания и подтверждения диагноза проводили дополнительную диагностическую визуализацию с использованием рентгенографии. Всем

пациентам с подозрением на трахеобронхиальный коллапс на оборудовании Eсogay Orange 1060HF делали рентгенографию грудной клетки в двух проекциях (рис. 3.1, 3.2). Коллапс трахеи динамичный патологический процесс, его можно пропустить или недооценить даже при парных рентгенограммах вдоха и выдоха. При отсутствии на рентгене явных признаков коллапса проводилась трахеоскопия вдоль трахеи и нижних дыхательных путей.



Рис. 3.1. Собака, боковая проекция, сужение просвета трахеи 4-ой степени от 7-го шейного по 5-й грудной позвонок



Рис. 3.2. Собака, левое боковое положение, сужение просвета трахеи 3 степени от 6-го шейного по 2-ой грудной позвонок

На оборудовании Karl Storz с жесткой оптикой 2,7 мм проводили трахеобронхоскопию и оценивали состояние дыхательных путей (рис. 3.3, 3.4).

Перед дачей общей анестезии и трахеобронхоскопией животных обследовали клинически и лабораторно, чтобы исключить возможные сопутствующие заболевания сердца (эхокардиография), внутренних органов (УЗИ диагностика), вирусоносительство (ПЦР тесты) и другие воспалительные процессы в организме.

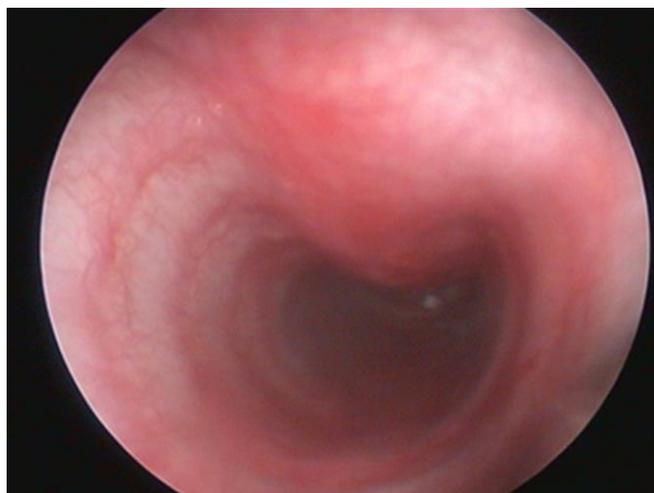


Рис. 3.3. Собака, коллапс в средней трети трахеи 1 – 2-й степени, сужение просвета менее 25%, направление дорсовентральное

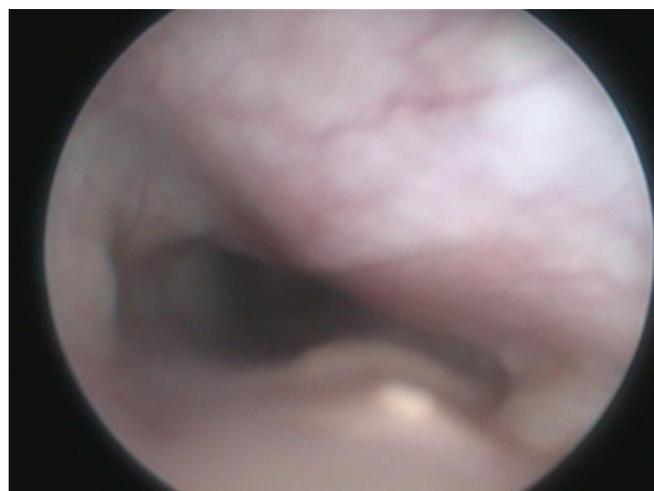


Рис. 3.4. Собака, коллапс в средней трети трахеи 3 – 4-й степени, сужение просвета 75%, направление дорсовентрально и вентродорсально

Как только становились понятны масштабы и тяжесть процесса, назначали терапию, направленную на подавление симптоматики и поддержание качества жизни или проведение оперативного вмешательства с установкой эндотрахеального стента. Исключение составляли пациенты, у которых поражение

трахеи было настолько серьезно, что выписка без оперативного вмешательства невозможна. Отказались от применения медикаментозной терапии 36 пациентов, они предпочли сразу прибегнуть к хирургическому вмешательству. Отказалось от обоих вариантов в общей сумме 48 животных.

Согласились начать медикаментозную терапию владельцы 41 животного с 1 степенью, 24 животных со второй степенью, 73 с третьей степенью, 61 с четвертой степенью. Перед началом терапии все владельцы были предупреждены и о рисках применения данного метода лечения, в том числе о возможной необходимости проведения экстренного оперативного вмешательства, при отсутствии положительной динамики на медикаментозную терапию. Наблюдение за каждой собакой проводилось в течении 3 лет.

Основная задача работы – стабилизировать состояние всех пациентов с диагнозом коллапс трахеи и подавить клинические признаки заболевания. Для этого в острый период в качестве противокашлевого препарата на 14 дней назначали Коделак Нео 1-2 мг/кг два раза в день. При возобновлении кашля через 1 – 5 дней после окончания приема, продлевали прием на месяц. При полном отсутствии положительной динамики в течении первых двух недель приема производили смену препарата на Буторфанол 0,05 – 0,1 мг/кг один раз в сутки в течении 7 дней. При возобновлении кашля через 1 – 5 дней после окончания приема, продлевали прием на месяц. Если кашель возобновлялся, препарат назначали постоянными курсами пожизненно.

Для снятия воспаления и пролиферативных реакций использовали стероидный препарат Метипред в дозе 0,4 мг/кг один раз в сутки в течении первой недели терапии, в последующем – 0,2 мг/кг один раз в сутки пожизненно курсами или на регулярной основе.

В качестве гастропротектора для собак с признаками гастроразвенной болезни, которые могут усиливаться на фоне приема стероидного препарата, назначали Омепразол 1 мг/кг 2 раза в день за 30 минут до еды, Нексиум или Лосек 1 мг/кг один раз в день независимо от приема пищи, курсами параллельно приему

метилпреднизолону или так же на регулярной основе. Для снижения давления выдыхаемого воздуха и улучшения вентиляции легких рекомендовали бронходилататор Эуфиллин 5 мг/кг два раза в день с интервалом 12 часов в течение 14 дней. Чтобы избежать вторичную бактериальную инфекцию применяли антибиотики. Их подбирали по результатам микробиологического скрининга с подтитровкой смывом из трахеи. Чаще всего выделяли стафилококковую инфекцию, для борьбы с которой пользовались ципрофлоксацином (Ципровет) 5 мг/кг в сутки перорально или подкожно не более 14 дней. При наличии у пациентов микоплазмоза назначали Тилозин 5 мг/кг курсом не более 14 дней. Если динамики на препарат не наблюдалось, переводили на доксициклин (Доксифин, Доксицклин-Солюшн) 10 мг/кг перорально не менее 14 дней. В случае обнаружения бордетеллеза использовали сразу антибиотики доксициклинового ряда в той же дозировке курсом от 21 до 28 дней.

Животным с коллапсом 3 – 4 степени с сильно выраженной дыхательной недостаточности рекомендовали стационарное лечение и содержание в кислородном боксе от 3 до 14 дней.

3.2.3. Сравнение оперативных методов коррекции коллапса трахеи

Консервативное лечение считается малоэффективным, поэтому врачами все чаще рассматривается хирургическое вмешательство, направленное на восстановление диаметра трахеи. Но существующие методы хирургической коррекции не являются идеальными, и пациенты сталкиваются с рядом осложнений в постоперационный период (Щуров А.И., Ватников Ю.А. с соавт., 2023).

В настоящий момент по технике выполнения различают инвазивное вмешательство – экстратрахеальное и малоинвазивное – интратрахеальный метод.

Процедура установки внешних фиксирующих колец включает в себя установку полипропиленовых колец вокруг шейного отдела трахеи с дополнительным просветом по средней линии. Кольца с дополнительным просветом имеются в продаже или могут быть изготовлены из футляров для

стерилизованных шприцев. Экстрапросветные кольца могут быть наложены на шейную и краниальную части внутригрудной трахеи, но не могут быть наложены на всю внутригрудную трахею.

В настоящее время применяются различные типы имплантов, для интратрахеального стентирования: расширяемые баллоном стенты, саморасширяющиеся стенты из нержавеющей стали, тканые, но самыми распространенными являются вырезанные лазером нитиноловые.

Всего в сравнении методов оперативного вмешательства было принято во внимание 40 животных, которым установили интратрахеальные стенты, и 18 пациентов, которые были подвержены установке экстратрахеальных стентов.

В группе из 40 животных были введены стенты с различной толщиной нитиноловой нити. Из них 26 животным были установлены нитиноловые стенты с толщиной нити 0,18 мм, остальным 14 животным нитиноловые стенты с толщиной нити 0,26 мм.

После сбора анамнеза выполняли рентгенографию в трех позициях (на правом и левом боку, на спине) с вытянутой шеей. Оптический фокус должен располагаться на уровне последнего шейного – первого грудного позвонков. При исследовании захватывали инспираторную и экспираторную фазу дыхания. Так же на данном этапе проводили замеры трахеи для подбора стента фирмы Dextronix. Первый размер определяли на уровне каудального края 3 шейного позвонка. Второй диаметр определяется на уровне 4 грудного позвонка. Расстояние между этими двумя замерами – величина, соответствующая необходимой длине стента. Размер стента подбирали индивидуально исходя из таблицы соотношения размеров трахеи к размеру стента (Таблица 3.1)

Подбор стентов фирмы Dextronix к диаметру и длине трахеи

Номинальный наружный диаметр x длина	Увеличенный диаметр	Увеличенная длина	Номинальный наружный диаметр x длина	Увеличенный диаметр	Увеличенная длина
8 x 20s	5	27	12 x 60	7	87
	6	25		9	81
	7	23		11	72
8 x 50	5	65	12 x 70	7	94
	6	62		9	87
	7	58		11	79
8 x 60	5	79	12 x 80	7	109
	6	76		9	101
	7	71		11	91
8 x 70	5	90	12 x 90	7	124
	6	86		9	115
	7	81		11	105
8 x 80	5	100	12 x 100	7	130
	6	95		9	122
	7	88		11	113
8 x 90	7	116	12 x 110	7	146
	8	109		9	137
	9	100		11	126
10 x 20s	7	23	12 x 120	7	160
	8	22		9	151
	9	21		11	138
10 x 50	7	62	14 x 60	7	81
	8	59		10	75
	9	56		12	69
10 x 60	7	76	14 x 70	7	84
	8	72		10	80
	9	69		12	76

Номинальный наружный диаметр x длина	Увеличенный диаметр	Увеличенная длина	Номинальный наружный диаметр x длина	Увеличенный диаметр	Увеличенная длина
10 x 70	7	89	14 x 80	7	100
	8	84		10	94
	9	79		12	89
10 x 80	7	102	14 x 90	7	113
	8	97		10	107
	9	92		12	101
10 x 90	7	118	14 x 100	7	126
	8	112		10	119
	9	102		12	112
12 x 20s	7	26	14 x 110	7	138
	9	25		10	130
	11	23		12	123
12 x 40s	7	52	16 x 80	7	107
	9	50		12	102
	11	44		14	91
12 x 50	7	70	16 x 100	7	124
	9	65		12	118
	11	59		14	108

Проводили общеклиническое и биохимическое исследование крови пациентов, а также кардиологическое обследование независимо от возраста. Гематологический анализ проводился осуществляли на автоматическом ветеринарном анализаторе Lifotronic AC 610VET. Дополнительно до начала оперативного вмешательства брали бактериальный посев из трахеи для исключения вторичных инфекций и определения чувствительности к антибиотику. Оперативное вмешательство проводили под общей анестезией. Подготовка животного заключалась в соблюдении 8-часовой голодной диеты, минимум 2 часа нахождения в кислородной камере и внутривенная капельная инфузия для животных с

хроническими заболеваниями. Оперативное вмешательство проводили по методу Roman Kvapil и Michal Cap.

Трахеоскопическое исследование проводили с применением жесткой оптики KarlStorz диаметром 2,7 мм или 4 мм. Положение животного на операционном столе – вентродорсальное. Для безопасного введения инструмента в трахею голова пациента была поднята под углом 60 градусов, ротовая полость раскрыта роторасширителем. Камерой отжимался надгортанник, по мере вхождения камеры вдоль трахеи голова пациента опускалась до ровного лежачего положения, проходили по всей длине трахеи до уровня бифуркации, оценивая степень сужения. После оценки трахеи камеру извлекали для дальнейшей подготовки. Пациента укладывали на рентгеновскую кассету, над пациентом устанавливали рентген аппарат для контроля положения стента по ходу операции. По завершении подготовки животного в положении на животе с поднятой на 60 градусов головой, вводили оптику параллельно с доставочным устройством. По ходу проникновения голову пациента опускали. Стенты в доставочном устройстве вводили параллельно оптическому наконечнику. Дойдя до зоны бифуркации, отступали 4-6 мм и производили раскрытие стента. Без извлечения устройств животное перемещали в правое боковое положение для рентгеновского контроля положения стента и продолжали его раскрытие из доставочного устройства с периодическим рентген контролем (рис. 3.5). После извлечения доставочного устройства делали контрольный рентгеновский снимок (рис. 3.6). В случае обнаружения неправильного положения стента под контролем камеры проводили коррекцию его положения при помощи специальных инструментов и проводили контрольный снимок (рис. 3.7). Рентгенологическое исследование проводили при фокусном расстоянии 120 см и ограничением поля исследования шторками коллиматора на уровне краниальной линии границы шеи дорсальной и вентральной, границами грудной клетки и каудальному краю последнего ребра. Снимки производили в фазе инспирации. В послеоперационный период пациента помещали на 24 часа минимум в кислородную камеру с использованием сухого кислорода. В качестве

системного антибиотика использовали цефтриаксон в дозировке 1 мг/кг веса внутривенно один раз в сутки сразу после проведения операции в течении 7 дней.

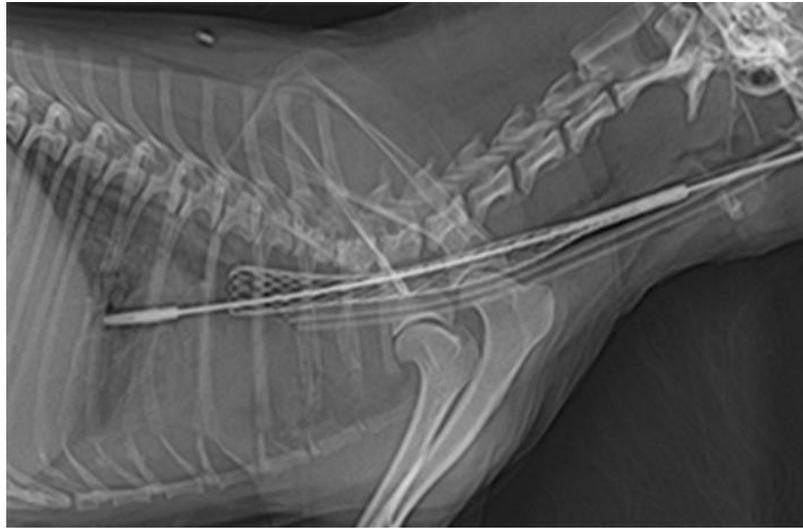


Рисунок 3.5. Собака, положение стента в просвете трахеи до полного раскрытия

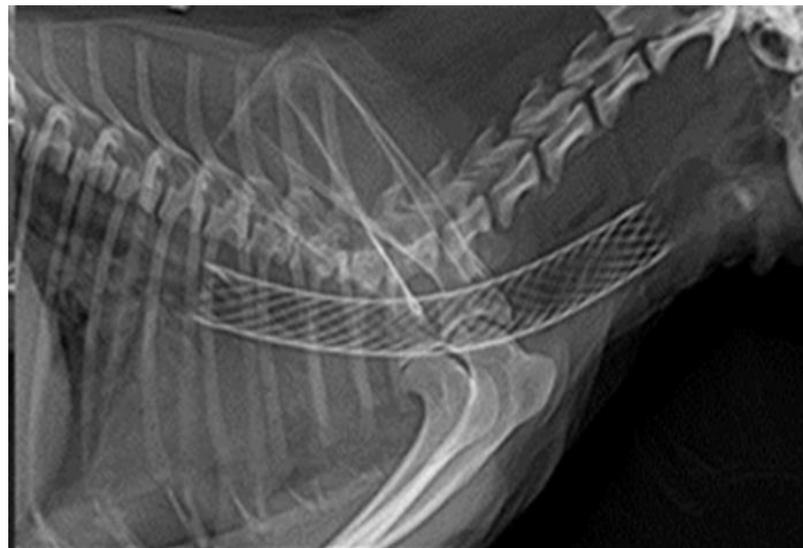


Рисунок 3.6. Собака, оложение стента в просвете трахеи после полного раскрытия

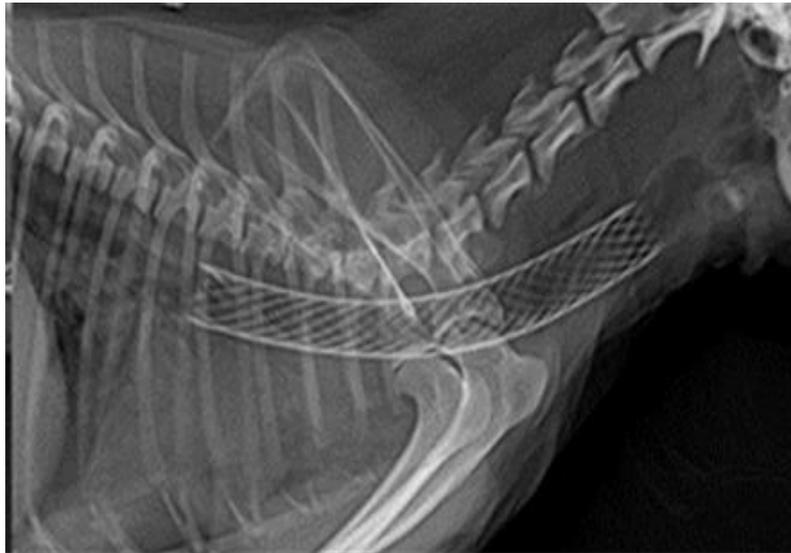


Рисунок 3.7. Собака, положение стента в трахее при полном раскрытии.

В случаях наличия мокроты выбирали антибиотик по результату бактериального посева из трахеи, взятый непосредственно перед проведением операционного вмешательства. Так же назначали кодеин содержащие препараты (Коделак, Терпикод) для подавления кашлевого рефлекса 0,5 мг кодеина на кг. Для улучшения вентиляции лёгких в течении первых двух дней могли дополнительно назначить эуфиллин 2,4 мг/кг. И для снижения рисков развития излишней грануляции в трахее препараты преднизолон или метилпреднизолонового ряда (метипред, солу-медрол) в следующих дозировках: первый и второй день 4 мг/кг в/в или перорально, с третьего по пятый дни 2 мг/кг в/в или перорально, с шестого до седьмого дня 1 мг/кг в/в или перорально. Для подавления негативных последствий гормональных препаратов на желудочно-кишечный тракт использовали омепразол 1 мг/кг за 30 мин до еды 2 раза в день внутривенно или перорально. Контрольные наблюдения после стентирования проводили на 3, 7, 14, 21 сутки, включали в себя общий клинический и биохимический анализы крови, рентгенографию и трахеоскопию. При удовлетворительном клиническом течении и отсутствии признаков воспаления дыхательных путей контрольные исследования повторяли через 30, 60 дней и далее 1 раз в 6 месяцев. При этом учитываются результаты клинических анализов крови, признаки патологии верхних путей,

оценивается анатомическое положение стента, его целостность, наличие в просвете дополнительных теней. Контроль проводили через неделю рентгенологически и через две недели эндоскопически. После постановки стента основными задачами являлись: снижение образование секрета и удаление его при чрезмерном образовании, подавление роста условно патогенной микрофлоры, угнетение процесса гиперплазии плоского эпителия, развитие хондромалиции трахеальных колец, в связи с избыточным давлением колец импланта и нарушения трофики ткани.

Хирургическое вмешательство с постановкой экстратрахеальных стентов проводили под общей анестезией. Был проведен вентральный разрез кожи по средней линии между гортанью и краниальным уровнем грудной клетки. Разрез расширяли осторожно путем разделения парных грудино-щитовидных мышц. Доступ к трахее внутри грудной клетки до уровня 2-го или 3-го межреберного промежутка был возможен при краниальном вытяжении шейной части трахеи через фиксирующий шов и частичного рассечения мышц, формирующих средостение. Стерильные протезы были изготовлены из полипропилена. В каждом был вырезан зазор, чтобы облегчить его размещение вокруг трахеи, и все неровные края были удалены с помощью лезвия скальпеля. Иглой 16-го калибра проделали отверстия в протезе для облегчения наложения швов. Накладывали протез вокруг трахеи и располагали открытой стороной, обращенной к средней линии шеи. Фиксацию проводили шестью-восемью швами из полипропилена 4-0 (рис. 3.8), послеоперационную рану ушивали наглухо. В послеоперационный период пациента помещали на 24 часа минимум в кислородную камеру с использованием сухого кислорода. В качестве системного антибиотика использовали цефтриаксон в дозировке 1 мг/кг веса внутривенно один раз в сутки сразу после проведения операции в течении 7 дней. В случаях наличия вторичной бактериальной флоры из результатов бактериального посева, взятого перед проведением операционного вмешательства, дополнительно выбирали антибиотик по результату чувствительности.



Рисунок 3.8. Собака, внешний фиксирующий стент на трахее.

Для подавления кашлевого рефлекса назначались кодеин содержащие препараты (Коделак, Терпикод) 0,5 мг кодеина/кг. Для улучшения вентиляции лёгких в течении первых двух дней могли дополнительно назначить эуфиллин 2,4 мг/кг в течении первых дней после операции. Контрольные наблюдения после стентирования проводили на 3, 7, 14 сутки, включали в себя общий клинический и биохимический анализы крови, рентгенографию. При удовлетворительном клиническом течении и отсутствии признаков воспаления дыхательных путей контрольные исследования повторяли через 30, 60 дней и далее 1 раз в 6 месяцев. При этом учитываются результаты клинических анализов крови, признаки патологии верхних путей, оценивается анатомическое положение импланта, его целостность, наличие в просвете дополнительных теней.

Полученные результаты подвергали статистическому анализу с использованием критерия достоверности Стьюдента, результаты считали достоверными, если коэффициент ошибки составлял $*P \leq 0,1$; $*P \leq 0,05$; $**P \leq 0,01$; $***P \leq 0,001$ (достоверность различий относительно контрольной группы). Цифровой материал обрабатывали при помощи программы Statistica 10, Version 10.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1. Мониторинг распространения коллапса трахеи в Московском регионе

Таблица 4.1. Статистика проявлений коллапса трахеи в Московском регионе

Критерий	Параметры	Абс. знач., голов	Отн. знач., %
	Общее количество животных	257	100
Породы	Йоркширский терьер	164	64
	Чихуа-хуа	72	28
	Шпиц	21	8
Возраст, лет	От 1 до 4	32	12
	От 5 до 8	65	25
	От 9 до 12	97	38
	От 12 до 15	63	25
Вес, кг	от 1,5 до 2,5	118	46
	От 2,5 до 3,5	83	32
	От 3,5	56	22
Пол	Самцы	156	61
	Самки	101	39
Сопутствующие заболевания	Сердечно-сосудистые	65	25
	Респираторные инфекции	33	13
Внешние факторы	Раздражающие дыхательные пути	15	6
	Внешнее давление на трахею	67	26
	Температурный режим	48	19

В результате сбора данных выяснили, что наиболее склонны к данной патологии собаки породы йоркширский терьер, их было 164 (64%). Из других встречаемых пород 72 животных (28%) относились к чихуа-хуа, а 21 (8%) к шпицам (Табл. 4.1).

Наиболее часто данная патология встречается у собак возрастной группы от 9 до 12 лет, а именно 97 животных (38%). Стоит отметить, что в этой группе реже всего встречались пациенты с первой степенью коллапса, обычно наблюдали изменения второй степени поражения и выше.

Почти одинаковое количество животных в возрастных группах от 5 до 8 лет и от 12 до 15 лет – 65 животных (25%) и 63 животных (25%) соответственно. Реже всего диагностируется коллапс у пациентов возрастной группы от 1 до 4 лет, лишь 32 животных (12%). В данной группе наиболее часто пациенты с первой степенью коллапса без сильно выраженной симптоматики. Так же были случаи, когда данная патология была диагностирована во время рентгенологического исследования, а симптоматика заболевания никак не проявлялась. Так же была собрана информация о сопутствующих патологиях, которые могут усиливать клинические признаки коллапса трахеи. Заболевания дыхательной системы, связанные с бактериальной инфекцией, такие как микоплазмоз или бордетеллез, у 65 животных (25%). С сердечными патологиями, вызывающими сердечный кашель, 33 животных (13%).

Для подтверждения влияния внешних факторов на прогрессирование коллапса трахеи провели опрос среди владельцев представленных групп животных с диагнозом коллапс трахеи. Среди них 45 владельцев курили непосредственно в квартире и только у 15 (6%) животных заметили усиление признаков дыхательной недостаточности. 168 человек водили своих животных на ошейнике и поводке, и у 67 (26%) собак, которые начинали резко бежать и резко останавливаться, из-за того, что ошейник «врезался» в шею, начали замечать характерный «гусиный гогот». Так же стоит отнести к внешним факторам развития коллапса трахеи перепады температуры на улице. У 48 (19%) животных начинали проявляться признаки дыхательной недостаточности в жаркую погоду. Это можно связать с тем, что дыхание животного учащается вместе с сокращением трахеи, что приводит к сильной потере ее эластичности.

4.2. Результаты экспериментальной установки стентов с наноструктурированным покрытием у кроликов

Все результаты данного доклинического исследования проводились под контролем показателей общего клинического анализа крови, трахеоскопии гистологического исследования тканей трахеи. Образцы трахеи фиксировали в 10% растворе формалина и заливали в парафин. Парафиновые срезы стенки трахеи толщиной 5 мкм., окрашивали гематоксилином и эозином, пикрофуксином с резорцином по Ван-Гизону, толуидиновым синим и изучали при увеличении микроскопа в 100, 200 и 400 раз.

Исследования показали, что в группе 1, в которую входили кролики с непокрытыми стентами, клинические признаки респираторного заболевания начали проявляться через 3 дня после имплантации стента. Клиническая картина характеризовалась развитием острого трахеита, который затем распространился на нижние отделы дыхательных путей и проявился в виде острой пневмонии. Анализы крови показали медленное прогрессирование воспаления (табл. 4.2). Рентгенологические данные включали усиление пневмонии и появление вначале единичных очагов потемнения с дальнейшим усилением и распространением этих очагов. Контрольная трахеоскопия (рис. 4.1) подтвердила закрытие просвета дыхательных путей грануляционной тканью. В связи с затруднением при проведении контрольной трахеоскопии дополнительно было проведена компьютерная томография (рис 4.2). Патологоанатомическое исследование подтвердило клинические признаки острого трахеита, выраженного роста грануляций и обширной пневмонии. В мазках обнаружены клеточные элементы крови, клетки воспалительной инфильтрации, кокки (рис 4.3). Цитоплазма клеток скудная, базофильная. Ядра клеток крупные, овальные, содержат не равномерно распределенный глыбчатый грубый хроматин и 2-3 крупные нуклеолы. Цитоплазма клеток обильная, базофильная. Много клеток с признаками дегенеративных изменений, в состоянии распада (рис. 4.4).

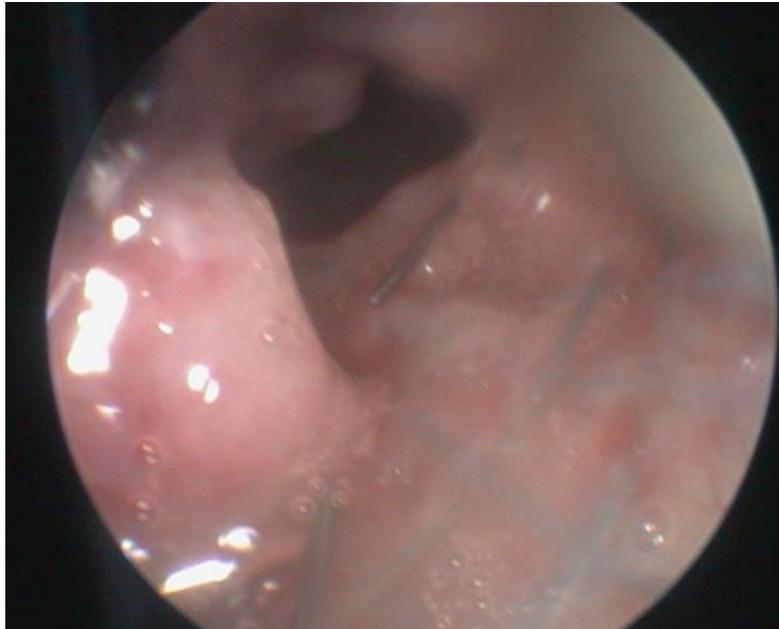
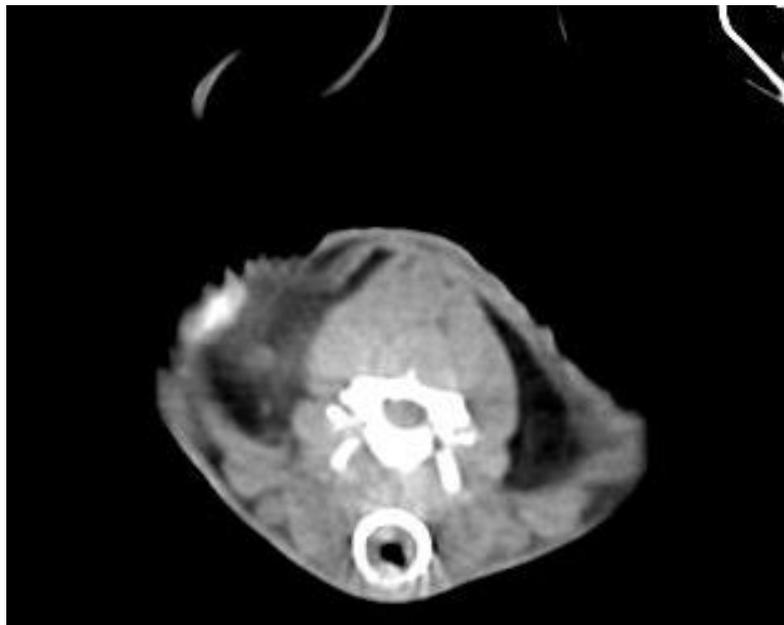


Рисунок 4.1. Кролик, контрольная трахеоскопия. Полное закрытие просвета трахеи



**Рис 4.2. Кролик, контрольная КТ трахеи после стентирования.
Закрытие просвета грануляцией 75% и более**

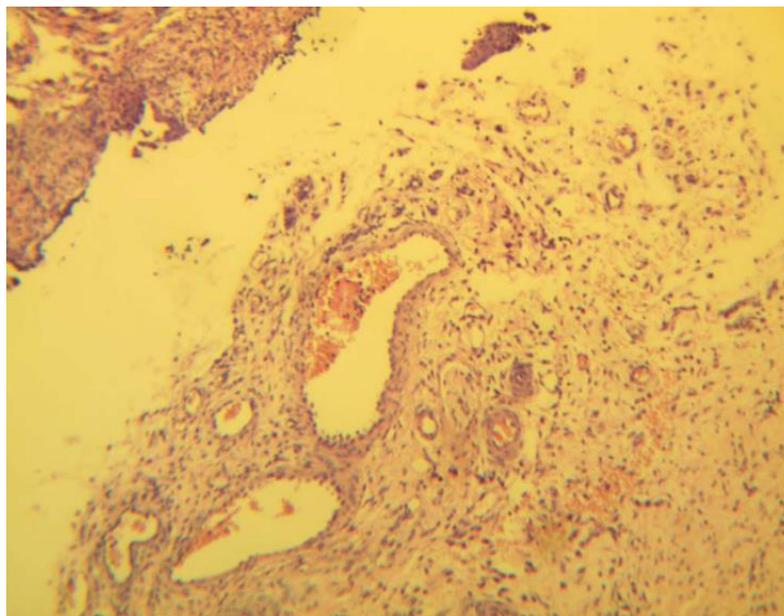


Рисунок 4.3. Кролик, воспалительная реакция в тканях трахеи. Микрокартина, окраска гематоксилином и эозином, х 100

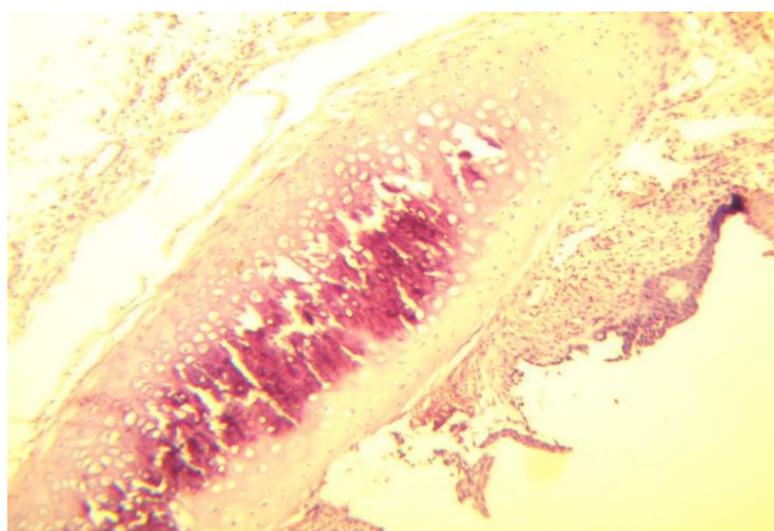
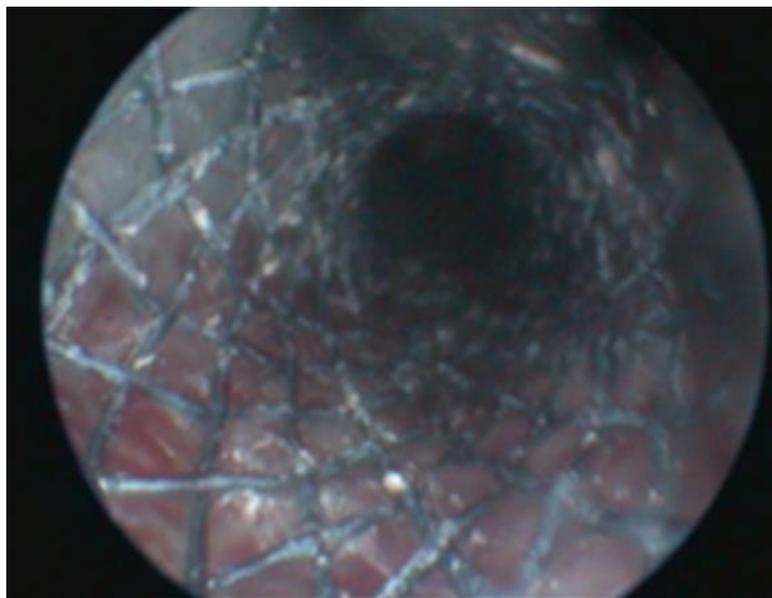


Рисунок 4.4. Кролик, дегенеративно-воспалительные изменения хряща трахеи. Микрокартина, окраска гематоксилином и эозином, х 100

У кроликов в группе 2, которым был имплантирован стент, покрытый 1% PLA + Солумедрол, клинические признаки заболевания дыхательных путей начали проявляться на третий день после имплантации. На третий день начинается активная воспалительная реакция организма, сопровождающаяся значительным отеком. В течении первой недели после установки импланта происходят фиброзные изменения и рост грануляционной ткани, что подтверждается ростом уровня

лейкоцитов и скоростью оседания эритроцитов (СОЭ) в крови. Повышение уровня кортизола в крови свидетельствует о его выделении из имплантата и активном всасывании в кровоток (табл. 4.2). Во время проведения трахеоскопии наилучший клинический исход наблюдался в этой группе: подтвердили полное отсутствие роста грануляций (рис. 4.5).



**Рисунок 4.5. Кролик, контрольная трахеоскопия.
Практически полное отсутствие грануляций**

Поверхность слизистой оболочки представлена многослойным плоским эпителием с участками некротизирования (рис. 4.6). Клетки эпителия крупные, полигональной формы, соединены межклеточными мостиками. Выявляются признаки ороговения. Ядра клеток округлые, центральные, содержат зернистый хроматин и 1-2 нуклеолы. Цитоплазма клеток обильная, базофильная. Кровеносные сосуды в состоянии выраженной гиперемии. В просвете кровеносных сосудов выявляется внутрисосудистое разделение крови на плазму и форменные элементы крови.

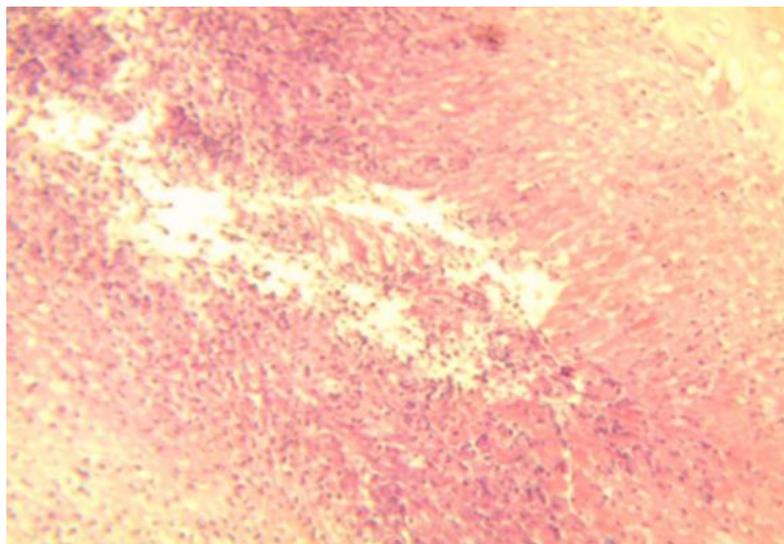


Рисунок 4.6. Кролик, некроз слизистой оболочки трахеи. Микрокартина, окраска гематоксилином и эозином, х 100

У кроликов в группе 3, которым был имплантирован стент покрытый 3% PLGA + Солумедрол, наблюдалась типичная картина трахеита с последующей пневмонией на 3-й день. Продолжительность заболевания не отличается от таковой в предыдущей группе. Клинические и биохимические показатели крови указывают на типичную вялую воспалительную реакцию. В этой группе начальная концентрация кортикостероидов высока, за которой следует снижение, что может быть связано со слишком ранним освобождением солумедрола из покрытия (табл. 4.1). При трахеоскопическом исследовании подтверждено умеренное количество роста грануляций (рис. 4.7).



Рисунок 4.7. Кролик, контрольная трахеоскопия. Среднее количество грануляций

Важно отметить, что, основываясь на клиническом опыте использования стентов, у собак является нормой равномерное обрастание грануляционной тканью стента и его срастание со стенкой трахеи. Гистологически в данной группе поверхность слизистой оболочки представлена многослойным плоским эпителием с участками некротизирования, как и в прошлой группе. Под эпителием выявляется соединительнотканная строма, содержащая воспалительные инфильтраты и множественные кровеносные сосуды. На некоторых участках слизистой оболочки можно встретить участки гиперплазии (рис. 4.8).

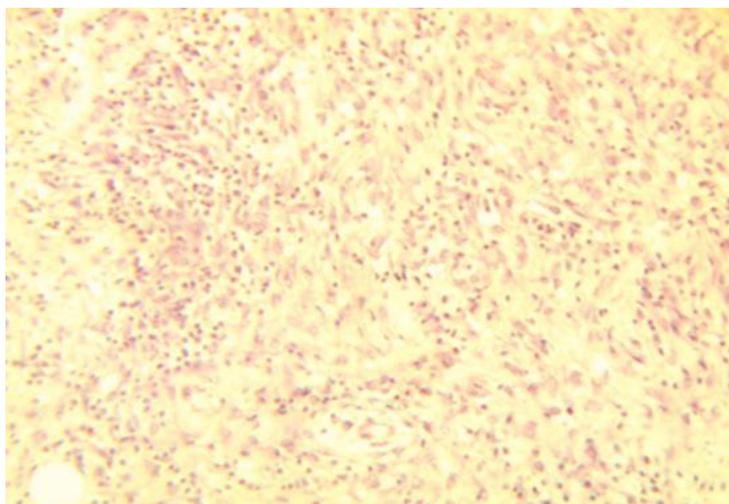


Рисунок 4.8. Кролик, гиперплазия слизистой оболочки трахеи. Микрокартина, окраска гематоксилином и эозином, х 200

Цитологически мазки высокой клеточности. В мазках выявляются множественные клетки плоского и цилиндрического эпителия разной степени зрелости. Клетки имеют округлые "сочные" ядра, содержащие зернистый гетерохроматин и 1, реже 2 нуклеолы. Цитоплазма клеток умеренная, насыщенно-базофильная. Митозы не определяются. Выявляются признаки воспалительной инфильтрации. Воспаление представлено лимфоцитами, нейтрофилами и

гистиоцитами. Клетки находятся на фоне слизистого вещества. Встречаются мелкие фрагменты кровеносных сосудов капиллярного типа (рис. 4.9).

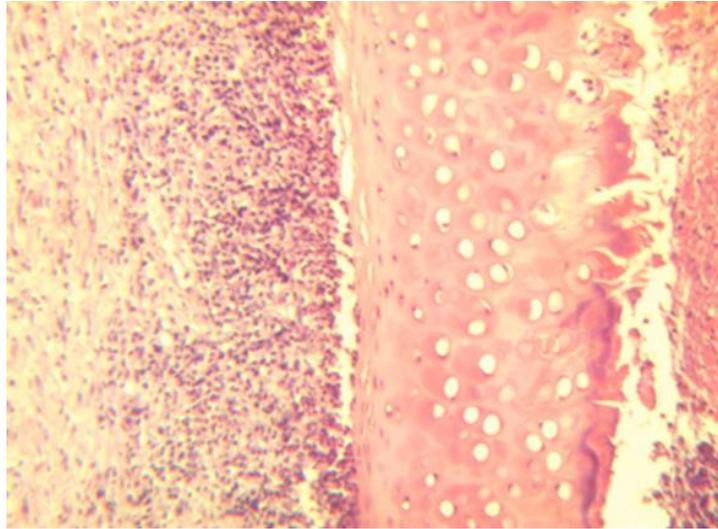


Рисунок 4.9. Кролик, воспаление подслизистой и гиалиновых слоев трахеи.

Микрокартина, окраска гематоксилином и эозином, х 200

В 4-ой группе кроликов, которым был имплантирован стент покрытый 3% PLGA без включения противовоспалительного препарата, наблюдалась стандартная картина развития воспаления в дыхательных путях на 3-й день. Однако в данной группе признаки дыхательной недостаточности только нарастали со временем. Это также указывает на дальнейшее распространение воспалительного процесса на более отдаленные участки дыхательных путей (табл. 4.1). Во время дальнейшей трахеоскопии, патологоанатомическом и гистологическом исследовании наблюдалось обильное разрастание грануляционной ткани вплоть до полного закрытия просвета трахеи (рис 4.10).



Рисунок 4.10. Кролик, контрольная трахеоскопия. Сильное разрастание грануляционной ткани.

Гистологическое исследование в данной группе подтвердило выраженный язвенный дефект (рис. 4.11), а также выраженные признаки некротизирования многослойного плоского эпителия (рис. 4.12).

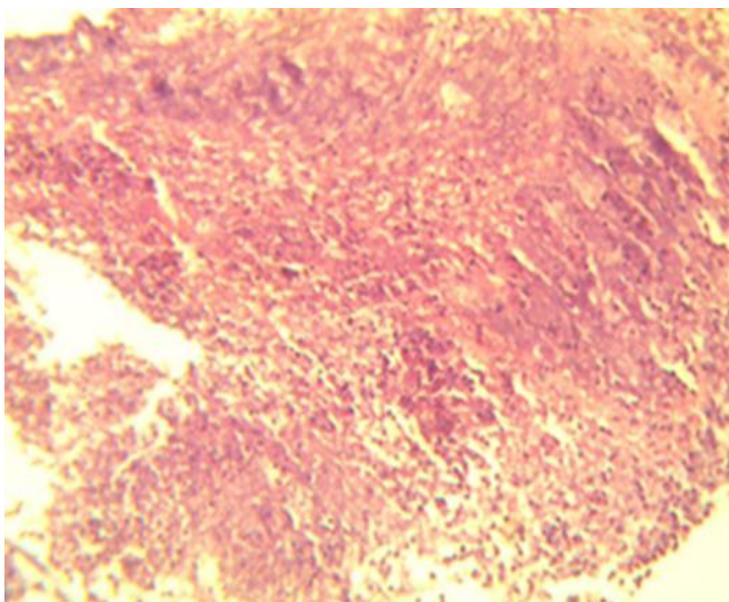


Рисунок 4.11. Кролик, язвенный дефект слизистой оболочки трахеи. Микрокартина, окраска гематоксилином и эозином, x 100

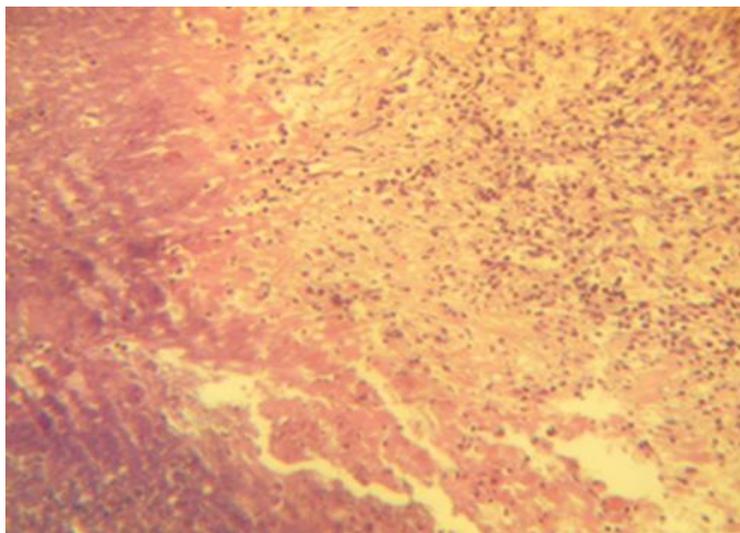


Рисунок 4.12. Кролик, некроз слизистой оболочки трахеи. Микрокартина, окраска гематоксилином и эозином, х 200

Цитология определила группы клеток железистого строения (малые железы слизистой оболочки). Клетки мелкие округлой формы. Ядра клеток округлые, эксцентричные, содержат зернистый хроматин и 1-2 мелкие нуклеолы. Цитоплазма клеток скудная, базофильная. Выявляются относительно атипичные клетки с признаками мезенхимальной дифференцировки. Клетки веретенообразной формы. Ядра клеток крупные, овальные, содержат неравномерно распределенный глыбчатый грубый хроматин и 2-3 крупные нуклеолы. Цитоплазма клеток обильная, базофильная. Много клеток с признаками дегенеративных изменений, в состоянии распада, выражающегося в распаде межклеточного вещества с потерей изогенных групп клеток (рис 4.13). Так же в бронхиальной ткани обнаружено большое содержание клеток цилиндрического эпителия, макрофагов, сидерофагов и лейкоцитов, что говорит о наличии гнойного бронхита (рис. 4.14). В мазках обнаружены клеточные элементы крови, клетки воспалительной инфильтрации, кокки.

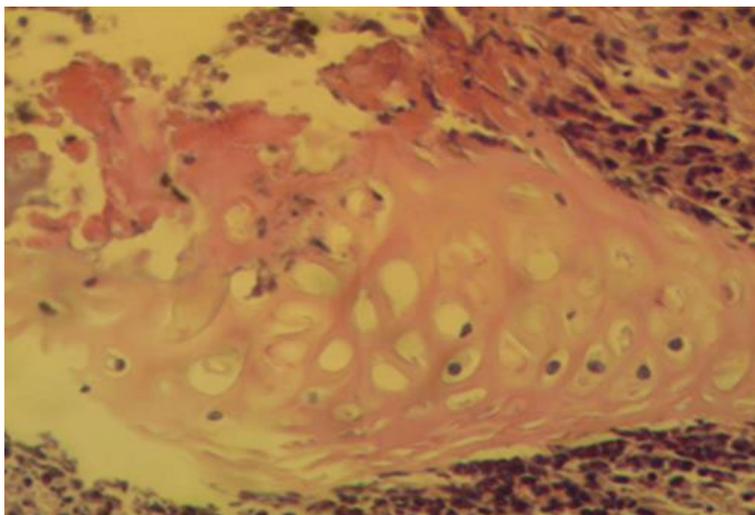


Рисунок 4.13. Кролик, дегенеративные изменения хряща трахеи. Микрокартина, окраска гематоксилином и эозином, х 400

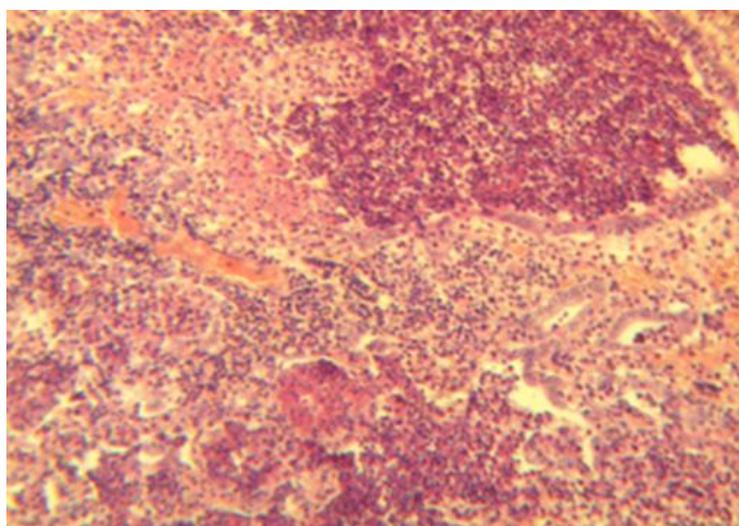


Рисунок 4.14. Кролик, гнойная абсцедирующая бронхопневмония. Микрокартина, окраска гематоксилином и эозином, х 200

Сравнивая результаты клинического анализа крови, стоит отметить повышение уровня лейкоцитов и СОЭ во всех группах на 7 день после установки стентов, но без выхода за верхнюю границу нормы. И если во второй и третьей группах на 14 и 21 сутки показатели пришли в физиологическую норму, то в случае 4 группы, в которой были установлены стенты без нанесения солумедрола, данные показатели только росли, указывая на наличие острого воспалительного процесса (таб. 4.2).

Дополнительно в группах с нанесением противовоспалительного препарата были произведены замеры показателей кортизола в крови, чтобы отследить выход препарата из доставочного механизма. Кортизол уже к 7 дню значительно увеличился в концентрации в организме, а на 14 и 21 день стал снижаться к границе естественной нормы. Показатели крови учитывались по среднему арифметическому значению с учетом стандартной ошибки отклонения (таб. 4.2).

Показатели контрольной группы на протяжении всего эксперимента оставались стабильны (таб. 4.3).

В качестве источников о нормах показателей крови пользовались пособием «Лабораторные Животные. Разведение, содержание, использование в эксперименте» (Западнюк И.П., Западнюк В.И. с соавт.1983).

Таблица 4.2

Клинические показатели крови и кортизола экспериментальных групп ($M \pm m$; $p \leq 0,1$)

Показатель	Референсные значения	День поступления	Дни исследования	Группа			
				1-я	2-я	3-я	4-я
WBC, $\times 10^9/L$	5,0-13,0	6,72 \pm 0,16	7	7,16 \pm 0,36	6,6 \pm 0,39	8,6 \pm 0,44	7,6 \pm 0,25
			14	8 \pm 0,24	4,9 \pm 0,28	7,1 \pm 0,36	5,3 \pm 0,33
			21	15,1 \pm 0,42	5,1 \pm 0,24	5,5 \pm 0,19	8,8 \pm 0,24
RBC, $\times 10^{12}/L$	3,8-7,9	5,23 \pm 0,13	7	5,1 \pm 0,17	5,1 \pm 0,16	5,1 \pm 0,19	5,8 \pm 0,27
			14	5,4 \pm 0,18	4,8 \pm 0,23	4,5 \pm 0,33	4,4 \pm 0,13
			21	5,3 \pm 0,11	4,1 \pm 0,18	4,1 \pm 0,17	5,1 \pm 0,23
HGB, g/l	94,0-174,0	166,25 \pm 1,09	7	149,6 \pm 2,44	142,7 \pm 4,06	163 \pm 2,67	170,6 \pm 6,13
			14	163,8 \pm 2,52	145,6 \pm 3,82	144,4 \pm 4,33	125 \pm 3,91
			21	120,9 \pm 3,46	124,4 \pm 5,10	136,4 \pm 5,14	113,1 \pm 1,90
HCT, %	33,0-50,0	45,2 \pm 0,53	7	36 \pm 0,68	36 \pm 1,17	37 \pm 0,86	46 \pm 2,35
			14	43 \pm 1,20	37 \pm 1,03	37 \pm 0,98	34 \pm 1,05
			21	35 \pm 1,65	32 \pm 0,57	35 \pm 1,13	30 \pm 0,88
PLT, $\times 10^9/L$	200,0-650,0	585,70 \pm 5,36	7	714,3 \pm 24,60	463,3 \pm 27,09	798,2 \pm 26,11	635,9 \pm 34,34
			14	548,8 \pm 14,16	348,9 \pm 10,62	670,0 \pm 24,17	599,8 \pm 16,53
			21	517 \pm 14,37	398,9 \pm 12,96	453,8 \pm 17,75	359,0 \pm 20,56

Показатель	Референсные значения	День поступления	Дни исследования	Группа			
				1-я	2-я	3-я	4-я
ESR, mm/h	0,0-6,0	1,00 ± 0,13	7	2,25 ± 0,37	2,66 ± 0,37	4,08 ± 0,37	4,83 ± 0,48
			14	5,33 ± 0,58	1,08 ± 0,25	2 ± 0,27	7,25 ± 0,47
			21	10,2 ± 0,46	1 ± 0,17	0,91 ± 0,19	11,3 ± 0,33
DPC, nmol/L	0,03-0,08	0,04 ± 0,0	7	-	0,05 ± 0,00	0,05 ± 0,00	-
			14	-	2,86 ± 0,14	4,85 ± 0,27	-
			21	-	1,96 ± 0,11	1,85 ± 0,09	-

Примечание. WBC - Лейкоциты, RBC – Эритроциты, HGB - Гемоглобин, HCT - Гематокрит, PLT - Тромбоциты, ESR - СОЭ, DPC - Кортизол

Таблица 4.3

Клинические показатели крови и кортизола контрольной группы (M±m; p≤0,1)

Показатель	Референсные значения	День поступления	Дни исследования	Показатели
WBC, ×10 ⁹ /L	5,0-13,0	5,33 ± 0,33	7	5,6 ± 0,15
			14	6 ± 0,27
			21	5,6 ± 0,15
RBC, ×10 ¹² /L	3,8-7,9	4,03 ± 0,08	7	4,6 ± 0,08
			14	5,1 ± 0,11
			21	4,9 ± 0,05
HGB, g/l	94,0-174,0	117 ± 5,29	7	123,3 ± 2,18
			14	127 ± 3,26

Показатель	Референсные значения	День поступления	Дни исследования	Показатели
			21	127,6 ± 2,45
HCT, %	33,0-50,0	40,3 ± 0,88	7	41 ± 0,72
			14	42 ± 0,47
			21	40,6 ± 0,41
PLT, ×10 ⁹ /L	200,0-650,0	209,6 ± 2,40	7	209,6 ± 1,133
			14	217,3 ± 1,911
			21	218 ± 0,720
ESR, mm/h	0,0-6,0	0,33 ± 0,33	7	0,33 ± 0,15
			14	0,33 ± 0,15
			21	0,33 ± 0,15
DPC, nmol/L	0,03-0,08	0,03 ± 0,003	7	0,03 ± 0,001
			14	0,03 ± 0,001
			21	0,03 ± 0,001

Примечание. WBC - Лейкоциты, RBC – Эритроциты, HGB - Гемоглобин, HCT - Гематокрит, PLT - Тромбоциты, ESR - СОЭ, DPC - Кортизол

Было отмечено, что присутствие стероидов в полимерном покрытии приводило к увеличению высева штаммов гемолитического стафилококка, что наблюдалось на фоне снижения макрофагальной и иммунной активности в эпителиальных клетках трахеи. Это наблюдалось только у животных, которым вводили стенты, содержащие полимер и кортикостероиды.

Гемолитический эпидермальный стафилококк был идентифицирован в бактериальных культурах. В ходе эксперимента наибольшую антимикробную активность проявил цефтриаксон, выбранный из таблицы устойчивости к антибиотикам (табл. 4.4). По сравнению с животными, получавшими немедикаментозное покрытие, наблюдалось двукратное увеличение микрофлоры в группах, где в качестве противовоспалительного средства использовался стероид. Это указывает на сильное подавление активности макрофагов кортикостероидом.

Таблица 4.4

Микробиологический скрининг с подтитровкой (смыв из трахеи)

Показатель	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
Гемолитичный <i>Staphylococcus epidermidis</i>	3,6*10 ⁵ КОЕ	7,7*10 ⁵ КОЕ	6,1*10 ⁵ КОЕ	5,2*10 ⁵ КОЕ
	1,9*10 ⁵ КОЕ	2,2*10 ⁵ КОЕ	1,5*10 ⁵ КОЕ	2,1*10 ⁵ КОЕ
Параметр	Чувствительность		Параметр	
Чувствительность	Параметр		Чувствительность	
Бензилпенициллин	Ч		Левомецетин	Ч
Ампициллин	СЧ		Энрофлоксацин	ВЧ
Доксициклин	Ч		Канамицин	Ч
Цефазолин	ВЧ		Неомицин	ВЧ
Цефотаксим	ВЧ		Гентамицин	ВЧ
Цефтриаксон	ВЧ		Тобрамицин	ВЧ
Цефоперазон	ВЧ		Фурадонин	Ч
Примечание. У - выделенная культура устойчива, Ч - чувствительна, ВЧ - высокочувствительна, СЧ – слабочувствительна.				

Таким образом, стенты, покрытые биоразлагаемыми материалами PLA и PLGA, могут быть использованы в качестве носителей лекарственных форм в живом организме. PLGA, без применения стероидов, вызывает раздражающую реакцию и воспалительный ответ с активным ростом грануляционной ткани, за которым следует 50-60%-ная обструкция просвета трахеи, а также дополнительная визуализация. Эта закономерность подтверждается повышенным уровнем лейкоцитов и повышенной СОЭ. Применение Солумедрола в сочетании с биоинтегрируемыми полимерами в качестве противовоспалительного средства, наносимого на поверхность нитиноловых стентов, замедляет рост грануляционной ткани. Высвобождение кортизола из полимерного покрытия подтверждается в течение 7-14 дней увеличением его концентрации в сыворотке крови без повышения уровня АКТГ. Противовоспалительный эффект высвобождаемого кортизола подтверждается увеличением количества активных микробов в покрытых оболочкой стентах, содержащих кортикостероиды. Активность этой микрофлоры в этом случае возрастает в два раза. Наименьшее количество гранул, подтвержденное аутопсией, наблюдалось у животных, получавших PLA + Солумедрол, что свидетельствует о фармакологическом действии препарата во время активной фазы воспаления.

Повышенная активность условно-патогенных микроорганизмов может быть подавлена системным введением антибиотиков. Вы можете выбрать из таблицы устойчивости к антибиотикам. В нашем исследовании цефтриаксон вводили парентерально (внутривенно и внутримышечно), о чем свидетельствовало снижение уровня обнаруженного бактериального сигнала в 2-3 раза после 3 недель лечения антибиотиками. У всех групп наблюдались признаки воспаления в верхних дыхательных путях через 3 дня после установки стента. Воспаление может сохраняться до 2 недель, о чем свидетельствуют показатели СОЭ и уровень лейкоцитов в крови.

4.3. Результаты наблюдений за собаками с применением консервативного лечения

199 собак были распределены на 4 группы, соответственно их степени коллапса трахеи.

Таблица 4.5

Результаты наблюдений в группах собак с коллапсом трахеи

Показатель	С 1-ых суток до 1-го года	С года до 2-х лет	С 2-х до 3-х лет	Итого (к концу 3 года)
Коллапс 1 степени				
Диагностировано	41 (100%)	–	–	–
Провели стентирование	0 (0%)	2 (4,9%)	3 (7,3%)	5 (12,2%)
Погибло	0 (0%)	3 (7,3%)	5 (12,2%)	8 (19,5%)
Судьба неизвестна	2 (4,9%)	3 (7,3%)	3 (7,3%)	8 (19,5%)
Продолжают терапию	-	-	-	20 (48,8%)
Коллапс 2 степени				
Диагностировано	24 (100%)	–	–	–
Провели стентирование	2 (8,3%)	2 (8,3%)	4 (16,7%)	8 (33,3%)
Погибло	0 (0%)	2 (8,3%)	1 (4,2%)	3 (12,5%)
Судьба неизвестна	0 (0%)	0 (%)	2 (8,3%)	2 (8,3%)
Продолжают терапию	-	-	-	11 (45,8%)
Коллапс 3 степени				
Диагностировано	73 (100%)	–	–	–
Провели стентирование	11 (15,1%)	6 (8,2%)	9 (12,3%)	26 (35,6%)
Погибло	5 (6,8%)	17 (23,3%)	6 (8,2%)	28 (38,3%)
Судьба неизвестна	6 (8,2%)	2 (2,7%)	3 (4,1%)	11 (15,1%)
Продолжают терапию	-	-	-	8 (11%)
Коллапс 4 степени				
Диагностировано	61 (100%)	–	–	–
Провели стентирование	8 (13,1%)	7 (11,5%)	6 (9,8%)	21 (34,4%)
Погибло	6 (9,8%)	13 (21,3%)	5 (8,2%)	24 (39,3%)
Судьба неизвестна	0 (0%)	5 (8,2%)	6 (9,8%)	11 (18%)
Продолжают терапию	-	-	-	5 (8,2%)

В первой группе 41 (100%) собака с диагнозом коллапс трахеи 1 степени. В период с 1 дня начала терапии до конца 1 года только 2 собаки (5%) не были доставлены на прием после назначения терапии, их судьба неизвестна и в дальнейшем не учитывалась. В период с 1 года после начала терапии до конца

2 года: 2 собакам (5%) провели стентирование; 3-е пациентов (7%) погибли в результате развития коллапса трахеи или на фоне развития острой сердечной недостаточности; судьба 3 животных (7%) не известна. В период со 2 года после начала терапии и до конца 3 года: 3 собакам (7%) провели стентирование трахеи; 5 пациентов (12%) погибли в результате резкого развития коллапса трахеи; 3 животных (7%) на прием не явилось после назначения терапии, их судьба неизвестна. Суммарно в конце 3-его года исследования: 5 собакам (12%) провели стентирование, 8 пациентов (19%) погибли; судьба 8 животных (19%) неизвестна. Итого к концу 3 года наблюдений 20 собак (49 %) живы и находятся поддерживающей терапии (Таблица 4.5).

Во второй группе 24 (100%) собаки с диагнозом коллапс трахеи 2 степени. В период с 1 дня начала терапии до конца 1 года только 2 собаки (8%) были доставлены на экстренное стентирование в следствии продолжающегося развития коллапса, после назначения терапии. В период с 1 года после начала терапии до конца 2 года: 2 собакам (8%) провели стентирование; 2-е пациентов (8%) погибли. В период со 2 года после начала терапии и до конца 3 года: 4 собакам (16%) провели стентирование трахеи; 1 пациент (4%) погиб в результате резкого развития коллапса трахеи; 2-е животных (8%) на прием не явилось после назначения терапии, их судьба неизвестна. Суммарно в конце третьего года исследования: 8 собакам (32%) провели стентирование, 3-е пациентов (12%) погибли; судьба 2 животных (8%) неизвестна. Итого к концу 3 года наблюдений 11 собак (45%) живы и находятся поддерживающей терапии (Табл. 4.5).

В третьей группе 73 собаки (100%) с коллапсом 3 степени. В период с 1 дня начала терапии до конца 1 года: 11 собак (15%) провели стентирование на фоне развития коллапса трахеи; 5 пациентов (7%) погибли, 6 животных (8%) не явилось после назначения терапии и их судьба неизвестна. В период с 1 года после начала терапии до окончания 2 года: 6 собакам (8%) провели стентирование на фоне развития коллапса трахеи; 17 (23%) пациентов

погибли; судьба 2 животных (3%) неизвестна. В период со 2 года после начала терапии до истечения 3 года: 9 собакам (13%) провели стентирование; гибель установлена у 6 пациентов (8%); 3-е животных (4%) не явилось после назначения терапии, их судьба неизвестна. Суммарно в конце 3-его года исследования: 26 собакам (36%) провели стентирование на фоне развития коллапса трахеи; 28 пациентов (38%) погибли; 11 животных (15%) не были доставлены на прием и их судьба неизвестна. Итого к концу третьего года 8 (11%) остались живы, находясь на поддерживающей терапии (Табл. 4.5).

В четвертой группе 61 собака (100%) с коллапсом 4 степени. В период с 1 дня начала терапии до конца 1 года: 8-ми собакам (13%) провели стентирование на фоне развития коллапса трахеи; 6 пациентов (10%) погибли. В период с 1 года после начала терапии до окончания 2 года: 7 собакам (11%) провели стентирование на фоне развития коллапса трахеи; 13 (22%) пациентов погибли; судьба 5 животных (8%) неизвестна. В период со 2 года после начала терапии до истечения 3 года: 6 собакам (10%) провели стентирование; гибель установлена у 5 пациентов (8%); 6 животных (10%) не явилось после назначения терапии, их судьба неизвестна. Суммарно в конце 3-его года исследования: 21-ой собаке (34%) провели стентирование на фоне развития коллапса трахеи; 24 пациента (40%) погибли; 11 животных (18%) не были доставлены на прием и их судьба неизвестна. Итого к концу третьего года 5 (8%) остались живы, находясь на поддерживающей терапии (Табл. 4.5).

Лучший терапевтический эффект получен при 1 – 2-й степени коллапса за счет снижения уровня бактериальной флоры, препятствия развитию воспалительных процессов и улучшения вентиляции легких. Продолжительность жизни животных в этом случае от 1-го до 3-х и более лет. Собаки с 3 – 4-ой степенью поражения на медикаментозной терапии живут около года, но при этом следует помнить о возможной внезапной смертности из-за часто непредсказуемого и быстропотекающего развития коллапса. Назначенная терапия перестает действовать, и животное погибает.

Так же к нашим терапевтическим назначениям по поддержке состояния животных отнесли и рекомендации по улучшению содержания животных, а именно: исключить внешние факторы, влияющие на раздражение трахеи и дыхательных путей (исключить курение в помещении, аэрозоли, одеколоны, перейти с ошейника на шлейку, сократить по возможности активность животного, чтобы дыхание оставалось ровным, сократить влияние жары).

4.4. Сравнение методов оперативного вмешательства на клинически больных животных

Наблюдение за пациентами, прошедшими через хирургический метод лечения коллапса трахеи, велось в течении года. Изначально из 18 пациентов с применением метода экстратрахеального протезирования без видимых признаков дыхательной недостаточности после операции было 5 (27,7%) животных. Всем животным в постоперационный период минимально назначалась антибиотикотерапия (цефтриаксон 1 мг/кг 1 раз в день на 7 дней; далее могла быть смена антибиотика согласно результатам бактериального посева), содержание в кислородном боксе (минимум сутки, далее по состоянию пациента). Дополнительно могли быть введены этамзилат 12,5 мг/кг, эуфиллин 2,4 мг/кг в течении первых дней после операции и кодеин содержащие препараты (Коделак, Терпикод) в дозировке 0,5 мг/кг.

Клинические показатели крови в день поступления и на 3 день после проведения ожидаемо указывают на наличие сильного воспалительного процесса на фоне травматизации. Уменьшение показателей у большинства пациентов началось на 7 день интенсивной терапии. Но только на 14 день показатели крови у большей части пришли в физиологическую норму (таб. 4.6).

Таблица 4.6

Анализы крови группы с внешним фиксирующим стентом

Показатель	Референсные значения	День поступления	3 сутки	7 сутки	14 сутки
WBC, $\times 10^9/L$	6-17	10,83 \pm 0,82	21,34 \pm 0,65	19,02 \pm 0,65	15,32 \pm 0,59
LYM, $\times 10^9/L$	1,2-4,0	3,43 \pm 0,30	6,9 \pm 0,33	6,40 \pm 0,21	4,42 \pm 0,23
MON, $\times 10^9/L$	1-8	2,45 \pm 0,17	3,57 \pm 0,26	2,95 \pm 0,21	2,45 \pm 0,17
RBC, $\times 10^{12}/L$	5,5-8,5	5,01 \pm 0,25	4,63 \pm 0,09	5,15 \pm 0,11	6,57 \pm 0,23
MCV, fL	61,3-74,7	42,90 \pm 7,60	46,51 \pm 6,64	45,59 \pm 6,96	44,63 \pm 7,06
RDW, %	12,1-16,30	20,25 \pm 2,56	20,27 \pm 2,53	20,36 \pm 2,53	20,27 \pm 2,53
ESR, mm/h	1-11	7,5 \pm 0,63	19,66 \pm 0,68	15,83 \pm 0,42	13,72 \pm 0,45
HGB, g/L	115-190	125,22 \pm 3,13	107,27 \pm 1,56	115,5 \pm 1,96	115,22 \pm 2,01
MCHC, g/L	31,9-36,6	40,96 \pm 4,02	41,49 \pm 4,26	41,66 \pm 4,28	41,63 \pm 4,27
MCH, pg	22,1-26,6	19,71 \pm 1,59	19,69 \pm 1,61	19,81 \pm 1,61	19,69 \pm 1,61
HCT, %	39-65	48,61 \pm 1,45	37,44 \pm 0,92	40 \pm 1,36	42,61 \pm 1,21
PLT, $\times 10^9/L$	110-460	240,44 \pm 16,1	303,72 \pm 16,6	284,61 \pm 13,6	233,16 \pm 8,60
GRA, %	21,7-41,0	47,33 \pm 6,53	45,20 \pm 6,32	46,32 \pm 6,46	45,15 \pm 6,37

Примечание. WBC - Лейкоциты, LYM – Лимфоциты, MON – Моноциты, RBC – Эритроциты, MCV – Средний объем эритроцита, RDW – Индекс распределения эритроцитов, ESR - СОЭ, HGB - Гемоглобин, MCHC – Средняя концентрация гемоглобина в эритроците, MCH – Среднее содержание гемоглобина в эритроците, HCT - Гематокрит, PLT - Тромбоциты, GRA – Гранулоциты

Итого к концу года наблюдались такие постоперационные осложнения, как: нарушение целостности трахеи имплантом с внешней стороны – 5 случаев (27,7%); некроз тканей трахеи – 9 случаев (50%); паралич гортани – 3 (16,6%), отсутствие приживаемости имплантируемого материала и как следствие его отторжение – 4 случая (22,2%).

Стенты с толщиной нити 0,18 мм

Из 26 собак 19 были выписаны из стационара на третий день после операционного вмешательства без признаков дыхательной недостаточности. У оставшихся 7 животных усилилось образование секрета (рис. 4.16), в результате чего было принято решение об аспирации жидкости из трахеи под

седацией. Аспирированную жидкость отправили в лабораторию для проведения микробиологического скрининга с подтитровкой к антибиотику. После введения антибиотика по таблице чувствительности состояние животных стабилизировалось, выписка из стационара через неделю после операции.

В результате контрольных наблюдений на 21 день с проведением трахеоскопии у 5 собак из 26 наблюдали излишний рост грануляционной ткани в просвете трахеи (рис. 4.17). Для купирования данного отклонения возобновляли курс препаратов метилпреднизолонового ряда (метипред, солумедрол) в следующих дозировках: с первого по четвертый день 4 мг/кг в/в, с пятого по седьмой дни 3 мг/кг перорально, с восьмого до двадцать восьмого дня 2 мг/кг перорально. Так же параллельно принимался омепразол в дозировке 1 мг/кг 2 раза в день для снижения риска развития гастроэзофагеальных процессов в организме. Контрольное исследование проводили на 28 день после возобновления курса, у 3 пациентов грануляции уменьшились до удовлетворительного уровня, а у 2 пациентов не уменьшились, но дальнейшего роста не показали.

Возобновление признаков дыхательной недостаточности начало проявляться у 3 пациентов через год и было связано с развитием коллапса трахеи в непокрытой стентом части трахеи части. Еще у 3 пациентов через два года и еще 5 пациентов через 3 года после операции возобновление дыхательной недостаточности возникло на фоне перелома или расплетения стента (рис. 4.18). Данные осложнения решались установкой дополнительного поверх установленного стента с повторением постоперационного курса терапии (рис. 4.19).

Стенты с толщиной нити 0,26 мм

Из 14 собак 3 животных были выписаны из стационара на третий день после операционного вмешательства без признаков дыхательной недостаточности. У оставшихся 11 животных признаки дыхательной

недостаточности начинали усиливаться практически сразу в постоперационный период, а именно усилилось образование секрета, в результате чего было принято решение об аспирации жидкости из трахеи под седацией (рис. 4.16).

Аспирированную жидкость отправили в лабораторию для проведения микробиологического скрининга с подтитровкой к антибиотику. Так же параллельно с аспирацией жидкости было проведено трахеоскопическое исследование, которое подтвердило наличие воспалительного процесса и активного роста грануляционной ткани у 7 животных (рис. 4.17). После введения антибиотика по таблице чувствительности состояние 4 животных стабилизировалось, выписка из стационара через неделю после операции.

Остальным 7 животным, у которых обнаружен воспалительный процесс была произведена смена антибиотика с марбофлаксоцина на цефтриаксон в дозировке 20 мг/кг в течение минимум 7 дней и увеличение дозировки препаратов метилпреднизолонового ряда в дозировке 8 мг/кг в/в в течение 7 дней с обнаружения воспалительного процесса. В результате проведенной корректировки терапии состояние 5 животных стабилизировалось, они продолжили терапию на дому в течении месяца, в которую вошли антибиотик согласно таблице резистентности и препараты метилпреднизолонового ряда в дозировках с первого по четвертый день 4 мг/кг в/в, с пятого по седьмой дни 3 мг/кг перорально, с восьмого до двадцать восьмого дня 2 мг/кг перорально. Так же параллельно принимался омепразол в дозировке 1 мг/кг 2 раза в день для снижения риска развития гастроэрозивных процессов в организме. Еще 2 животных скончались в результате закрытия просвета трахеи грануляционной тканью.

Следующие постоперационные осложнения наступали приблизительно через 6 месяцев, когда 4 пациентов обратились с вновь нарастающими признаками дыхательной недостаточности. В результате проведения рентгенографии и трахеоскопии был обнаружен медленный рост

грануляционной ткани. Данным пациентам было предложено возобновление курса препаратов метилпреднизолонового ряда на регулярной основе курсами месяц через месяц.

Через год у 7 пациентов и через два года еще у 3 пациентов нарастание дыхательной недостаточности было связано с расплетением или переломом стента (рис. 4.18). Данные осложнения решались установкой дополнительного поверх установленного стента с повторением постоперационного курса терапии (рис. 4.19).

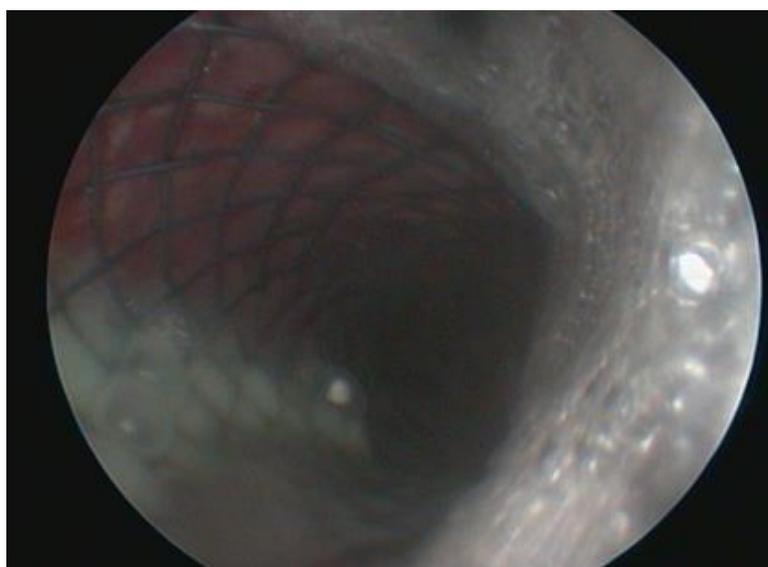


Рисунок 4.16. Собака, образование секрета, по причине некорректного применения медикаментозного лечения



Рисунок 4.17. Собака, разрастание ткани в результате неправильно выбранного диаметра и отсутствия медикаментозной поддержки в послеоперационный период



Рисунок 4.18. Собака, расплетение стента в результате применения стента непроверенного производителя или сильного внешнего давления



Рисунок 4.19. Собака, постановка дополнительного стента для дополнительной каркасной поддержки

Применение постоперационной терапии практически аналогично терапии применяемой при установке внешнего фиксирующего стента, а именно антибиотикотерапия (марбофлоксацин 2 мг/кг или цефтриаксон 1 мг/кг 1 раз в день на 7 дней; далее могла быть смена антибиотика согласно результатам бактериального посева), содержание в кислородном боксе (минимум сутки, далее по состоянию пациента), противовоспалительные препараты (преднизолон или солумедрол 2 мг/кг 2 раза в день в течение первых

2 суток, далее 2 мг/кг 1 раз в день в течение 3 суток, далее 1 мг/кг 1 раз в день 2 суток) и гастропротекторы на время использования противовоспалительного (омепразол 1 мг/кг 2 раза в день). Дополнительно могли быть назначены эуфиллин 2,4 мг/кг веса животного для улучшения вентиляции легких и кодеин содержащие препараты (Коделак, Терпикод) для подавления кашлевого рефлекса 0,5 мг кодеина на кг.

Клинические показатели крови показывают наличие реакции организма на внедрение инородного тела повышением уровня лейкоцитов, лимфоцитов и СОЭ. Но к концу второй недели все показатели близки к нижней границе физиологической нормы (таб. 4.7).

Таблица 4.7

**Клинические анализы крови группы
с внутренним фиксирующим стентом**

Показатель	Референсные значения	День поступления	3 день	7 день	14 день
WBC, $\times 10^9/L$	6-17	12,04 \pm 0,44	14,37 \pm 0,41	14,36 \pm 0,40	13,66 \pm 0,29
LYM, $\times 10^9/L$	1,2-4,0	3,16 \pm 0,14	5,207 \pm 0,14	4,322 \pm 0,10	3,097 \pm 0,12
MON, $\times 10^9/L$	2-9	0,75 \pm 0,04	0,95 \pm 0,03	0,69 \pm 0,04	0,48 \pm 0,03
RBC, $\times 10^{12}/L$	5,5-8,5	6,20 \pm 0,21	6,64 \pm 0,13	7,00 \pm 0,14	7,00 \pm 0,14
MCV, fL	61,3-74,7	68,6 \pm 0,62	68,4 \pm 0,65	68,4 \pm 0,69	68,5 \pm 0,69
RDW, %	12,1-16,3	14,4 \pm 0,20	14,2 \pm 0,15	14,3 \pm 0,17	14,4 \pm 0,21
ESR, mm/h	1-11	6,72 0,37	10,5 \pm 0,45	9,1 \pm 0,40	5,5 \pm 0,36
HGB, g/L	115-190	138,97 \pm 1,89	144,92 \pm 2,29	151,55 \pm 2,71	142,72 \pm 1,91
MCHC, g/L	31,9-36,6	34,4 \pm 0,21	34,9 \pm 0,17	34,6 \pm 0,13	34,3 \pm 0,23
MCH, pg	22,1-26,6	24,4 \pm 0,21	24,2 \pm 0,14	23,9 \pm 0,18	23,7 \pm 0,23
HCT, %	39-65	47,6 \pm 1,19	45,32 \pm 0,95	47,55 \pm 0,75	52,77 \pm 1,19
PLT, $\times 10^9/L$	110-460	183,5 \pm 7,19	188,72 \pm 6,82	175,15 \pm 7,05	173,32 \pm 7,11
GRA, %	21,7-41,0	30,5 \pm 0,88	31,1 \pm 0,88	30,8 \pm 0,88	30,9 \pm 0,89

Примечание. WBC - Лейкоциты, LYM – Лимфоциты, MON – Моноциты, RBC – Эритроциты, MCV – Средний объем эритроцита, RDW – Индекс распределения эритроцитов, ESR - СОЭ, HGB - Гемоглобин, MCHC – Средняя концентрация гемоглобина в эритроците, MCH – Среднее содержание гемоглобина в эритроците, HCT - Гематокрит, PLT - Тромбоциты, GRA – Гранулоциты

Хирургическое лечение коллапса трахеи в шейной области с использованием внешнего поддерживающего протеза полностью не избавляет животных от симптомов характерных для данного заболевания, и проявляется в большинстве случаев дыхательной недостаточностью, по причине развития различных осложнений.

Хирургическое лечение коллапса трахеи интратрахеальным стентированием связано с риском таких осложнений, как скопление секрета и излишний рост грануляционной ткани в просвете трахеи, связанные с развитием вторичной бактериальной флоры и реакцией организма на вторжение инородного предмета. Данные патологии могут купироваться медикаментозно. Однако качество используемых материалов так же оказывает влияние на скорость появления данных осложнений и возможность их купирования. Так среди собак со стентами толщиной нити 0,18 мм было обнаружено всего 5 собак с активным ростом грануляционной ткани, а среди собак с установленным стентом с толщиной нити 0,26 мм их было 7. Последние так же хуже реагировали на проведение постоперационной терапии, в результате чего 2 животных скончались. Так же через полгода у 4 из этих пациентов признаки роста грануляционной ткани вновь возобновились, в результате чего им была предложена регулярная терапия курсами пожизненно.

Лучшие результаты выявлены в группе собак, которым были установлены эндотрахеальные стенты. Количество осложнений в этой группе были минимальны, и в основном связаны с установкой стентов с неправильно подобранными размерами, или некорректной медикаментозной поддержкой после операции. Специальные эндотрахеальные стенты при правильном подборе размеров и корректном медикаментозном ведении пациента на данный момент времени дают положительные результаты и улучшают качество жизни пациента.

Дополнительно были изучены литературные источники, указывающие, что процент положительного исхода операции без видимых признаков осложнений в короткой перспективе отмечается при обоих вариантах стентирования. Однако уже в течении первого месяца в 56% случаев отмечается паралич гортани у собак при применении внешнего фиксирующего импланта. А в случае интратрахеального стентирования наблюдается ряд осложнений так же в течении года, хотя изначально без осложнений уходят около 80% животных (Tinga S., Thieman Mankin K.M. et al.,2015).

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представлена сравнительная характеристика методов лечения у собак коллапса трахеи различной степени тяжести. Экспериментальными и клиническими исследованиями по установке нитиноловых стентов с нанесением наноструктурированного покрытия, у животных, доказана эффективность тактики мультимодального подхода к лечению заболевания. На основании клинических, инструментальных (эндоскопических, рентгенографических) методов исследования, разработана система оценки степени коллапса трахеи, позволяющая определить характер деструктивных процессов и выбрать наиболее оптимальный метод хирургического или терапевтического лечения. В результате проведенных исследований можно сказать, что коллапсу трахеи могут подвергнуться животные из группы риска всех возрастов, но чаще всего с данной патологией сталкиваются животные от 9 до 12 лет. Несмотря на то, что заболевание принято считать генетически наследованным (Fossum T.W.,2013), в результате наших исследований было выявлено, что приблизительно в 50% случаев оно развивается за счет воздействия внутренних факторов, то есть заболеваний сердечно-сосудистой системы, а также бактериальных или вирусных инфекций дыхательных путей. Так же не стоит забывать о воздействии внешних факторов на давление внутри просвета трахеи, таких как сдавливание шеи в области трахеи ошейником, вдыхание животными раздражающих стенку трахеи реагентов или дыма, перепады температур, в следствии чего происходит учащение дыхания и сокращение трахеи. В результате их активного воздействия коллапс может как развиваться постепенно, так и резко, вплоть до полного закрытия просвета трахеи.

Прибегнув только к терапевтическому лечению на данный момент, невозможно восстановить целостность трахеи. Терапия может применяться ко всем группам животных с разной степенью коллапса трахеи, но как показывают наши исследования, купировать развитие и клинически симптомы

в большинстве случаев удается только при 1-2 степени коллапса. При 3 и 4 степени поражение трахеи уже является более выраженным и приходится чаще прибегать к хирургическим методам восстановления просвета трахеи и обеспечения нормальной вентиляции лёгких.

Но всегда стоит помнить, что риску резкого развития заболевания подвержены все группы животных с разной степенью коллапса трахеи, даже несмотря на применяемые методы терапии. Владельцы должны быть предупреждены с самого первого приема о том, что их животное находится в группе риска либо от заводчика, либо от врача, к которому они впервые обратились. Так же стоит их предупреждать и о факторах, которые могут провоцировать развитие патологии и возможном применении оперативного вмешательства, если заболевание себя проявило, а терапия оказывается неэффективной. Что касается применения хирургического вмешательства, то в результате наших исследований мы приходим к выводу, что в долгосрочной перспективе применение эндотрахеальных стентов является лучшим решением, чем применение внешних фиксирующих имплантов. В первую очередь, установка внутрипросветных стентов – это менее инвазивный способ вмешательства, который практически не наносит повреждений тканям организма, а значит восстановительный период для животного будет намного легче и быстрее проходить.

В нашем исследовании осложнения от применения экстратрахеальных полипропиленовых колец встречаются чаще, чем при применении нитиноловых внутрипросветных стентов. Осложнения происходят часто уже в течение первого месяца. Основная проблема данных отклонений в том, что их очень сложно купировать. Для стабилизации пациентов с нарушением целостности трахеи имплантом с внешней стороны или при отсутствии приживаемости имплантируемого материала приходилось извлекать установленный материал и ставить внутрипросветный стент. В случаях паралича гортани или некротизирования участков трахеи, животным

устанавливалась трахеостома, что так же не является лучшим вариантом для поддержания жизни животного и так же связано с рисками осложнений.

Согласно исследованиям, выживаемость при установке трахеостомы может варьироваться в среднем от 100 дней до 5 лет с разным качеством жизни животных (Gobbetti, M., Romussi, S. et al., 2018). И так же постановка трахеостомы не будет гарантировать, что коллапс трахеи не образуется ниже уровня стомы.

Метод коррекции коллапса трахеи внутрипросветными стентами так же не является идеальным, но в нашем исследовании гораздо лучше справляется со своей задачей. Улучшение качества жизни у большинства пациентов отмечается уже сразу после установки импланта. Осложнения, связанные с избыточным образованием секрета или разрастанием грануляционной ткани так же могут встретиться в течение первого месяца, но с ними намного проще справиться медикаментозной терапией, исключая повторное оперативное вмешательство. Более отдаленные осложнения, связанные с развитием коллапса трахеи в непокрытой части трахеи или повторный коллапс трахеи в связи с расплетением или переломом стента, связанный с усталостью металла, могут проявиться в среднем через два-три года. Но даже тогда эти процессы могут быть купированы установкой дополнительного стента.

Что касается медикаментозной поддержки в постоперационный период, то для большинства владельцев она не составляет проблем, так как при нормальном течении постоперационного периода она составляет не более 2 недель.

Однако, есть случаи, когда разрастание грануляционной ткани тяжело или вовсе не поддается медикаментозной терапии, просвет трахеи зарастает и пациент погибает. С целью уменьшить реакцию организма на вторжение инородного тела в просвет трахеи и свести к минимуму разрастание грануляционной ткани и был проведен эксперимент с наноструктурированным покрытием.

Включенный в покрытие солумедрол действительно оказал активную поддержку организму в сдерживании грануляционного роста в ответ на установку импланта. Но само покрытие без нанесения какого-либо рода противовоспалительного препарата будет являться раздражителем и усиливать рост грануляционной ткани в организме.

Итоги выполненного исследования

1. Экспериментально установлена эффективность применения полимолочной кислоты с включением метилпреднизолона на приживаемость эндотрахеального стента в просвете трахеи у кроликов. При этом грануляции отсутствуют. Выход препарата из покрытия подтверждается снижением уровня лейкоцитов с $11,7 \pm 0,33$ $10^9/L$ на 7 день до $7,7 \pm 0,59$ $10^9/L$ на 21 день и СОЭ с $4,8 \pm 0,44$ mm/h на 7 день до $2,0 \pm 0,25$ mm/h на 21 день, повышение уровня кортизола в крови до $1,06 \pm 0,03$ nmol/L на 7 день и его снижение до $0,24 \pm 0,03$ nmol/L к 21 дню эксперимента так же свидетельствует о выходе метилпреднизолона из покрытия.
2. Отмечена эффективность применения полимолочной гликолевой кислоты с включением метилпреднизолона на приживаемость эндотрахеального стента в просвете трахеи. При этом отмечено незначительное количество нормальных грануляций. Выход препарата из покрытия подтверждается снижением уровня лейкоцитов с $11,7 \pm 0,59$ $10^9/L$ на 7 день до $9,1 \pm 0,73$ $10^9/L$ на 21 день и СОЭ с $6,6 \pm 0,37$ mm/h на 7 день до $1,9 \pm 0,27$ mm/h на 21 день,, повышение уровня кортизола в крови до $1,4 \pm 0,03$ nmol/L на 7 день и его снижение до $0,31 \pm 0,03$ nmol/L к 21 дню эксперимента так же свидетельствует о выходе метилпреднизолона из покрытия.
3. Применение покрытия полимолочной гликолевой кислоты без нанесения противовоспалительного препарата на стентах без включения противовоспалительного препарата и провоцирует воспалительные процессы

в трахее. В течении 3 недель эксперимента показатели крови указывали на усиление воспалительного процесса в организме увеличением показателей лейкоцитов с $16,5 \pm 0,5 \cdot 10^9/L$ на 7 день эксперимента до $19,8 \pm 0,32 \cdot 10^9/L$ на 21 день эксперимента и СОЭ с $9,6 \pm 0,37 \text{ mm/h}$ на 7 день эксперимента до $11,6 \pm 0,37 \text{ mm/h}$ на 21 день эксперимента. Контрольная трахеоскопия и посмертное вскрытие животных в конце эксперимента подтвердили практически полное закрытие просвета трахеи рубцовой тканью.

4. Коллапс трахеи у собак мелких пород в Московском регионе, наиболее склонны к данной патологии собаки породы йоркширский терьер, их было 164 (64%), 72 собаки (28%) относились к породе шпиц, а 21 (8%) к породе чихуахуа. Средний возраст проявления патологического процесса у животных от 9 до 12 лет (38%), частыми сопутствующими процессами были сердечно сосудистые патологии (25%) и внешнее воздействие на трахею (26%).

5. Медикаментозный подход продемонстрировал свою высокую эффективность у пациентов, страдающих первой и второй степенью коллапса трахеи. В ходе наблюдения в течение три и более лет, установлено, что 49% и 45% пациентов с первой и второй степенью коллапса продолжают получать поддерживающую терапию. Однако, данный метод не рекомендуется для лечения животных с третьей и четвертой степенью коллапса трахеи.

6. При методе экстратрахеальной установки стентов только 5 из 18 собак (27,7%) после операции без признаков дыхательной недостаточности, в то время как при интратрахеальном стентировании 30 из 40 (75%). Самой часто встречаемой патологией при применении внешнего фиксирующего стента в послеоперационной период до года является некроз тканей трахеи (9 из 18 животных – 50%). Отдельно или вместе с данной патологией можно обнаружить нарушение целостности трахеи имплантом (27,7%), паралич гортани (16,6%) и отторжение имплантируемого материала (22,2%).

7. Патоморфологически, в группе кроликов с применением стента с покрытием из PLA и включением солумедрола поверхность слизистой

оболочки представлена многослойным плоским эпителием с участками некротизации. Клетки эпителия крупные, полигональной формы, соединены межклеточными мостиками, выявляются признаки ороговения. Ядра клеток округлые, содержат зернистый хроматин и нуклеолы. Цитоплазма клеток базофильная. Кровеносные сосуды в состоянии выраженной гиперемии.

8. При применении интратрахеального стентирования чаще всего можно наблюдать излишнее разрастание грануляций в просвете трахеи (у 7 пациентов из 40 – 17,5%). Так можно встретить чрезмерное образование секрета в 12,5% клинических случаев. Поломка стента у 2 (5%) животных крайне редкое явление в течении первого года после операции и обычно проявляется в более поздние сроки (от 3 лет после установки). Повторный коллапс, встреченный в 2 (5%) клинических случаев, чаще всего происходит из-за стента неподходящего размера, так как изначально рекомендовано покрывать трахею полностью. Однако разница между отклонениями экстра- и интратрахеального стентирования в том, что последние могут чаще всего купироваться при применении медикаментозной терапии или рестентирования, в то время как после установки реоперация затруднительна.

9. Клинические анализы крови у собак так же показывают, что постоперационный период организм животных лучше переносит при установке внутрипросветных стентов (на 14 день после операции: лейкоциты $13,66 \pm 0,29 \cdot 10^9/L$, лимфоциты $3,097 \pm 0,12 \cdot 10^9/L$, СОЭ $5,5 \pm 0,36 \text{ mm/h}$) чем при установке внешних протезов (на 14 день после операции: лейкоциты $15,32 \pm 0,59 \cdot 10^9/L$, лимфоциты $4,42 \pm 0,23 \cdot 10^9/L$, СОЭ $13,72 \pm 0,45 \text{ mm/h}$).

РЕКОМЕНДАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

1. Животным, находящимся в группе риска, необходимо проводить регулярную диспансеризацию для своевременного установления и купирования признаков коллапса трахеи.

2. Использование разлагаемых биоматериалов для трахеальных стентов рекомендовано только с включением противовоспалительных препаратов. Так же не исключено использование биоразлагаемых материалов на других типах имплантов и как следствие уменьшение пролиферативных реакций организма на имплантацию.

3. При поступлении пациентов с третьей и четвертой степенью коллапса трахеи не рекомендуется проводить медикаментозную терапию, рекомендовано сразу сообщить владельцам о необходимости и срочности проведения хирургического вмешательства для остановки патологического процесса.

4. Наиболее перспективным методом устранения симптоматики коллапса трахеи на данный момент является малоинвазивный способ эндоскопической установки нитинолового поддерживающего стента, оказывающий лучший эффект в краткосрочной (быстрое постоперационное восстановление) и в долгосрочной (в среднем 3 года без необходимости повторного оперативного вмешательства) перспективе.

5. Встречаемое в постоперационный период разрастание грануляционной ткани при постановке эндотрахеального стента является актуальной проблемой, которую может решить дальнейшее изучение биоразлагаемых материалов, используемых в качестве системы доставки противовоспалительных средств к слизистой трахеи.

6. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акаевский А.И. Анатомия домашних животных / А.И. Акаевский, Ю.Ф. Юдичев, Н.Ф. Михайлов, И.В. Хрусталева. – М.: Колос, 1984. - 543 с.
2. Бойд Д.С. Топографическая анатомия собаки и кошки с основами клинической анатомии / Д.С. Бойд, К. Патерсон, А.Х. Мэй // Практика ветеринарного врача – М.: Аквариум, 2021. – 212 с.
3. Бурмистров Е.Н. Клиническая лабораторная диагностика основные исследования и показатели / Е.Н. Бурмистров, Н.А. Гришина и др. – М.: ООО Независимая ветеринарная лаборатория «Шанс Био», 2005. – 115 с.
4. Воронцов А.А. Интратрахеальные методы лечения коллапса у собак / А.А. Воронцов, Е.М. Мордас, Е.В. Гузеева // Российский ветеринарный журнал. Мелкие домашние и дикие животные. – 2009. – №4. – С.14-17.
5. Градова Ю.В., Ковалев С.П. Covid-19 у собак: классификация течений и их рентгенологическая характеристика. Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2022. № 10. С. 13-19.
6. Джумакова А.Р., Пудовкин Н.А., Зайцев В.В. Уровень маркеров продуктов перекисного окисления липидов и антиоксидантной системы при бронхопневмонии у телят. Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2025. № 2 (79). С. 30-36.
7. Директива 2010/63/EU Европейского парламента и Совета Европейского Союза по охране животных, используемых в научных целях. – Санкт-Петербург: НП «Объединение специалистов по работе с лабораторными животными» (Rus-LASA), 2012. – 48 с.
8. Дьяченко И.А., Ковалев С.П. Результаты эндоскопического исследования дыхательного аппарата у собак. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2024. № 4. С. 75-78.
9. Западнюк И.П. Лабораторные животные. Разведение, содержание, использование в эксперименте. Западнюк И.П., Западнюк В.И.,

Захария В. А., Западнюк Б.В.— 3-е изд., перераб. и доп. Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1983. – 383 с.

10. Кичемасова К.Р., Гончарова А.В., Костылев В.А. Значение рентгенографии в диагностике аспирационной бронхопневмонии у собак. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2023. № 8 (226). С. 52-57.

11. Клюкин С.Д., Салаутин В.В., Пудовкин Н.А., Салаутина С.Е., Клюкина А.Д. Оценка эффективности препаратов "Габапентин" и "Флекспрофен" при купировании болевого синдрома разной степени тяжести у собак и кошек. Аграрный научный журнал. 2021. № 5. С. 60-64. Черкасова О.В., Шумаков Н.И., Баттарай Б. Морфологическая организация трахеи при ее коллапсе 2, 3, 4-й степени у собак декоративных пород. Оренбургский медицинский вестник. 2025. Т. 13. № S2 (50). С. 330.

12. Клюкин С.Д., Салаутин В.В., Козлов С.В., Пудовкин Н.А., Фролов Д.С. Динамика цитокиновой активности ликвора и сыворотки крови плотоядных с болевым синдромом. Аграрный научный журнал. 2021. № 1. С. 52-55.

13. Лукьяновский В.А. Болезни собак / В. А. Лукьяновский, Ю. И. Филиппов. – М.: Колос, 1988. – 310 с.

14. Нарусбаева М.А., Ковалев С.П., Коноплев В.А., Пашкова Е.В. Цитологическое исследование трахеальных смывов как способ уточнения диагноза при кашле у лошадей. Коневодство и конный спорт. 2023. № 3. С. 21-22.

15. Паршин В.В., Пудовкин Н.А., Зайцев В.В. Рентгенологическая оценка проявлений пневмонии у собак в условиях ветеринарных клиник г. Астрахань. Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. № 2. С. 88-92.

16. Позябин С.В., Шумаков Н.И., Хафез С.Г. Методология выполнения 160 органосохраняющих операций на паренхиматозных органах у

животных. Ученые записки Казанской академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2022. Т. 249. № 1. С. 160-166.

17. Позябин С.В., Шумаков Н.И., Черкасова О.В. Эндоскопическая коррекция ятрогенных травм трахеи у мелких домашних животных. Ученые записки Казанской академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2021. Т. 247. № 3. С. 213-217.

18. Приказ Министерства высшего и среднего специального образования СССР № 742 от 13.11.1984 г. Об утверждении правил проведения работ с использованием экспериментальных животных. – Текст: электронный – URL: <https://textarchive.ru/c-1596785.html> (дата обращения: 16.05.2017).

19. Черкасова О.В. Клинико-морфологическое обоснование диагностики и лечения собак с коллапсом трахеи. 2016

20. Черкасова О.В., Шумаков Н.И., Баттарай Б. Морфологическое обоснование стентирования трахеи при ее коллапсе 3-4-й степени у собак декоративных пород. Оренбургский медицинский вестник. 2025. Т. 13. № S2 (50). С. 330-331.

21. Черкасова О.В., Шумаков Н.И., Баттарай Б. Морфофункциональная организация мембранозной части трахеи у собак декоративных пород. Оренбургский медицинский вестник. 2025. Т. 13. № S2 (50). С. 331.

22. Шевченко М.О., Ковалев С.П. Анализ встречаемости аспирационной пневмонии у мелких домашних животных. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2024. № 2. С. 66-67.

23. Шевченко М.О., Ковалев С.П. Клинические случаи диагностики аспирационной пневмонии у животных. Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2020. № 2. С. 56-59.

24. Горинский В.И., Салаутин В.В., Пудовкин Н.А., Салаутина С.Е. Распространенность наследственной патологии у собак в Волгограде. Ветеринария. 2025. № 2. С. 46-50.

25. Щуров А.И. Консервативное лечение коллапса трахеи у собак / А.И. Щуров, Ю.А. Ватников, И.В. Щуров // Ветеринария. – 2024. – № 7. – С. 43-48.
26. Щуров А.И. Сравнительная оценка результатов оперативного вмешательства при коллапсе трахеи / А.И. Щуров, И.В. Щуров, Ю.А. Ватников // Международный вестник ветеринарии. – 2023. – 1. – С.300-306.
27. Щуров А.И. Экспериментальное исследование эндотрахеальных стентов с биосовместимыми наноструктурированными покрытиями / А.И. Щуров, И.В. Щуров, Ю.А. Ватников, А.М. Жариков // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2024. – №7. – С. 26-34.
28. Adamama-Moraitou K.K., Pardali D., Athanasiou L.V. et al. Conservative management of canine tracheal collapse with stanazolol: a double blinded, placebo control clinical trial. *International Journal of Immunopathology and Pharmacology* 24, 2011; 111-118
29. Aquino S.L., Shepard J.A., Ginns L.C., et al. Acquired tracheomalacia: Detection by expiratory CT scan. *J Comput Assist Tomogr.* 2001; 25: 394-399
30. 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* 40, 1999; 787-791
31. Azaouzi M., Lebaal N., Makradi A., Belouettar S. Optimization based simulation of self-expanding Nitinol stent. *Mater Des.* 2013; 50: 917-928.
32. Banzat T., Wodzinski M., Burti S., Osti V.L., et al. Automatic classification of canine thoracic radiographs using deep learning. *Sci Rep.* 2021; 11: 3964.
33. Beal M. W. (2013). Tracheal Stent Placement for the Emergency Management of Tracheal Collapse in Dogs. *Topics in Companion Animal Medicine*, 28(3), 106-111

34. Becker W. M., Beal M., Stanley B. J., et al. (2012) Survival after surgery for tracheal collapse and the effect of intrathoracic collapse on survival. *Veterinary Surgery* 41, 501-506
35. Beranek J., Jaresova H., Rytz U. Use of nitinol self-expandable stents in 26 dogs with tracheal collapse. *Schweiz Arch Tierheilkd.* 2014; 156(2): 91-98.
36. Bexfield N., Foale R., Davidson L., et al. (2006) Management of 13 cases of canine respiratory disease using inhaled corticosteroids. *Journal of Small Animal Practice* 47, 377-382
37. Bosch W.B., James A.L., Tiddens, H.A.W.M. 2021. Structure and function of small airways in asthma patients revisited. *Eur Respir Rev.* 30: 200186.
38. Brown S., Williams J., Saylor D. Endotracheal stent granulation tissue stenosis resolution after colchicine therapy in a dog. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 22, 2008, 1052-1055
39. Buback J.L., Boothe H.W., Hobson H.P. Surgical treatment of tracheal collapse in dogs: 90 cases (1983-1993). *Journal of the American Veterinary Medical Association* 208, 380 – 384, 1996
40. Cardoso D.R. Biodegradable Stents in Companion Animals: A Systematic Scoping Review // *Veterinary Medicine International.* – 2025. – T. 2025. – №. 1. – C. 6405530.
41. Carpenter D.J., Hamdi O.A., Finberg A.M., Daniero J.J. Laryngotracheal stenosis: Mechanistic review. *Head Neck* 44, 1948–1960 (2022).
42. Carr S.V., Reiner C., Rishniw M., Pritchard J.C. Specialists' approach to collapse: survey-based opinions on diagnostics, medical management, and comorbid diseases. *J Am Vet Med Assoc.* 2022; 1–7: 1-7.
43. Chen D.F., Chen Y., Zhong C.H., Chen X.B., Li S.Y. Long-term efficacy and safety of the Dumon stent for benign tracheal stenosis: a meta-analysis. *J Thorac Dis.* 2021;13(1):82–91.doi:10.21037/jtd-20-2327

44. Chisnell H. K., Pardo A. D. (2015) Long-term outcome, complications and disease progression in 23 dogs after placement of tracheal ring prostheses for treatment of extrathoracic tracheal collapse. *Veterinary Surgery* 44, 103-113
45. Chung F.T., Lin S.M., Chen H.C., et al. Factors leading to tracheobronchial self-expandable metallic stent fracture. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2008; 136: 1328-1335.
46. Clarke D., De Madron E., Presley R. Evaluation of a novel tracheal stent for the treatment of tracheal collapse in dogs [abstract taken from 2014 ACVIM forum, Nashville, TN, USA]. *J Vet Intern Med.* 2014; 28: 1354.
47. Clarke D.L. Interventional radiology management of tracheal and bronchial collapse. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* 2018; 48: 765-779.
48. Congiusta M., Weisse C., Berent A.C., Tozier E. 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. *J Am Vet Med Assoc.* 2021; 258: 279-289.
49. Coyne B.E., Fingland R.B., Debowes R.M., Kennedy G.A. Clinical and Pathologic Effects of a Modified Technique for Application of Spiral Prostheses to the Cervical Trachea of Dogs. *Veterinary Surgery*, 22, 4, 269-275, 1993
50. Cui Y., Schneider M., Hildebrandt N., et al. Long-term survival and complications in end-stage tracheal collapse dogs treated with intraluminal self-expanding Wallstents [abstract taken from 28th ECVIM-CA congress, Rotterdam, The Netherlands]. *J Vet Intern Med.* 2019; 33: 1048.
51. Da-Yeon Jung, Su-Min Park, Ga-Hyun Lim, Kyoung-Won Seo, Ye-In Oh and Hwa-Young Youn | Assessment of MMP-9 and clinical characteristics in dogs with tracheal collapse based on cough severity and fluoroscopic findings: a cross-sectional study *BMC Veterinary Research* (2024) 20: 52
52. Dabanoğlu I., Öcal M.K., Kara M.E. A quantitative study on the trachea of the dog. *Anat Histol Embryol.* (2001) 30: 57-9.

53. Dallman M.J., McClure R.C., Brown EM. Histochemical study of normal and collapsed tracheas in dogs. *Am J Vet Res.* (1988) 49: 2117–25.
54. 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* 1.aop (2024): 1-7.
55. De Madron E. Treatment of tracheal collapse with vet-stents in 36 dogs: complications and long-term results [abstract taken from 2009 ACVIM forum and Canadian veterinary medical association convention, Montréal, Québec, Canada]. *J Vet Intern Med.* 2009; 23: 753.
56. de Oliveira Lemos N.M., Santos Filho M., Mendes C.D., do Carmo J.S., Eleuterio E.O., da Veiga C.C., Paiva J.P. Influence of obesity on the clinical improvement of tracheal and bronchial collapse in dogs: A case report. *Braz J Vet Res Anim Sci.* 2020; 42(1)
57. Dengate A., Culvenor J., Graham K. et al. Bronchial stent placement in a dog with bronchomalacia and left atrial enlargement. *Journal of Small Animal Practice* 55, 2014; 225-228.
58. Dhupa S., Clarke D., De Madron E., et al. Evaluation of a novel tracheal stent for the treatment of tracheal collapse in dogs. *Proceedings of the 24th ACVS congress; 2014 oct 16-18; San Diego, USA.* *Vet Surg.* 2014; 43: 162-163.
59. Dickson R.P., Erb-Downward J.R., Prescott H.C., et al. Analysis of culture-dependent versus culture-independent techniques for identification of bacteria in clinically obtained Bronchoalveolar lavage fluid. *J Clin Microbiol.* 2014; 52: 3605-3613.
60. Done S.H., Clayton-Jones D.G., Price, E.K. Tracheal Collapse in the Dog: A Review of the Literature and Report of Two New Cases. *Journal of Small Animal Practice*, 1970, 11, 743-750.

61. Duerig T.W., Tolomeo D.E., Wholey M. An overview of superelasticstent design. *Minim Invasive Ther Allied Technol.* 2000; 9(3–4): 235-246.
62. Durant A.M., Sura P., Rohrbach B. et al. Use of nitinol stents for end-stage tracheal collapse in dogs. *Vet Surg* 2012; 41: 807-817.
63. Epstein, S.E., Mellema, M.S., Hopper, K. (2010). Airway microbial culture and susceptibility patterns in dogs and cats with respiratory disease of varying severity. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 20(6), 587-594.
64. Ettinger S.J. Diseases of the trachea and upper airways, in *Textbook of Veterinary Internal Medicine*. S.J. Ettinger and E.C. Feldman, Eds., Elsevier Saunders, St. Louis, Mo, USA, 7th edition. 2010, 1073-1078.
65. Ettinger S.J., Kantrowitz B., Brayley K. Diseases of the trachea. In: Ettinger S.J., Feldman E.C., eds. *Textbook of Veterinary Internal Medicine*. Philadelphia, PA: WB Saunders; 2000:1040-1055.
66. Evans H.E., de Lahunta A. The respiratory system In: *Miller's anatomy of the dog*. 4th ed. Louis, MO: Elsevier Saunders Inc. (2013). 338-60.
67. Fingland R.B. The Etiology and Surgical Management of Tracheal Collapse in Calves / R.B. Fingland, Rings, D. M., J. G. Vestweber // *Veterinary Surgery – 1990 – Vol. 19(5). – 371-379.*
68. Fingland R.B., DeHoff W.D., Birchard S.J. Surgical management of cervical and thoracic tracheal collapse in dogs using extraluminal spiral prostheses: Results in seven cases. *J Am Anim Hosp Assoc* 1987; 23: 173-181
69. Fingland R.B., DeHoff W.D., Birchard S.J. Surgical management of cervical and thoracic tracheal collapse in dogs using extraluminal spiral prostheses. *J Am Anim Hosp Assoc* 1987; 23: 163-172.
70. Fingland R.B., Weisbrode S.E., DeHoff W.D.: Clinical and pathologic effects of spiral and total ring prostheses applied to the cervical and thoracic portions of the trachea of dogs. *Am J Vet Res* 50(12): 2168–2175, 1989.

71. Fossum T.W. Small animal surgery 4rd edition / T.W. Fossum. – Mosby, 2013. – 1640 p.
72. Fraser R.S. Histology and Gross Anatomy of the Respiratory Tract. In: Hamid, Q.; Shannon, J. and Martin, J. (Eds.). Physiologic Basis of Respiratory Disease. Hamilton (ON), B.C. Decker Inc., 2005; pp.1-14.
73. Gaudio E. Clinical outcomes and complications of tracheal resection and anastomosis in dogs and cats: 20 cases (2009–2022) //Journal of Small Animal Practice. – 2025.
74. Gellasch K.L., Dá Costa Gómez T., McAnulty J.F., Bjorling D.E. Use of intraluminal nitinol stents in the treatment of tracheal collapse in a dog. J Am Vet Med Assoc. 2002;221: 1719-1723.
75. Gobbetti M., Romussi S., Buracco P., Bronzo V., Gatti S., Cantatore M. (2018). Long-term outcome of permanent tracheostomy in 15 dogs with severe laryngeal collapse secondary to brachycephalic airway obstructive syndrome. Veterinary Surgery, 47(5), 648–653.
76. Hall E.L., Baines E.A., Baines S.J. Atypical lateral tracheal collapse in a Yorkshire terrier. Journal of Small Animal Practice, 2018.
77. Hayl J.E. Tracheobronchial collapse during cough. Radiology. 1965; 85: 87–92.
78. Heng H.G., Lim C.K., Gutierrez-Crespo B., Guptill L.F. Radiographic and computed tomographic appearance of tracheal collapse with axial rotation in four dogs: tracheal collapse with axial rotation in dogs. J Small Anim Pract. 2018; 59: 53-58.
79. Herrtage M.E., White R.A.S. Management of tracheal collapse, In: Bonagura JD, ed. Kirk's Current Veterinary Therapy XIII: Small Animal Practice. Philadelphia, PA: WB Saunders Company; 2000: 796-801.
80. Heyer C.M., Nuesslein T.G., Jung D., Peters S.A., Lemburg S.P., Rieger C.H.L., et al. Tracheobronchial anomalies and stenoses: detection with low-

dose multidetector CT with virtual tracheobronchoscopy—comparison with flexible tracheobronchoscopy *Radiology*. (2007) 242: 542–9.

81. Hobson H.P. Total ring prosthesis for the surgical correction of collapsed trachea. *J Am Anim Hosp Assoc* 1976; 12: 822-828
82. Huang Z., Wei P., Gan L., Zeng T., Qin C., Liu G. Role of Erythromycin-Regulated Histone Deacetylase-2 in Benign Tracheal Stenosis. *Can Respir J*. 2020; 2020: 4213807
83. Hun-Young Yoon, Jin-Young Choi, Fatigue analysis of canine tracheal stents using the finite element method, *Veterinary and Animal Science*, Volume 23, 2024,
84. Jeung S.Y., Sohn S.J., An J.H., Chae H.K., Li Q., Choi M., et al. A retrospective study of theophylline-based therapy with tracheal collapse in small-breed dogs: 47 cases (2013–2017). *J Vet Sci*. 2019; 20: e57.
85. Jin-Young C., Mu-Young K., Hun-Young Y. Double-wire woven nitinol stent for treating dogs with refractory tracheal collapse: A case series *Veterinari Medicina*, 69, 2024 (1): 30-34
86. Johnson L. Tracheal collapse: diagnosis and medical and surgical treatment. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*. (2000) 30: 1253-66.
87. Johnson L.R., Fales W.H. (2001) Clinical and microbiologic findings in dogs with bronchoscopically diagnosed tracheal collapse: 37 cases (1990-1995). *Journal of the American Veterinary Medical Association* 219, 1247-1250
88. Johnson L.R., McKiernan B.C. Diagnosis and medical management of tracheal collapse. *Semin. Vet. Med. Surg. Small Anim*. 1995; 10(2): 101-108
89. Johnson L.R., Singh M.K., Pollard R.E. Agreement among radiographs, fluoroscopy and bronchoscopy in documentation of airway collapse in dogs. *J Vet Intern Med*. (2015) 29: 1619–26.
90. Jung D-Y, Park S-M, Lim G-H, Seo K-W, Oh Y-I, Youn H-Y. Assessment of MMP-9 and clinical characteristics in dogs with tracheal collapse

based on cough severity and fluoroscopic findings: a cross-sectional study. *BMC Vet Res.* (2024) 20: 52. doi: 10.1186/s12917-023-03872-1

91. K.G. Beltrán, J.P.E. Pascon, M.L.A. Mistieri Arq. / Radiographic evaluation of tracheal collapse in dogs by compressive technique [Avaliação radiográfica do colapso de traqueia em cães pela técnica compressiva] // *Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.72, n.3, p.799-806, 2020

92. Kelly D., Juvet F., Lamb V., Holdsworth A. Bronchial collapse and bronchial stenting in 9 dogs. *J Vet Intern Med.* (2023) 37: 2460–7. doi: 10.1111/jvim.16859

93. Khiao-In M., Kananub S., Sritrakul T., Thamsatit P., Theerawatanasirikul S., Srisowanna N. Predicting dog tracheal diameter and length: A tool for improved intubation. *J Adv Vet Anim Res.* 2024 Jun 8; 11(2): 323-329.

94. Kim J.H. Rapid establishment of tracheal stenosis in pigs using endotracheal tube cuff overpressure and electrocautery. *Curr. Med. Sci.* 41, 329-335 (2021)

95. Kim J.H., Choi J.Y., Yoon H.Y. A rabbit model of tracheal collapse for optimal self-expanding metal stents. *J Vet Med Sci.* 2023 Mar 28; 85(3): 386-92.

96. 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 Cir Bras.* 2022b Aug 12; 37(5)

97. Kim J.H., Choi J.Y., Yoon H.Y. Evaluation of mechanical properties of self-expanding metal stents for optimization of tracheal collapse in dogs. *Can J Vet Res.* 2022a Jul; 86(3):188-93.

98. Kim M.R., Kim S.H., Ryu M.O., Youn H.Y., Choi J.H. and Seo K.W. A retrospective study of tracheal collapse in small-breed dogs: 110 cases (2022–2024). *Front. Vet. Sci.* 11:1448249. DOI:10.3389/fvets.2024.1448249

99. Kirby B.M., Bjorling D.E., Rankin J.H., Phernetton T.M. The effects of surgical isolation and application of polypropylene spiral prostheses on tracheal blood flow. *Vet Surg.* 1991; 20: 49-54.

100. Kramer G.A. Bronchial collapse and stenting. In: *Veterinary Image-Guided Interventions*. Eds C. Weisse and A. Berent. Wiley Blackwell, Ames, IA, USA; 2015, pp. 83-90
101. Lee J., Yun S., Lee I., Choi M., Yoon J. Fluoroscopic characteristics of tracheal collapse and cervical lung herniation in dogs: 222 cases (2012–2015). *J Vet Sci*. (2017) 18: 499-505.
102. Leonard C.D., Johnson L.R., Bonadio C.M., Pollard R.E. Changes in tracheal dimensions during inspiration and expiration in healthy dogs as detected via computed tomography. *Am J Vet Res*. (2009) 70: 986-91.
103. Leonard H.C. Surgical correction of collapsed trachea in dogs. *J Am Vet Med Assoc* 1971; 158: 598-600
104. Lesnikowski S., Weisse C., Berent A., le Roux A., Tozier E. Bacterial infection before and after stent placement in dogs with tracheal collapse syndrome. *J Vet Intern Med*. 2020; 34: 725-733.
105. Lin H., Ainiwaer M., Jiang Z. et al. Comparative evaluation of mechanical injury methods for establishing stable tracheal stenosis animal models. *Sci Rep* 14, 2383 (2024).
106. Lorenzi D. Bronchial abnormalities found in a consecutive series of 40 brachycephalic dogs / Davide De Lorenzi, Diana Bertoncetto, Michele Drigo // *Journal of the American Veterinary Medical Association*. – 2009. – Vol. 235. – P. 835-840.
107. MacPhail C.M. Tracheal surgery. *Small Animal Soft Tissue Surgery*. Ames, IA: Wiley Blackwell; 2013: 200-209.
108. Macready D.M., Johnson L.R., Pollard R.E. Fluoroscopic and radiographic evaluation of tracheal collapse in dogs: 62 cases (2001–2006) *J Am Vet Med Assoc*. 2007;230: 1870–1876
109. Maggiore A.D. (2014) Tracheal and Airway Collapse in Dogs. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 44, 117-127.

110. Maggiore A.D. An update on tracheal and airway collapse in dogs. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* (2020) 50: 419–30.
111. Maneenooch Khiao-in, Suppada Kananub, Tepyuda Sritrakul, Pattarawadee Thamsatit, Sirin Theerawatanasirikul, Naparee Srisowanna Predicting dog tracheal diameter and length: A tool for improved intubation *J Adv Vet Anim Res.* 2024 Jun; 11(2): 323–329.
112. Marchese R., Poidomani G., Paglino G., Crimi C., Lo Nigro C., Argano V. Fully covered self-expandable metal stent in tracheobronchial disorders: clinical experience. *Respiration*, 2015; 89: 49-56.
113. Mason R.A., Johnson L.R. Tracheal collapse. In: King LG, ed. *Textbook of Respiratory Diseases in Dogs and Cats.* St Louis, MO: Saunders; 2004: 346–355.
114. McGuire L., Winters C., Beal M.W. Emergency tracheal stent placement for the relief of lifethreatening airway obstruction in dogs with tracheal collapse (abs). In: *Proceedings of the International Veterinary Emergency and Critical Care Symposium; 2013: San Diego, USA.*
115. Mektrirat R., Rueangsri T., Keeratichandacha W., Soonsawat S., Boonyapakorn C., Pongkan W. Polyunsaturated fatty acid EAB-277((R)) supplementation improved Heart Rate Variability and Clinical signs in Tracheal Collapse Dogs. *Front Vet Sci.* 2022; 9: 880952.
116. Mims H.L., Hancock R.B., Leib M.S., Waldron D.R. Primary tracheal collapse in a cat. *J Am Anim Hosp Assoc.* (2008) 44: 149–53.
117. Mittleman E., Weisse C., Mehler S., et al. (2004) Fracture of an endoluminal nitinol stent used in the treatment of tracheal collapse in a dog . *Journal of the America*
118. Montgomery J.E., Mathews K.G., Marcellinto D.J. Comparison of radiography and computed tomography for determining tracheal diameter and length in dogs. *Vet. Surg.*, v.44, p.114-118, 2015.

119. Moritz A., Schneider M., and Bauer N. Management of advanced tracheal collapse in dogs using intraluminal self-expanding biliary wallstents. *J. Vet. Int. Med.* 2004; 18: 31-42.
120. Moser J.E., Geels J.J. Migration of extraluminal tracheal ring prostheses after tracheoplasty for treatment of tracheal collapse in a dog. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 243(1), 2013, 102-104.
121. 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 Vet Res.* 2022; 18: 61.
122. Nashef S.A.M., Dromer C., Velly J.F., Labrousse L., Couraud L. Expanding wire stents in benign tracheobronchial disease: indications and complications. *Ann Thorac Surg.* 1992; 54: 937-940.
123. Nelson W.A. (2003) Diseases of the trachea and bronchi. In: *Textbook of Small Animal Surgery*. Ed D. H. Slatter. Saunders, Philadelphia, PA, USA. Pp. 858-862
124. Nelson, A.W. (2007) Afecções da traqueia e dos brônquios. In: Slatter, D., Ed., *Manual de cirurgia de pequenos animais*, 3th Edition, Editora Manole, São Paulo, 858-863
125. Noppen M., Piérard D., Meysman M., et al. Bacterial colonization of central airways after stenting. *Am J Respir Crit Care Med.* 1999; 160: 672-677.
126. Norris J.L., Boulay J.P., Beck K.A., et al. Intraluminal self-expanding stent placement for the treatment of tracheal collapse in dogs (abstr), in *Proceedings, 10th Annual Meeting of the American College of Veterinary Surgeons* 2000.
127. O'Brien J.A., Buchanan J.W., Kelly D.F. Tracheal collapse in the dog. *J Am Vet Radiol Soc* 1966; 7: 12-19
128. Occhipinti L.L., Hauptman J.G. Long-term outcome of permanent tracheostomies in dogs: 21 cases (2000-2012). *Can Vet J.* 2014; 55: 357-360.

129. Ouellet M., Dunn M.E., Lussier B., Chailleux N., Hélie P. Noninvasive correction of a fractured endoluminal nitinol tracheal stent in a dog. *J Am Anim Hosp Assoc.* 2006; 42(6): 467-471.
130. Pardali D., Adamama-Moraitou K.K., Rallis T.S., Raptopoulos D., Gioulekas D. (2010). Tidal Breathing Flow-Volume Loop Analysis for the Diagnosis and Staging of Tracheal Collapse in Dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 24(4), 832-842.
131. Payne J.D., Mehler S.J, Weisse C. Tracheal Collapse; *Compendium* 2006; 373-382
132. Pelton A.R., Schroeder V., Mitchell M.R., Gong X.Y., Barney M., Robertson S.W. Fatigue and durability of Nitinol stents. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2008; 1(2): 153-164.
133. Pestehei S.K., Ghiasi M. Reconstruction of Trachea Defect by Composite of PLGA/FG Materials with Differentiated Human Adipose-Derived Stem Cells in a Dog Model. *Arch Neurosci.* 2024; 11(2): e143723. <https://doi.org/10.5812/ans-143723>.
134. Piao Z., Kim Y.U., Kang J.S., Lee D.B., Heo S.Y., Kim N.S. Application of two different tracheal stents in small toy dogs with tracheal collapse. *J Vet Clin.* 2019; 36: 248-252.
135. Pothana Varshini, P. Sankar, Boda Saikumar, S. Kathirvel, S. Dharmaceelan, A. Kumaresan Successful Surgical Management of Tracheal Rupture Due To Dog Bite In A Non-Descript Dog Department of Veterinary Surgery and Radiology, Veterinary College and Research Institute, Namakkal-637 002 TANUVAS, Tamil Nadu-637 002, India *Haryana Vet.* (September, 2023) 62(SI-2), 155-156.
136. Pozzan M.; Paludo G.; Dadin M.; Prati L.A. Diagnóstico radiográfico de colapso de traqueia em canino com tosse crônica. In: Congresso regional de medicina veterinária, 2., 2014, Joaçaba. Anais..., Joaçaba: Unoesc, 2014. v.1, n.1, p.26.

137. Preston A.R., Sullivan L.A. Dislodgement of a right atrial thrombus and subsequent pulmonary thromboembolism following tracheal stent deployment in a dog. *J Vet Emerg Crit Care*, 2016; 26: 809-814.
138. Radlinsky M.G., Fossum T.W., Walker M.A., et al. Evaluation of the Palmaz stent in the trachea and mainstem bronchi of normal dogs. *Vet Surg*. 1997; 26: 99-107.
139. Rajathi S. 2024. Histological studies on the trachea and lungs in dogs. *J. Vet. Anim. Sci.* 55(2)
140. Raske M., Weisse C., Berent A.C., McDougall R., Lamb K. Immediate, short-, and long-term changes in tracheal stent diameter, length, and positioning after placement in dogs with tracheal collapse syndrome. *J Vet Intern Med*. 2018; 32(2): 782-791.
141. Reddy M.S.B., Ponnamma D., Choudhary R., Sadasivuni K.K. A Comparative Review of Natural and Synthetic Biopolymer Composite Scaffolds. *Polymers (Basel)*. 2021; 13(7).
142. Reiner C.R., Masseur I. Lower airway collapse: revisiting the definition and clinicopathologic features of canine bronchomalacia. *Vet J.* (2021) 273: 105682.
143. Robin E., Le Boedec K., Hernandez J. Tracheal stent in dogs: outcome prediction and owner satisfaction assessment [abstract taken from 27th ECVIM-CA congress, Saint Julian's, Malta]. *J Vet Intern Med*. 2018; 32: 560-561.
144. Robin T., Robin E., Le Boedec K. A systematic review and meta-analysis of prevalence of complications after tracheal stenting in dogs. *J Vet Intern Med*. 2024; 38(4): 2034-2044.
145. Rosenheck S., Davis G., Sammarco C.D., Bastian R. Effect of variations in stent placement on outcome of Endoluminal stenting for canine tracheal collapse. *J Am Anim Hosp Assoc*. 2017; 53: 150-158.
146. Rozanski E.A., Bach J. F., Shaw S. P. Advances in respiratory therapy. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 37, 2007; 963-974.

147. Scansen, B., Weisse, C. Tracheal collapse. In: Kirk's Current Veterinary Therapy XV. Eds J. D. Bonagura and D. C. Twedt. Saunders Elsevier, St Louis, MO, USA. pp 663 – 668 (2014).
148. Scherf G., Masseur I., Bua A., Beauchamp G., Dunn M.E. Fluoroscopic and radiographic assessment of variations in tracheal height during inspiration and expiration in healthy adult small-breed dogs *Can J Vet Res.* 2020 Jan; 84(1): 24–32.
149. Schiller A.G., Helper L.C., Small E. Treatment of tracheal collapse in the dog. *J Am Vet Med Assoc* 1964; 145: 669-671.
150. Sobel D.S. (2013). Endoscopy of the Upper Respiratory Tract: Rhinosinoscopy, Pharyngoscopy and Tracheoscopy. *Clinical Manual of Small Animal Endosurgery*, 231–253. *Veterinary Medical Association* 225, 1217 – 1221.
151. Song Y., Kim Y., Kim J., Kim K.N., Oh S., Kim H.J. Management of pulmonary hypertension due to brachycephalic obstructive airway syndrome in a dog. *J Vet Clin.* 2022 Oct 31; 39(5): 240-5.
152. Stordalen M.B., Bray S., Stringer, F., Stonebrook C., Guilherme S., Bray J.P. Awake 160-Slice Computed Tomography for Upper Airway Evaluation in 17 Dogs. *Vet. Sci.* **2024**, *11*, 342.
153. Suematsu M., Suematsu H., Minamoto T., Machida N., Hirao D., Fujiki, M. Long-term outcomes of 54 dogs with tracheal collapse treated with a continuous extraluminal tracheal prosthesis. *Veterinary Surgery*, 2019.
154. Suksangvoravong H., Choisunirachon N., Tongloy T., et al. Automatic classification and grading of canine tracheal collapse on thoracic radiographs by using deep learning. *Vet Radiol Ultrasound.* 2024; 1-10.
155. Sun F., Usón J., Ezquerro J., et al. Endotracheal stenting therapy in dogs with tracheal collapse. *The Veterinary Journal* 175, 2008, 186-193.

156. Sura P.A., Krahwinkel D.J. Self-expanding nitinol stents for the treatment of tracheal collapse in dogs: 12 cases (2001-2004). *J Am Vet Med Assoc.* 2008 Jan 15; 232(2): 228-36.
157. Tangner C.H., Hobson, H. (1982) A retrospective study of 20 surgically managed cases of collapsed trachea. *Veterinary Surgery* 11, 146-149.
158. Tappin S.W. Canine tracheal collapse. *J. Small Anim. Pract.* 2016; 57(1):9-17.
159. Tinga S., Thieman Mankin K.M., Peycke L.E., Cohen N.D. Comparison of Outcome After Use of Extra-Luminal Rings and Intra-Luminal Stents for Treatment of Tracheal Collapse in Dogs. *Veterinary Surgery*, 44(7), 2015, 858–865.
160. Toone, Erin; Grobman, Megan; Lascola, Kara; Yanke, Amy; Lee-Fowler, Tekla Assessment of the circulating inflammatory mediator interleukin-8 in dogs with tracheal collapse *The Canadian Veterinary Journal*, Volume 65, Number 10, October 2024, pp. 1055-1060(6).
161. Torezani L.C., Pereira Jr. J.G., Kaiser B.B., Teixeira M.B., Santiago M.P.K., Cota J.M. and Pereira C.M. Tracheal Collapse in Dogs. *Open Access Library Journal*, 8, 2021: e7257.
162. Uehara T., Orito K., Fujii Y. CT-based anatomical features of large airway and heart volume in dogs of different body size; *Vet J.*, 2019; 246:21–6.
163. Uemura A., Ozai Y., Hamabe L., Yoshida T., Tanaka R. Surgical outcomes in dogs with tracheal collapse treated with a novel cross-and-hook braided endoluminal stent. *J Vet Sci.* 2022; 23:46.
164. Violette N.P., Weisse C., Berent A.C., Lamb K.E. Correlations among tracheal dimensions, tracheal stent dimensions, and major complications after endoluminal stenting of tracheal collapse syndrome in dogs. *J Vet Intern Med.* (2019) 33: 2209-16.

165. Weisse C., Berent A. et al. Intraluminal tracheal stenting. *Veterinary Image-Guided Interventions*. Singapore: Wiley Blackwell; 2015: 73-82.
166. Weisse C., Berent A., Violette N., McDougall R., Lamb K. Short-, intermediate, and longterm results for endoluminal stent placement in dogs with tracheal collapse. *J Am Vet Med Assoc*. 2019 Feb 1; 254(3): 380-392.
167. Weisse C., Berent A.C. Tracheal stenting in collapsed trachea. In: *Textbook of Veterinary Internal Medicine*. Eds S. J. Ettinger and E. C. Feldman. Saunders Elsevier +, St Louis, MO, USA. pp 1088 – 1095/ 2010.
168. 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* 35, 191-196, 1994.
169. White R.N. Unilateral arytenoid lateralisation and extraluminal polypropylene ring prostheses for correction of tracheal collapse in the dog. *J Small Anim Pract*. 1995; 36: 151-158.
170. Woo H.M., Kim M.J., Lee S.G., et al. Intraluminal tracheal stent fracture in a Yorkshire terrier. *The Canadian Veterinary Journal* 48, 1063-1066; 2007
171. Xu T., Mandour A.S., Shimada K., Hamabe L., Tanaka R. A Comprehensive Overview of Respiratory Compliance in Dogs Under General Anesthesia: Clinical Factors and Future Perspectives. *Animals* 2025, 15, 746.
172. Yoon H., Yu J., An G., Bang S., Kwon D., Kim H., et al. CT and radiographic evaluation of bronchial collapsibility at forced expiration in asymptomatic brachycephalic dogs. *Vet Radiol Ultrasound*. (2020) 61: 167-80. doi: 10.1111/vru.12829.