

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КУБАНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

Штрауб Владимир Владимирович

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ХИРУРГИЧЕСКИХ СПОСОБОВ
ВЫПОЛНЕНИЯ ДИЛАТАЦИОННОЙ ТРАХЕОСТОМИИ**

3.1.9. Хирургия

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук, профессор,
академик РАН
Порханов Владимир Алексеевич

Краснодар – 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ТРАХЕОСТОМИИ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕСПИРАТОРНОЙ ПОДДЕРЖКИ В УСЛОВИЯХ COVID-19 (обзор литературы)	14
1.1 Общие понятия о трахеостомии и ее видах.....	14
1.2 Вопросы влияния временного фактора наложения трахеостом.....	18
1.3 Осложнения трахеостомии.....	21
1.4 Особенности выполнения трахеостомии при COVID-19	25
1.5 Преимущества и недостатки при сравнении чрескожной дилатационной трахеостомии и традиционной трахеостомии	36
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	44
2.1 Общая характеристика исследуемого материала.....	44
2.2 Общеклинические методы обследования и диагностики	47
2.3 Используемое оборудование.....	48
2.4 Методы статистического анализа результатов исследования.....	48
ГЛАВА 3. МЕТОДЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ДИЛАТАЦИОННЫХ ТРАХЕОСТОМИЙ	50
3.1 Выполнение дилатационной трахеостомии классическим способом	50
3.2 Новый метод выполнения дилатационной трахеостомии	52
3.3 Биомеханическое обоснование авторской методики дилатационной трахеостомии	55
ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ДИЛАТАЦИОННЫХ ТРАХЕОСТОМИЙ	65

4.1 Основные результаты лечения реанимационных больных с делатационными трахеостомиями.....	65
4.2 Осложнения.....	75
4.3 Клинические наблюдения в группах исследования	80
4.4 Обсуждение результатов	88
4.5 Ограничения исследования и перспективы дальнейших исследований	89
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	91
Выводы.....	101
Практические рекомендации	103
Перспективы дальнейшей разработки темы	105
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	106
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	108
СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА	144
ПРИЛОЖЕНИЯ	147
Приложение А. Патент на изобретение	147
Приложение Б. Акт об использовании предложения.....	148
Приложение В. Список работ, опубликованных по теме диссертации	149

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Трахеостомия является одной из наиболее часто выполняемых хирургических манипуляций в отделениях реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) у пациентов, требующих длительной искусственной вентиляции легких (ИВЛ) [1, 21]. Процедура обеспечивает проходимость дыхательных путей, облегчает санацию трахеобронхиального дерева, снижает потребность в глубокой седации и способствует более комфортному отлучению от респиратора, что в конечном итоге может сократить продолжительность пребывания в ОРИТ и снизить риск вентилятор-ассоциированной пневмонии [13, 15, 24, 25, 28, 45].

Возможности раннего наложения трахеостомии велики. Она способствует постепенному уменьшению искусственной вентиляционной поддержки общего времени пребывания в палате ОРИТ, создает возможность реабилитации функции глотания, понижает риск осложнений от реинтубации [9, 14, 30, 36, 45]. Однако не стоит забывать об особенностях течения основного заболевания у пациента, опыта клиники и конкретного врача, так что точные сроки и методы выполнения трахеостомии должны быть строго индивидуальными [13, 15, 24, 25, 28, 35].

Высокий риск развития жизнеугрожающих состояний, связанных с нарушением газообмена, диктует необходимость превентивной интубации трахеи и респираторной поддержки, в особенности это касается пациентов, получающих большие дозы антикоагулянтной терапии на фоне лечения вирусной пневмонии COVID-19 (COronaVIrus Disease 2019). Поддержание и восстановление проходимости дыхательных путей у таких больных считается одним из приоритетных задач современных алгоритмов интенсивной терапии. Защита гортани и верхних дыхательных путей от рубцового стеноза, в том числе ятрогенного характера – важная причина наложения трахеостомы и обеспечения проходимости дыхательных путей [25, 35].

Пандемия COVID-19, вызванная вирусом SARS-CoV-2 (Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus 2), привела к беспрецедентному

увеличению числа пациентов с тяжелым острым респираторным дистресс-синдромом (ОРДС), нуждающихся в пролонгированной респираторной поддержке [30, 45]. Особенностью течения критических форм COVID-19 стала высокая частота коагулопатий, что диктовало необходимость назначения лечебных доз антикоагулянтов. Это, в свою очередь, существенно повышало риск интра- и послеоперационных кровотечений при любых инвазивных вмешательствах, включая трахеостомию [2, 5, 7, 11]. Совокупность этих факторов потребовала серьезных организационных и технических изменений в алгоритмах оказания помощи в условиях быстро меняющейся эпидемиологической обстановки, став испытанием для систем здравоохранения по всему миру.

Необходимость в пролонгированной искусственной вентиляции легких определяла потребность в трахеостомии для многих пациентов с целью улучшения респираторной поддержки и ведения [7, 11, 41].

Медицинское сообщество неоднократно обсуждало вопрос выбора оптимального оперативного способа трахеостомии [8, 10]. В современной клинической практике преимущественно применяются два принципиально различных метода трахеостомии: открытая хирургическая и чрескожная дилатационная (ЧДТ). Мета-анализы и клинические рекомендации последних лет свидетельствуют о сопоставимой эффективности этих методов, однако профили их безопасности различаются. Открытая трахеостомия сопряжена с риском интраоперационного кровотечения, повреждения окружающих структур и более выраженным косметическим дефектом. Классическая ЧДТ, будучи малоинвазивной, несет риски, связанные со «слепым» характером пункции и дилатации: ранение задней стенки трахеи и пищевода, повреждение крупных сосудов шеи, пневмоторакс, а также формирование поздних осложнений, таких как стенозы трахеи и трахеопищеводные свищи [11, 27].

Споры о преимуществах и недостатках различных методик трахеостомии продолжаются и по сей день. Кроме того, различные подгруппы больных могут выиграть от проведения трахеостомии в разные периоды в ходе лечения, ведь подходы к ведению пациентов с нарушением функции одного органа или системы

(например, черепно-мозговая травма или повреждения дыхательной системы) отличаются от тактики лечения больных с политравмой [8, 10].

Предпочитаемым методом трахеостомии должен быть сбалансированным, принимающим во внимание преимущества сроков выполнения, длительность перехода на самостоятельное дыхание, состояние трахеобронхиального дерева, также немаловажным является улучшение функциональных и косметических результатов лечения [8, 10], что позволяет улучшить эстетический результат, повысить качество жизни и социальную реабилитацию реанимационных пациентов.

Таким образом, сохраняется острая потребность в совершенствовании техники трахеостомии, направленном на минимизацию как интраоперационных рисков (особенно у пациентов с коагулопатиями), так и отдаленных осложнений. Разработка и внедрение модифицированных, более безопасных методик ЧДТ, адаптированных к современным вызовам, в частности к ведению пациентов с COVID-19, является высокоактуальной задачей практической медицины.

Степень разработанности темы

Вопросы, связанные с выбором метода, оптимальными сроками выполнения и профилактикой осложнений трахеостомии, широко освещены в отечественной и зарубежной литературе. Проведены многочисленные рандомизированные контролируемые исследования и мета-анализы, сравнивающие открытую и чрескожную дилатационную трахеостомию. Доказаны преимущества ЧДТ в отношении скорости выполнения, косметического результата и частоты некоторых инфекционных осложнений.

В период пандемии COVID-19 были опубликованы адаптированные клинические рекомендации, регламентирующие выполнение трахеостомии с максимальными мерами безопасности для медицинского персонала. Однако, несмотря на обширную доказательную базу, в научной литературе сохраняется дефицит исследований, посвященных целенаправленному усовершенствованию техники ЧДТ с целью комплексного устранения ее ключевых слабых мест. В

частности, недостаточно изучены способы профилактики интраоперационного повреждения задней стенки трахеи и пищевода, а также методы обеспечения надежного гемостаза у пациентов с выраженными нарушениями свертывания крови. Практически отсутствуют работы, предлагающие технические решения, сочетающие миниинвазивность с контролируемостью каждого этапа процедуры [24].

Цель исследования – повысить безопасность и эффективность дилатационной трахеостомии у критических больных, в том числе с COVID-19-ассоциированной коагулопатией, путем разработки, внедрения и клинической оценки новой модифицированной методики ее выполнения.

Задачи исследования:

1. Разработать модифицированную методику дилатационной трахеостомии, направленную на снижение травматичности доступа, улучшение гемостаза и профилактику осложнений, и дать ее техническое и биомеханическое обоснование.

2. Провести сравнительный анализ непосредственных результатов лечения (частота интра- и послеоперационных кровотечений, количество перевязок, сроки эпителизации) при использовании открытой, классической дилатационной и разработанной модифицированной методик трахеостомии.

3. Оценить эффективность и безопасность разработанной методики в профилактике ранних негеморрагических (повреждение задней стенки трахеи, поломка оборудования) и поздних осложнений (стенозы, свищи, грануляции) по сравнению с традиционными способами.

4. Изучить влияние модифицированной методики на результаты лечения у пациентов с высоким риском геморрагических осложнений, в частности, с COVID-19-ассоциированной коагулопатией на фоне антикоагулянтной терапии.

5. Разработать практические рекомендации по применению модифицированной методики дилатационной трахеостомии в отделениях реанимации и интенсивной терапии.

Научная новизна:

1. Впервые разработана и запатентована комплексная модификация техники чрескожной дилатационной трахеостомии (патент на изобретение № 2818748 от 03.05.2024 г.) (приложение А), которая базируется на синергичном сочетании трех оригинальных элементов: интраоперационной навигации методом чрескожной транслюминации, минимального кожного доступа (насечка 2 мм) и наложения непрерывного обвивного чрескожного шва. Новизна подхода заключается в целенаправленном устранении «слепых зон» и потенциальных источников осложнений, присущих классической методике.

2. Впервые на репрезентативном клиническом материале (n=941) доказано, что предложенная модификация обеспечивает не просто количественное снижение, а качественное изменение профиля безопасности вмешательства. Установлено, что использование разработанной методики позволяет существенно снизить вероятность возникновения таких грозных осложнений, как ранение пищевода, трахеопищеводные свищи, повреждение магистральных сосудов шеи и медиастинит.

3. Впервые определена и экспериментально-теоретически обоснована многофункциональная роль непрерывного обвивного чрескожного шва. Доказано, что он выполняет две ключевые функции: гемостатическую (за счет циркулярной компрессии тканей) и фиксирующую (предотвращение ранней миграции и поздних вывихов трубки).

4. Впервые доказана особая клиническая эффективность разработанной методики в группе пациентов с предельно высоким риском кровотечений – больных с COVID-19, получавших лечебные дозы антикоагулянтов. Показано, что локальный механический гемостаз, создаваемый предложенным способом,

позволяет достичь надежного контроля кровоточивости даже на фоне выраженной системной коагулопатии и массивной антикоагулянтной терапии.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследования

Теоретическая значимость работы заключается в развитии научных представлений о биомеханике малоинвазивного хирургического доступа. Систематизированы патогенетические механизмы развития интра- и послеоперационных осложнений трахеостомии, а также впервые дано теоретическое обоснование роли сохранения коллагенового каркаса дермы и ликвидации «мертвого пространства» как ключевых факторов обеспечения надежного локального гемостаза и профилактики инфекции. Полученные данные вносят вклад в методологию безопасных хирургических вмешательств у критических больных.

Практическая значимость исследования заключается в разработке и успешном внедрении в клиническую практику модифицированной методики дилатационной трахеостомии (патент на изобретение № 2818748 от 03.05.2024 г.). Использование разработанной методики позволяет:

1. Расширить показания к выполнению малоинвазивной трахеостомии у пациентов высокого риска (с коагулопатиями, ожирением, анатомически сложной шеей), которые ранее считались «неудобными» для чрескожных методов.

2. Существенно снизить частоту ранних (кровотечения, повреждения структур) и поздних (стенозы, свищи) осложнений, что ведет к уменьшению сроков ИВЛ и пребывания в ОРИТ.

3. Улучшить качество жизни пациентов после деканюляции за счет ускорения эпителизации раны и достижения лучшего косметического результата.

Сформулированы и предложены к внедрению практические рекомендации, включающие четкий алгоритм действий и критерии безопасности, что позволяет тиражировать методику в других лечебных учреждениях и использовать ее в системе непрерывного медицинского образования.

Методология и методы исследования

Работа выполнена в дизайне проспективного сравнительного когортного исследования с ретроспективным контролем. Методологической основой послужили принципы доказательной медицины и современные подходы к оценке эффективности и безопасности хирургических вмешательств.

Дизайн: В основную группу (проспективно) вошли пациенты, которым выполнялась авторская модификация дилатационной трахеостомии (ДТС) (n=197). Группу проспективного сравнения составили пациенты после классической ДТС (n=305). Группой ретроспективного контроля (историческая когорта) стали пациенты после открытой трахеостомии (n=439).

Объект исследования: пациенты отделений реанимации и интенсивной терапии, нуждающиеся в пролонгированной ИВЛ.

Для решения поставленных задач использован комплексный подход, включающий: клинические методы исследования (оценка демографических показателей, тяжести состояния, длительности ИВЛ, количества перевязок, сроков деканюляции и эпителизации); инструментальные методы (мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) для оценки легочной ткани и проходимости дыхательных путей до проведения инвазивной диагностики, фибробронхоскопия для контроля проведения операции и диагностики осложнений); лабораторные методы (развернутая коагулограмма (активированное частичное тромбопластиновое время (АЧТВ), международное нормализованное отношение (МНО), фибриноген, D-димер, тромбоциты) для объективизации исходного фона и риска кровотечений, особенно в группах с COVID-19).

Статистические методы: обработка данных проводилась с использованием пакетов прикладных программ (Microsoft Excel 2010, SPSS 26.0, MedCalc). Применялись методы непараметрической статистики (U-критерий Манна-Уитни, H-критерий Краскела-Уоллиса, χ^2 с поправкой Йетса, точный критерий Фишера). Различия считались значимыми при $p < 0,05$.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Разработанная модифицированная методика дилатационной трахеостомии, включающая транслюминационную навигацию, минимальный разрез 2 мм и наложение непрерывного обвивного чрескожного шва, является клинически эффективным и безопасным хирургическим способом, обеспечивающим надежный локальный гемостаз и надежную фиксацию трахеостомической трубки.

2. Применение модифицированной методики позволяет статистически значимо снизить общую частоту осложнений по сравнению с классической дилатационной и открытой трахеостомией, в том числе полностью исключить риск ранения пищевода и магистральных сосудов, а также в 10 раз уменьшить вероятность развития поздних стенозов трахеи и трахеопищеводных свищей.

3. Предложенная методика демонстрирует особую эффективность у пациентов с высоким риском геморрагических осложнений (COVID-19-ассоциированная коагулопатия на фоне лечебных доз антикоагулянтов), обеспечивая локальный механический гемостаз независимо от системных нарушений свертывающей системы крови.

4. Техническая простота, воспроизводимость и доказанная безопасность разработанной методики позволяют рекомендовать ее к широкому клиническому применению в отделениях реанимации и интенсивной терапии в качестве предпочтительного способа формирования трахеостомы у пациентов, нуждающихся в продленной ИВЛ.

Степень достоверности апробация результатов

Достоверность результатов диссертационной работы подтверждаются достаточным количеством клинических наблюдений (всего n=941), а также на основании комплексного обследования пациентов с использованием современных лабораторных и инструментальных методов. Фактический материал достаточен, хорошо иллюстрирован графиками, таблицами и рисунками. Поставленные в диссертационном исследовании задачи соответствуют цели исследования.

Полученные выводы и практические рекомендации аргументированы результатами и логически из них вытекают.

Основные результаты диссертации были представлены и обсуждены на ряде научных конференций, включая: VII-я всероссийская межведомственная научно-практическая конференция «Торакальная хирургия в период СВО: старые проблемы и новые решения», заседание Московского общества торакальных хирургов (Москва, 2022); 12-й Международный конгресс «Актуальные направления современной кардио-торакальной хирургии» (Санкт-Петербург, 2023); Евразийский конгресс торакальных хирургов (Уфа, 2023); IX Петербургский международный онкологический форум «Белые ночи 2023» (Санкт-Петербург, 2023).

Диссертация была апробирована на объединенном заседании кафедр онкологии с курсом торакальной хирургии, кафедры хирургии № 1, кафедры ортопедии, травматологии и ВПХ, кафедры факультетской и госпитальной хирургии, кафедрой анестезиологии, реаниматологии и трансфузиологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России). Работа также была апробирована среди работников государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 имени профессора С. В. Очаповского» министерства здравоохранения Краснодарского края (ГБУЗ «НИИ – ККБ № 1»).

Внедрение результатов исследования

Результаты научных исследований, описанные в данной диссертационной работе, были внедрены в работу ГБУЗ «НИИ – ККБ № 1», используются в обучении врачей на сертификационных циклах по гнойной хирургии, а также на практических занятиях и лекциях у клинических ординаторов различных хирургических специальностей и студентов (приложение Б).

Личный вклад автора

Личный вклад автора заключался в постановке цели и формулировании научных задач, сборе и обработке литературных данных, а также участии в проведении клинических исследований. Автором выполнены обобщение и анализ полученных материалов, статистическая обработка результатов, подготовка текста диссертации и иллюстративного материала, сформулированы основные выводы и внедрены в практику результаты диссертационной работы. Автор осуществил основную роль в выборе алгоритма клинического исследования, анализе и обобщении полученных данных, выполнил анализ полученных результатов и их сравнение. Полученные результаты были внедрены в практику других лечебных учреждений, а также представлены в научных публикациях и на различных форумах и конференциях в виде многочисленных докладов.

Публикация результатов исследования

По результатам диссертационного исследования опубликовано 5 научных работ, из них 4 – в изданиях, включенных в перечень рецензируемых научных изданий или входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ для опубликованных основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата и ученой степени доктора наук, и издания, приравненные к ним, в том числе патент на изобретение (приложение В).

Объем и структура диссертации

Диссертационная работа изложена на 149 страницах машинописного текста, состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы, списка иллюстративного материала и приложений. Диссертация иллюстрирована 43 рисунками и 15 таблицами. Список литературы включает 311 источников, из которых 48 отечественных и 26 зарубежных.

ГЛАВА 1**СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ТРАХЕОСТОМИИ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ
РЕСПИРАТОРНОЙ ПОДДЕРЖКИ В УСЛОВИЯХ COVID-19****(обзор литературы)****1.1 Общие понятия о трахеостомии и ее видах**

Трахеостомия – одна из древнейших операций, известных человечеству. Древние египтяне изображали трахеостому на своих картинах до 3500 г. до н.э., а Александр Македонский, как сообщалось, в 1000 г. до н.э. спас жизнь солдату, сделав надрез в его трахее кончиком своего меча [128]. В то время как один из первых задокументированных случаев успешной трахеостомии был выполнен в 1546 году итальянским хирургом Антонио Муса Брассавола, только в 1909 году появилось первое подробное описание хирургической трахеостомии [147], и трахеостомия стала четко определенной процедурой со своим набором техники, показаний и противопоказаний [229].

В настоящее время поддержка адекватного уровня оксигенации, возможности санации трахеобронхиального дерева и энтерального питания обеспечиваются в основном такими способами, как длительная вентиляция через интубационную трубку, проведение трахеостомии классическим оперативным путем или через пункционно-дилатационную трахеостому [24, 67, 118, 221, 261]. При открытой хирургической технике делается разрез длиной 2-3 см в передней части шеи посередине между перстневидным хрящом и вырезкой грудины, рассекаются кожа и платизма [311]. Мышцы затем оттягиваются в сторону, чтобы обнажить перешеек щитовидной железы, который затем мобилизуют или разделяют. После достижения адекватного гемостаза перстневидный крючок или латеральные швы-держалки используются по мере необходимости для обнажения трахеи, а затем в трахее делается небольшое отверстие. Часто создается лоскут Бюрка, где часть хряща трахеи рассекается, складывается и сшивается для

сохранения проходимости стомы. Затем через эту стому вводят трахеостомическую трубку. По сравнению с хирургической техникой чрескожная дилатационная трахеостомия использует модифицированную технику Сельдингера [190], при котором доступ к трахее осуществляется с помощью иглы, а затем вводится проводник. Трахеостомическая трубка вводится по проводнику после дилатации. С момента введения перкутанной трахеостомии в 1985 г. [77] были введены различные модификации методов чрескожной дилатации, которые кратко обсуждаются. Первоначально была введена техника серийных расширителей, при которой последовательно использовались расширители большего размера для создания стомы. Позже, вместо серийных расширителей, был представлен одиночный изогнутый сужающийся расширитель для расширения стомы за один шаг, который в настоящее время используется чаще всего. В США есть два коммерчески доступных набора, в которых используется один сужающийся расширитель («Ciaglia Blue Rhino; Cook Medical Inc., Блумингтон», Индиана, и «Portex ULTRApere Single Stage Dilator Technique Kit, Smiths Medical Dublin», Огайо). Использование одного расширителя свело к минимуму осложнения, связанные с серийной дилатацией, которые наблюдались в самом начале. В методике, представленной в 1997 г., используются специально разработанные щипцы Григгса для расширения стомы [53, 290], которые вводятся по проводнику, а затем расширяются для расширения стомы. Другой метод был описан Фантони А. и Рипамонти Д., где после введения проводника в переднюю стенку трахеи расширитель и трахеостомическую трубку вытягивают через гортань ретроградно [122]. В технике percuss-twist винтоподобный расширитель медленно вводят по проводнику, вращая его по часовой стрелке, чтобы расширить стому [129]. Техника баллонной дилатации была внедрена в США, где вместо сужающегося расширителя по проводнику вводился баллон для расширения стомы [309]. После расширения стомы по проводнику проводят трахеостомическую трубку, которая была нагружена проксимальнее баллона.

Ежегодно около 800 000 жителей США проходят искусственную вентиляцию легких по поводу острой дыхательной недостаточности, часто в

течение нескольких дней или недель [262]. В некоторых исследованиях зафиксировано значительное увеличение числа пациентов, которым требуется искусственная вентиляция легких. В Северной Каролине задокументировано 11-процентное увеличение случаев ИВЛ у взрослых по всему штату, с 284/100 000 в 1996 г. до 314/100 000 в 2002 г. [261] с наибольшим увеличением в более молодых возрастных группах (19 % увеличение для 18-64-летних). До 34 % пациентов, нуждающихся в ИВЛ в течение >48 часов, получают трахеостомию для продления ИВЛ. В США в 1996 г. было установлено 64 000 трахеостомических трубок. Среднее количество трахеостомий, выполняемых ежегодно в Соединенных Штатах, в настоящее время превышает 100 000. В период с 1993 по 2002 гг. частота трахеостомии для пролонгированной искусственной вентиляции легких увеличилась во всех возрастных группах с 8,3 до 24,2/100 000, наиболее значительно среди пациентов моложе 55 лет. Это было связано со значительным снижением смертности (39 % против 25 %), среднего числа дней ИВЛ (12 против 10) и среднего пребывания в стационаре (47 против 33 дней). К 2002 г. пациенты почти в 3 раза реже выписывались домой самостоятельно и в два раза чаще направлялись в учреждение квалифицированного сестринского ухода [308].

Волоконно-оптический бронхоскоп является ценным дополнением для позиционирования ЧДТ и подтверждения точки входа иглы во время процедуры [197]. Однако в условиях ограниченных ресурсов бронхоскопия недоступна [219]. Таким образом, ЧДТ часто выполняется с помощью обычной ларингоскопии, так как во время процедуры ограничено пространство для ларингоскопических манипуляций с шеей в положении гиперэкстензии [58].

Теоретически, за исключением методик Григгса, Фантони и баллонной дилатации, все другие методы требуют давления на переднюю стенку во время дилатации, что может привести к возможному повреждению задней стенки трахеи. Однако опыт и осторожность при использовании техники с одним расширителем сделали ее наиболее популярной с минимальным риском осложнений [161, 163].

Показания к ЧДТ аналогичны традиционной трахеостомии (ТТС) [84]. У пациентов в отделении интенсивной терапии общим показанием к трахеостомии является дыхательная недостаточность и необходимость продолжения искусственной вентиляции легких [230, 284]. Около 5-10 % пациентов отделения интенсивной терапии нуждаются в длительной искусственной вентиляции легких [96, 123, 164, 209, 277, 291].

Обструкция верхних дыхательных путей является еще одним показанием к трахеостомии, например, при травмах, ангионевротическом отеке, злокачественных новообразованиях и обструктивном апноэ во сне. Часто может потребоваться экстренная трахеостомия для обеспечения проходимости дыхательных путей. Трахеостомия часто проводится пациентам, нуждающимся в длительной ИВЛ с целью систематической и адекватной санации трахеобронхиального дерева, ТТС предпочтительнее, когда есть злокачественное новообразование, затрагивающее шею или верхние дыхательные пути [256, 266, 295].

Инфекционное поражение кожи в зоне планируемой трахеостомии и нестабильность пациента являются противопоказаниями к трахеостомии. Исторически относительными противопоказаниями для процедуры были ожирение, геморрагический васкулит, ограниченная подвижность шеи (например, у пациентов с травмами или когда шея не может быть вытянута), искаженная анатомия или предшествующая операция на шее (включая предшествующую трахеостомию) и высокая поддержка ИВЛ. Тем не менее, с большим опытом новые данные свидетельствуют о том, что ЧДТ можно безопасно проводить у этих пациентов, которые ранее считались подверженными более высокому риску [109, 151, 211, 221, 250, 256, 265].

Предпочтительно количество тромбоцитов не менее 50 тыс. и МНО < 1,8 перед выполнением ЧДТ. Капельное введение гепарина следует проводить не менее чем за 4 часа до ЧДТ, и его можно возобновить через 3 часа после процедуры. Была продемонстрирована безопасность ЧДТ при антитромбоцитарной терапии [201]. У пациентов, у которых прием клопидогреля

невозможен в течение 3-5 дней (например, недавно установленный стент с лекарственным покрытием), мы проводим ПВ с соответствующего информированного согласия.

Прикроватная ЧДТ может быть успешно выполнена у пациентов в критическом состоянии с предшествующей трахеостомией в анамнезе [73, 234].

Проспективное исследование 88 пациентов с высоким положительным давлением в конце выдоха (ПДКВ) ($16,6 \pm 4,0$ см. вод. ст.) по сравнению со 115 пациентами с низким ПДКВ ($7,6 \pm 2,2$ см. вод. ст.) показало, что ЧДТ под бронхоскопическим контролем не приводит к значительному снижению оксигенации ни группа. У пациентов со средним значением PaO_2/FiO_2 130 мм рт. ст. и средним ПДКВ 17 см H_2O не наблюдалось ухудшения оксигенации [65].

1.2 Вопросы влияния временного фактора наложения трахеостом

Нет единого мнения об оптимальном времени трахеостомии и различия между учреждениями могут быть значительными [12, 22, 59, 104, 170, 263, 294]. В международном многоцентровом исследовании с участием 412 медико-хирургических пациентов отделения интенсивной терапии (ОИТ) трахеостомия была выполнена в среднем через 11 дней [141] после интубации. На решение в основном влияет общее клиническое состояние пациента, прогноз и толерантность к отлучению. Метаанализ девяти рандомизированных клинических исследований с участием 2 072 человек показал, что ранняя трахеостомия не оказала существенного влияния на клинические исходы (кратковременную смертность, долгосрочную смертность, продолжительность пребывания в отделении интенсивной терапии, вентилятор-ассоциированную пневмонию или продолжительность искусственной вентиляции легких) по сравнению с поздней трахеостомии или длительной интубации [2, 29, 269]. Хотя два более поздних анализа предполагают преимущество ранней трахеостомии [103, 270], сроки

трахеостомии в основном зависят от индивидуальной и институциональной практики.

Идеальные сроки (ранние или поздние) и методы (чрескожная дилатация, другие новые чрескожные методы, открытое хирургическое вмешательство) для трахеостомии были темами серьезных дискуссий [31, 75, 121, 183].

В то же время общая смертность в группедлительной ИВЛ и больных, нуждающихся в более короткой ИВЛ, достоверно не различается.

Исследование участников проекта «TracMan» [294] представляло собой открытое многоцентровое рандомизированное контролируемое исследование (РКИ), проводившееся с 2004 по 2011 гг. в 70 общих и 2 кардиоторакальных отделениях интенсивной терапии для взрослых в 13 университетских и 59 неуниверситетских больницах в Соединенном Королевстве. Из 1 032 подходящих пациентов было включено 909 человек. Критериями включения были субъекты с механической вентиляцией легких в отделениях интенсивной терапии для взрослых, которые были определены лечащим врачом в первые 4 дня после поступления как вероятные, что им может потребоваться, по крайней мере, дополнительные 7 дней поддержки ИВЛ. Критерии исключения включали пациентов, которым была необходима или была противопоказана немедленная трахеостомия по анатомическим или другим причинам, или пациенты с дыхательной недостаточностью, вызванной хроническими неврологическими заболеваниями, поскольку исследовательские центры указали, что эти пациенты получают раннюю трахеостомию. Субъекты были рандомизированы для ранней (в течение 4 дней после интубации, n=455) или поздней (после 10 дней, если все еще показаны, n=454) трахеостомии. Большинство испытуемых были медицинскими работниками (n=712, 79,2 % исследуемой когорты) с дыхательной недостаточностью в качестве основного диагноза при поступлении (n=515, 59,5 %).

Интересно, что в группе ранней трахеостомии 91,9 % пациентов получили трахеостомию в соответствии с планом; напротив, в группе с поздней трахеостомией только 45,5 % пациентов нуждались в трахеостомии. Многие

пациенты в группе поздней трахеостомии были освобождены от искусственной вентиляции легких без необходимости трахеостомии. Детали процедуры трахеостомии в этом исследовании показали, что 90 % трахеостомий были выполнены чрескожным методом, из них 88,7 % – в отделении интенсивной терапии у постели больного, а большинство (n=426, 77,3 %) – с помощью одинарного конического анастомоза. Осложнения, связанные с трахеостомией, возникли у 6,3 % пациентов, причем большинство (3,1 %) были связаны с кровотечением, и между ранней (5,5 %) и поздней (7,8 %) группами не было различий.

Не было выявлено различий в 30-дневной смертности (30,8 % ранней и 31,5 % поздней), 2-летней смертности (51,0 % ранней и 53,7 % поздней) или медиане пребывания в ОИТ у выживших (13,0 дня ранней и 13,1 дня поздней). Различий в продолжительности пребывания в стационаре или продолжительности искусственной вентиляции легких выявлено не было. Ранняя трахеостомия была связана со значительным снижением использования седативных средств. Авторы пришли к выводу, что «для пациентов, находящихся на ИВЛ в Соединенном Королевстве, трахеостомия в течение 4 дней после поступления в отделение интенсивной терапии не была связана с улучшением 30-дневной смертности или других важных вторичных результатов». Это исследование также показало, что способность клиницистов предсказать, какие пациенты нуждаются в расширенной поддержке ИВЛ, была ограниченной. Преимущества и сроки проведения чрескожной дилатационной трахеостомии у пациентов с COVID-19 в отделениях интенсивной терапии до сих пор остаются спорными [23, 185, 271, 274, 279, 293]. Баттаглини Д. с коллегами (2022) вообще утверждают, что у пациентов с COVID-19, нуждающихся в трахеостомии, время и техника трахеостомии явно не влияют на результаты лечения, также считает и Ферро А. со своими коллегами (2021) [257, 283].

Два рандомизированных исследования (многоцентровое итальянское исследование [105] и многоцентровое исследование «TracMap» в Великобритании [294] показали последовательные результаты того, что более

ранняя трахеостомия не была связана с улучшением выживаемости, и что клиницисты не могут точно предсказать, каким пациентам потребуется длительная искусственная вентиляция легких. Основываясь на данных, имеющихся на сегодняшний день, разумно подождать не менее 10 дней, чтобы убедиться, что пациент имеет постоянную потребность в искусственной вентиляции легких или помощи в легочном туалете, прежде чем рассматривать возможность трахеостомии.

1.3 Осложнения трахеостомии

Как и во всех процедурах, существует кривая обучения для достижения компетентности в выполнении ЧДТ [2, 13, 15, 21, 25, 33, 35, 62, 227]. Мастерство напрямую связано с количеством выполненных процедур [49], а симуляционное обучение на животных или манекенах может улучшить процедурную компетентность и удержание [112]. Периоперационные осложнения, по-видимому, уменьшаются после достижения порога примерно в 20 ЧДТ [32, 174, 228], хотя число, необходимое для достижения компетентности, неизвестно и, вероятно, выше, особенно когда речь идет о сложных случаях. Американский колледж врачей грудной клетки рекомендует проводить не менее 20 ЧДТ под наблюдением врача для установления базовой компетентности и не менее десяти процедур в год для поддержания квалификации [116]. Следует поощрять междисциплинарный подход к началу ЧДТ, который, как было показано, улучшает результаты и снижает частоту осложнений [39, 45, 176]. Должен быть составлен четкий план, и клиницист должен запросить отзывы у членов бригады, включая медперсонал, респираторного терапевта, техников по уходу за пациентами/помощников по уходу, других врачей, учащихся и стажеров, участвующих в процедуре.

Кровотечение является наиболее частым ранним осложнением трахеостомии и было основной причиной смерти в одном исследовании [3, 92,

125]. Незначительное просачивание во время установки можно устранить с помощью местного давления, легкой тампонады с адреналином или марлевых тампонов, пропитанных транексамовой кислотой. Сасане С. П. с коллегами (2020) выполнили 159 пациентам ЧДТ [208]. Возрастная группа больных колебалась от 21 года до 104 лет, преобладали лица мужского пола (65,41 %). Из 87 (54,71 %) пациентов с одним или несколькими факторами риска кровотечения 53 (60,92 %) пациента имели хотя бы один фактор риска геморрагических осложнений, а 34 (39,08 %) имели более одного фактора риска. Кровотечение наблюдалось всего у двух пациентов, из которых один пациент находился в группе риска геморрагических осложнений [305].

Респираторные выделения и слизистые пробки часто закупоривают канюлю трахеостомической трубки [79] у 57 % пациентов. Возможна закупорка трахеальной канюли гематомой и отеком задней стенки трахеи. Подкожная эмфизема может возникнуть в 1,4 % случаев, а пневмоторакс – в 0,8 % случаев после трахеостомии [11, 98, 286]. Однако сообщается, что самый высокий уровень пневмоторакса составляет 17%. Сообщалось о четырех случаях смерти в результате пневмоторакса после ЧДТ, а хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) была определена как фактор риска [87, 92]. Возможными механизмами подкожной эмфиземы являются неправильное положение трахеостомической трубки внутри стомы или утечка воздуха в подкожную клетчатку во время вентиляции во время сложной процедуры. Разрыв задней стенки трахеи является еще одним потенциальным фактором пневмоторакса.

В ретроспективном исследовании 1 130 последовательных ТТС частота смещения трахеостомической трубки составила 1,5 % [228]. Смещение трубки может быть опасным для жизни сразу после процедуры трахеостомии до того, как дорожка созреет. И трубка может быть непреднамеренно повторно введена паратрахеально в ложный путь. Риск выше у пациентов с ожирением, у которых расстояние от кожи до трахеи может превышать 2-4 см, особенно в неопытных руках. Это можно свести к минимуму, если кожные лоскуты подшивают к трахее для формирования постоянной стомы или используют швы-держалки [27, 79].

Ограничение первой смены трахеостомической трубки через 5-7 дней также может свести к минимуму паратрахеальное введение [8]. Использование проводникового катетера (набор для замены трахеостомии Weinmann, COOK Medical Inc., Блумингтон, Индиана, США) при замене трахеостомической трубки и бронхоскопического контроля может минимизировать риск паратрахеального введения.

У пациентов с ожирением, когда расстояние между кожей и трахеей превышает 1 см или когда трахея находится глубоко, неправильное положение трахеостомической трубки может привести к негерметичности манжеты. Потеря проходимости дыхательных путей или негерметичность манжеты после ЧДТ бывают обычным явлением у пациентов с ожирением в течение первых 50 случаев. Их количество значительно сокращается, когда устанавливают удлиненные трахеостомические трубки у пациентов с ожирением, короткой шеей и глубокой трахеей [210, 290].

Стеноз трахеи представляет собой сужение просвета трахеи из-за фиброза или образования грануляционной ткани после интубации или установки трахеостомической трубки с частотой до 85 % [5, 18, 40, 43, 44, 222, 273]. Только 3-12 % являются клинически важными и требуют дальнейшего вмешательства. Как правило, симптомы развиваются, когда просвет составляет <50 % от нормы. Стеноз устья может начаться как бактериальная инфекция и хондрит, приводящий к образованию грануляционной ткани, в то время как стеноз на уровне манжеты возникает из-за некроза под давлением. Деформации А-формы могут развиваться позднее при переломе хряща трахеи во время установки или при создании лоскута Бюрка во время ГТС. Ригидная или гибкая бронхоскопия с радиальной резекцией области стеноза ножом для прижигания, баллонная дилатация, криотерапия, применение митомицина являются возможными вариантами лечения до рассмотрения хирургической резекции [222].

Трахеопищеводный свищ (ТПС) встречается очень редко. В одном обзоре 1 130 трахеостомий частота ТПС составила 0,08 % и во всех случаях была фатальной. Повреждение задней стенки трахеи во время создания стомы, во время

интубации или эрозии трахеостомической манжеты через заднюю стенку трахеи из-за чрезмерного давления в манжете [4, 78] являются потенциальными факторами риска ТПС.

Инфицирование стомы может произойти в любое время после наложения трахеостомы, так как выделения из трахеи могут легко загрязнить рану. При хронической трахеостомии давление фланца трубки или края поворотного адаптера на грудину и плохой уход за трахеостомической трубкой могут усугубить ситуацию. В целом данные свидетельствуют о том, что у пациентов в критическом состоянии плановая трахеостомия может быть выполнена с приемлемым профилем периоперационного риска [101].

По результатам проведенного исследования Алдемиати Р. с коллегами, (2022) представили случаи, в которых требуется хирургическая коррекция чрескожной дилатационной трахеостомии через зоб щитовидной железы [253]. Дуанн К. В. с соавторами сообщили о случае пункции перешейки щитовидной железы во время ЧДТ без осложнений [252]. Однако хорошо известными тяжелыми осложнениями после трахеостомии являются деканюляция, обструкция и кровотечение, а менее тяжелыми, но частыми являются образование трахеопищеводных или кожно-трахеальных свищей, стеноз трахеи и инфекция [69]. В случае Алдемиати Р., риск дислокации при мобилизации был высок, а повторное введение интубационной трубки могло быть затруднено из-за прежнего кровоизлияния. По этой причине было принято решение о хирургической коррекции трахеостомии. После левосторонней гемитиреоидэктомии ушита чрескожная трахеостомия и выполнена ДТС в области 2-го хряща трахеи. Авторы решили провести левостороннюю гемитиреоидэктомию, предшествующую ST, чтобы обеспечить оптимальное размещение трахеостомы во 2-м хряще трахеи.

1.4 Особенности выполнения трахеостомии при COVID-19

Острый респираторный дистресс-синдром является наиболее серьезным осложнением новой коронавирусной болезни 2019 года (COVID-19), которая привела к неожиданно большому количеству пациентов, госпитализированных в отделения интенсивной терапии, которым по всему миру потребовалась искусственная вентиляция легких [1, 306, 307]. Многим пациентам с COVID-19 требуется трахеостомия из-за длительной искусственной вентиляции легких [44, 180, 280, 301]. Преимуществом трахеостомии является снижение риска повреждения гортани и необходимости седации, что облегчает процесс отлучения от ИВЛ и выписки больного из ОРИТ [51, 285, 303]. Наиболее распространенные методики ЧДТ у пациентов в ОИТ выполняются с помощью одного расширителя (например, методики Ciaglia (Сигли) или PercuTwist) или специальных изогнутых щипцов (техника Griggs (Григгса)). Все техники ЧДТ в равной степени применимы у постели больного в отделении интенсивной терапии, хотя методика Григгса связана с более высокой частотой интрапроцедурных кровотечений и техническими трудностями для завершения процедуры [173]. Авторы описали модифицированный метод ЧДТ, который можно использовать у пациентов с Sars-Cov-2 или другими респираторными пандемиями в будущем. Техника была осуществима, проста в исполнении, и не наблюдалось случаев тяжелой гипоксии среди 22 пациентов. Через 3 минуты вентиляции чистым кислородом и с тем же положительным давлением в конце выдоха, которое уже использовалось, наложение стомы было выполнено во время апноэ, без отключения пациента от аппарата ИВЛ [16, 30, 41, 100, 203].

Недавние рекомендации по трахеотомии при пандемии COVID-19 относятся в основном к хирургическим процедурам, а Канадское общество отоларингологии, хирургии головы и шеи даже рекомендовало избегать трахеостомии у пациентов с COVID-19 [53, 110, 232]. Хирургическая трахеостомия обычно выполняется с начальным продвижением эндотрахеальной трубки, гарантируя, что манжета находится дистальнее трахеотомического

разреза, чтобы предотвратить поток воздуха через стому. Выполняют разрез трахеи и прерывают вентиляцию только перед введением трахеотомической трубки. Рекомендуется раннее накачивание манжеты, чтобы обеспечить плотное прилегание к стенке трахеи, и после подтверждения положения оротрахеальная трубка удаляется. Согласно рекомендациям, этот метод имеет то преимущество, что сводит к минимуму возможность утечки воздуха и, следовательно, риск аэролизации. Однако у него есть и недостатки: во-первых, требуется транспортировка больного в операционную; иногда создают стому большего размера с риском утечки воздуха (если манжета трахеостомической трубки не герметична) также после трахеостомии; и у него более высокая частота кровотечений и инфекций стомы по сравнению с чрескожной техникой [7, 17, 38, 42, 48, 146, 187, 203].

Хотя трахеостомия помогает при снятии с ИВЛ, она представляет собой процедуру, генерирующую аэрозоль, которая сопряжена с высоким риском передачи инфекции медицинским работникам. Недавно были опубликованы рекомендации, которые рекомендуют стандартную открытую хирургическую трахеостомию вместо ЧДТ, учитывая, что первая имеет меньший риск аэролизации, но они основаны на слабых доказательствах [5, 124, 220, 243]. Как открытые, так и чрескожные методы являются аэрозольпроизводящими и должны выполняться с осторожностью; тем не менее, ЧДТ имеет то преимущество, что она является процедурой у постели больного с минимальными осложнениями в опытных руках [47, 111, 192, 194, 216, 302].

В эти быстро меняющиеся времена «стандарты» медицинской помощи быстро развиваются, и врачи адаптируются к новым методам лечения пациентов. Поэтому Пол Г. и соавторами (2021) описывают опыт проведения ЧДТ у 45 пациентов на ИВЛ во время апноэ. Это первый и самый крупный отчет из Индии о данных безопасности апноэ во время ЧДТ у пациентов в эпоху COVID. Включены как пациентов с COVID, так и пациентов без COVID в критерии включения для модифицированной ДТС, поскольку есть бессимптомные и носители вируса COVID-19, госпитализированные с другими заболеваниями,

поэтому меры предосторожности должны соблюдаться для всех пациентов. Более того, чувствительность тестов на антигены и полимеразная цепная реакция с обратной транскрипцией (ОТ-ПЦР) на вирусы также вызывает беспокойство. Кроме того, точно не известно ожидаемое время элиминации вируса, и у некоторых пациентов могут быть длительные периоды (до 4 недель) выделения вируса. Следовательно, в это время со всеми пациентами, госпитализированными в больницу, следует обращаться с мерами безопасности и инфекционного контроля, как и с потенциальными пациентами с положительным результатом на COVID-19. Недавно были описаны различные модификации ЧДТ для трахеостомии у пациентов с COVID, и техника апноэ считается безопасной в контролируемой среде в руках специалистов. Нирула А. с соавторами (2020) выполняли ЧДТ во время апноэ с использованием одноразового (одноразового) бронхоскопа, чтобы избежать необходимости в эндоскопическом персонале и свести к минимуму поверхности, требующие дезинфекции после процедуры [213]. Подобно их методике, Пол Г. с коллегами также удерживали вентиляцию на все время, когда просвет трахеи был открыт, от прокола трахеи иглой до надувания манжеты трахеостомической трубки, но использовали видеоларингоскопию, чтобы контролировать перемещение трубки до уровня шнуров после того, как аппарат ИВЛ находился в режиме ожидания [207]. Это необычно по сравнению с обычной процедурой, при которой интубационная трубка перемещается перед разрезом кожи и была модифицирована для минимизации распыления аэрозолей и времени апноэ. Кроме того, лицо пациента закрывали пластиковой пленкой под простынями, а место пункции трахеи между этапами закрывали куском марли. Во всех процедурах выполняли дилатацию трахеи с помощью щипцов Григгса. В данном исследовании эндотрахеальная трубка (ЭТТ) была смещена чуть ниже уровня голосовых связок, тогда как Ангел Л. и соавторы модифицировали методику, переместив ее в дистальный отдел трахеи, а бронхоскоп расположили рядом с ЭТТ на уровне голосовых связок [178]. Варгас М. совместно с коллегами опубликовали свой опыт проведения ЧДТ по аналогичной методике у трех пациентов, но заменили ЭТТ

небольшого размера с внутренним диаметром 6 мм [172]. По мнению Пола Г. и соавторов, выполнение пункции иглы и дилатации трахеи с ЭТТ (даже небольшого размера) в просвете трахеи может привести к повреждению ЭТТ и утечке, что увеличивает риск аэролизации [207].

Что касается безопасного времени апноэ, Бенумоф Дж. Л. с коллегами заявили, что после преоксигенации у здоровых взрослых безопасное время апноэ составляет до 8 минут для эндотрахеальной интубации. Они сообщили, что время до десатурации $SpO_2 < 90\%$ после введения сукцинилхолина составляло 8 минут у здоровых пациентов, 5 минут у взрослых с умеренным заболеванием и 2,7 минуты у взрослых с ожирением [66]. Таким образом, решили, что время апноэ для вмешательства составляет 5 минут, но опыт в обеспечении проходимости дыхательных путей и трахеостомии позволил выполнить ЧДТ со средним временем апноэ < 3 минут. Некоторые практикующие врачи проводят идентификацию анатомических ориентиров с помощью ультразвукового исследования (УЗИ) во время ЧДТ [267]. Тем не менее, результаты предыдущего исследования, проведенного нашей группой по сравнению ЧДТ с ориентиром и УЗЧДТ (ЧДТ с ультразвуковым контролем), выполненных у 100 пациентов, показали, что в 94 % случаев место пункции находилось между T2-3 или T3-4 без отклонения от средней линии (неопубликованные данные). Опираясь на этот предыдущий опыт, мы проводили ЧДТ с УЗИ и бронхоскопией в режиме ожидания в случаях со сложной анатомией. Отказ от рутинного использования обоих этих устройств не только помог удобно завершить процедуру в течение времени апноэ, но также уменьшил количество подвергающихся воздействию персонала, время воздействия и количество оборудования, которое необходимо дезинфицировать после процедуры. Серьезных внутривидеоурологических осложнений не возникло ни у одного пациента. Все пациенты получали антикоагулянты для профилактики тромбоза или терапевтические дозы для лечения COVID. Небольшие кровотечения в течение 24 часов после ЧДТ наблюдались у трех пациентов (0,6 %). Двум пациентам было проведено лечение путем

тампонирования вокруг трахеостомических ран, а одному потребовалось наложение хирургического шва на место ЧДТ у постели больного.

Среди всех наиболее частых трудностей, с которыми сталкивались операторы во время процедуры, были психологический стресс, запотевание очков и трудности в общении. ЧДТ выполнялась наиболее квалифицированным персоналом, поскольку крайне важно соблюдать все меры предосторожности во время аэрозолизации, а также минимизировать время апноэ [182, 260]. Авторы заключили, новый метод апноэ для ЧДТ у пациентов с новым коронавирусом безопасен и осуществим.

Старков Ю. Г. с соавторами (2020) говорят о важности ранней трахеостомии у пациентов с COVID-19 [46, 52, 85, 196, 202, 231].

Ангел Л. Ф. с соавторами (2021) считают, что у пациентов с коронавирусной болезнью, находящихся на искусственной вентиляции легких, ранняя модифицированная ЧДТ была безопасна для пациентов и медицинских работников и ассоциировалась с улучшением клинических результатов [200]. В период с 11 марта по 29 апреля 2020 г. 541 пациент, инфицированный SARS-CoV-2, нуждающийся в вентиляции, был госпитализирован в отделения интенсивной терапии двух больниц NYU Langone Health (NYULH) на Манхэттене (298 пациентов) и Лонг-Айленде (243 пациента). Из 394 пациентов на ИВЛ, которым была показана ЧДТ, 205 пациентов (52 %) прошли процедуру ЧДТ. Из 205 трахеостомий 116 (57 %) были ранними трахеостомиями со средним временем 9 дней, тогда как 89 (43 %) были поздними трахеостомиями со средним временем 19 дней. Решение о раннем проведении ЧДТ во время госпитализации было основано на данных систематических обзоров, показывающих преимущества у пациентов с ожидаемой длительной ИВЛ. Потенциал сокращения количества дней на ИВЛ был важным фактором при принятии этого решения, поскольку ожидалась очень высокая потребность в аппаратах ИВЛ и коек в отделениях интенсивной терапии. Тем не менее, были опасения по поводу выполнения ранней трахеостомии на основании рекомендаций нескольких медицинских организаций, предупреждающих о медицинской бесполезности и

высоком риске передачи SARS-CoV-2 для медицинских работников [57, 89, 276, 279]. Использование модифицированной методики ЧДТ показало низкий риск аэролизации вдыхаемых частиц и инфицирования SARS-CoV-2 во время процедуры. Вполне вероятно, что из-за положительного теста на SARS-CoV-2 при поступлении на процедуру ЧДТ уже наблюдалась более низкая скорость активной репликации вируса, что снизило риск заражения медицинских работников больше, чем ожидалось [9, 223, 299].

Сравнение пациентов с ранней или поздней ЧДТ и пациентов без трахеостомии имеет серьезные ограничения, связанные с неизмеренными переменными в группе без трахеостомии; у некоторых пациентов наступило улучшение, и они рано прекратили ИВЛ, в то время как у других пациентов ожидалась высокая смертность, поэтому трахеостомия не рекомендовалась. В данном анализе сопоставления показателей предрасположенности раннее ЧДТ было связано с улучшением первичных исходов по сравнению с пациентами без трахеостомии с более высоким уровнем прекращения ИВЛ и общей выживаемостью. Продолжительность ИВЛ была короче у выживших и не выживших без трахеостомии, что свидетельствует о том, что критерии отбора для ранней ЧДТ исключали пациентов с высокой вероятностью смерти или прекращения ИВЛ в первые дни госпитализации. Точно также, по сравнению с поздней ЧДТ, ранняя ЧДТ была связана с более быстрым прекращением ИВЛ. Тем не менее, общая выживаемость и общая частота прекращения лечения были одинаковыми у пациентов с ранней ЧДТ и у пациентов с поздней ЧДТ. Клинически это было ожидаемо, поскольку поздняя ЧДТ обычно выполнялась у пациентов с ожидаемой высокой вероятностью выживания и длительным прекращением ИВЛ [99, 107, 239].

С другой стороны, Макграт Б. А. с соавторами предложили междисциплинарный подход к пациентам с положительным результатом на Sars-Cov-2 и выполнение процедуры, когда у команды больше опыта и уверенности [175]. Кроме того, оптимальные сроки трахеостомии еще точно не определены [10, 19, 103, 238, 297]. У пациентов с положительным результатом на

Sars-Cov-2 существует такая же неопределенность, но ранняя трахеостомия может добавить еще более высокий инфекционный риск для медицинских работников. Учитывая вирусную нагрузку, кажется, что мазки изо рта и носа становятся отрицательными до того, как вирус исчезает в выделениях нижних дыхательных путей, что подвергает медицинских работников риску во время процедур трахеостомии, даже если мазок отрицательный [95]. Более того, выработка специфических антител обычно обнаруживается через 12 дней после появления симптомов. По этой причине трахеостомию следует выполнять через ≥ 14 дней после интубации в соответствии с данными исследования Тахара А. и соавторов, а также в данных литературы есть мнение – через 12 или ≥ 10 дней [231, 239]. Вторым недостатком ранней трахеостомии – бесполезность. Среднее время до смерти у пациентов с COVID-19, находящихся на искусственной вентиляции легких в отделении интенсивной терапии, составляло около 5 дней в Ухане [156], 7 дней в Ломбардии-Италия [104] и 6 дней в Великобритании [90]. Таким образом, выполнение трахеостомии слишком рано может быть бесполезным маневром.

Мойзо Э. с коллегами (2022) оценили безопасность описанной последовательности только в отношении тяжелой десатурации, которая является наиболее ожидаемым событием, связанным с апноэ, в то время как мы не регистрировали среднюю артериальную сатурацию во время процедуры [173]. Они также не собирали частоту других осложнений (например, инфекций, кровотечений и гипотензии). Серологию медицинских работников оценена только после закрытия отделений интенсивной терапии. Тем не менее, положительные результаты мазка могут быть получены, несмотря на последующую отрицательную серологию, и поэтому авторы констатировали, что не могут исключить, что бессимптомные медицинские работники могли получить положительный мазок без выработки антител. В исследовании трахеостомию выполняли через 14 дней ИВЛ и не контролировали результаты мазков у пациентов во время трахеостомии, поэтому невозможно исключить, что на момент ЧДТ у пациента уже был отрицательный результат. Более того, операторы

ЧДТ приняли максимальные барьерные меры предосторожности, поэтому авторы не могли оценить, связано ли отсутствие передачи COVID-19 с барьерными мерами предосторожности или с описанной новой последовательностью. Также авторы не собирали частоту инфекций у операторов хирургической трахеостомии, поэтому сравнивать результат с чрескожной трахеостомией не представляется возможным.

Ан Д. с коллегами (2021) провели ретроспективное многоцентровое когортное исследование, в которое вошли 27 пациентов с COVID-19, перенесших трахеостомию, среднее время между интубацией и трахеостомией составило 15,8 дня, а время отрицательной конверсии COVID-19 – 43,1 дня [268]. Одиннадцать пациентов (40,7 %) умерли от COVID-19, а использование чрескожной дилатационной трахеостомии было в значительной степени связано с внутрибольничной летальностью. Своевременная трахеостомия может быть выполнена у пациентов с COVID-19, независимо от продолжительности интубации или положительного результата теста на COVID-19, при этом предпочтительна открытая хирургическая трахеостомия.

В большинстве руководств по трахеостомии для пациентов с инфекцией COVID-19 рекомендуется выполнять трахеостомию через 21 день после интубации и при отрицательном результате теста, чтобы снизить риск передачи COVID-19, связанной с трахеостомией, медицинским работникам [14, 36, 137, 159, 175, 206, 275]. Однако практическая осуществимость этой рекомендации в отношении сроков трахеостомии сомнительна, поскольку положительные результаты тестов могут сохраняться в течение нескольких недель. Также отсутствует всестороннее понимание клинического течения пациентов с COVID-19, перенесших трахеостомию, на основе достаточного последующего наблюдения [237].

Южная Корея зарегистрировала свой первый случай COVID-19 20 января 2020 года; первоначальная вспышка произошла в городе Тэгу. Общее количество подтвержденных случаев в Тэгу на 11 августа 2020 года составило 6 945, что составляет 47,4 % от общего числа случаев. С 17 февраля по

2 июля 2020 года 501 пациент с инфекцией COVID-19 средней и тяжелой степени проходили лечение в четырех специализированных больницах третичного уровня в Тэгу. Среди них у 27 (5,4 %) была трахеостомия, у 19 мужчин и 8 женщин средний возраст 68,8 (диапазон 26-85) лет. Среднее время от появления признаков или симптомов до постановки диагноза COVID-19 составило 3 (диапазон 0-13) дней, а время от постановки диагноза до интубации – 6 (0-32) дней. Среднее время от интубации до трахеостомии составило 15,8 (от 6 до 42) дней, и только 5 из 27 пациентов перенесли трахеостомию более чем через 21 день после интубации. Тесты на COVID-19 перед трахеостомией были положительными у 26 пациентов. Открытая хирургическая трахеостомия и ЧДТ были выполнены у 20 и 7 пациентов соответственно. Посттрахеостомическое кровотечение возникло у двух пациентов, перенесших ЧДТ, и потребовало открытого оперативного вмешательства. Других серьезных осложнений не было. Не было случаев передачи COVID-19, связанной с трахеостомией, медицинским работникам.

В течение среднего периода наблюдения 105,9 (диапазон 25-166) дней отрицательная конверсия COVID-19 произошла у 19 пациентов. Среднее время до отрицательной конверсии составило 43,1 (18-82) дня. Одиннадцать пациентов умерли от инфекции COVID-19, а время до смерти от установления диагноза составило 51,5 (25-110) дней. Использование ИВЛ было прекращено у 11 пациентов; деканюляция была возможна у семи из этих пациентов, а время до деканюляции составило 48,2 (20-92) дня. При анализе риска ЧДТ была связана только с повышенным риском внутрибольничной смерти (однофакторный анализ: отношение шансов (ОШ) 18,00, 95 % ДИ (доверительный интервал) от 1,72 до 188,08, $p=0,016$; многофакторный анализ: ОШ 26,52, от 1,49 до 471,66, $p=0,026$). Результаты этого исследования показали, что практически невозможно ждать 21 день после интубации. Более того, эта задержка не была полезна ни для надлежащего лечения острой дыхательной недостаточности, ни для предотвращения возможного стеноза трахеи в результате длительной интубации. Кроме того, поскольку для получения отрицательного результата теста на COVID-19 потребовалось более 6 недель (43,1 дня) и не было передачи COVID-

19, связанной с трахеостомией, текущие рекомендации не принесли бы большой пользы в снижении риска связанных с трахеостомией осложнений. передача инфекции. Поэтому Ан Д. с коллегами считают, что трахеостомия может быть выполнена в любое время, независимо от времени, прошедшего с момента интубации, или результатов теста на COVID-19 [268].

В отличие от ТТС, ЧДТ не требует тщательного хирургического рассечения анатомических структур, расположенных между кожей и трахеей, а вместо этого проникает в эти структуры с помощью проводниковой иглы большого диаметра. Следовательно, эта процедура может повредить переднюю яремную вену, ременную мышцу и щитовидную железу. Поскольку тяжелобольным пациентам с COVID-19 обычно требуется антикоагулянтная терапия, риск сильного кровотечения после трахеостомии будет выше, чем в обычных случаях трахеостомии. Кроме того, анализ риска этого исследования показал, что использование ЧДТ было в значительной степени связано с внутрибольничной летальностью. Поэтому Ан Д. с коллегами [268] предлагают ТТС как предпочтительный метод трахеостомии у пациентов с инфекцией COVID-19.

Наушад О. с соавторами выполнили техническую модификацию чрескожной трахеостомии Григгса с использованием двух расширителей 7G и 12G после стерилизации этиленоксидом [177]. Операции подверглись двести пациентов. Серьезных осложнений, связанных с процедурой, не было. Было два небольших кровотечения, купированных консервативно. Техника – «после тайм-аута» всем пациентам на ИВЛ вводили инъекционно мидазолам 1-2 мг и фентанил 50-100 мкг, а затем переводили на 100 % кислород, начиная с пяти минут до и до пяти минут после завершения процедуры. Глубокая мышечная релаксация не поощрялась, так как хотели сохранить дыхательные усилия и рефлексы пациентов во время техники. Операционное поле обрабатывают 10 % раствором повидон-йода и инфильтрируют 2 % раствором лидокаина 10 мг/кг, максимальная доза инъекционного ксилокаина + 2 % адреналин 3-4 мл. У уже интубированных пациентов ротовую ЭТТ осторожно извлекают до отметки 18 см, наблюдая за работой аппарата ИВЛ для надлежащей

вентиляции пациента. Интродьюсерную иглу необходимо ввести через переднюю стенку трахеи на уровне второго трахеального кольца, перпендикулярно трахее, скосом к стопе. Размещение скоса иглы в этом положении каудально поможет направить проводник в дистальный отдел трахеи. Крайне важно не повредить баллон на оральной ЭТТ. Если выполнение трахеостомии затруднено, пока баллон не поврежден, ротовую ЭТТ просто продвигают в исходное положение и возобновляют нормальную вентиляцию. Если баллон скомпрометирован, способность обеспечить вентиляцию с положительным давлением также снижается [77]. Новые дыхательные пути могут быть быстро установлены с помощью новой оральной эндотрахеальной интубации с неповрежденным баллоном в зависимости от стабильности пациента. Проводник следует ввести через иглу, продвигая ее дистально до отметки не менее 20 см. Затем иглу удаляют по проводу, постоянно удерживая провод внутри трахеи. Горизонтальный разрез длиной 7-8 мм длиной 4 мм делают с каждой стороны от проводника в области шеи, непосредственно покрывающей трахею. Подкожную фасцию, жировой слой, поверхностную и среднюю шейную фасцию рассекают двумя артериальными зажимами разного размера. Как только достигается предтрахеальная фасция, вводятся два разных расширителя 7G и 12G. Небольшой расширитель 7G продвигают по проводу для расширения тракта. Маленький расширитель 7G удаляется, а по проводнику продвигается расширитель 12G. Прогрессивный расширитель удаляют, сохраняя проволоку на месте, затем проволочный направитель удерживают между щипцами Григгса, которые вводят в трахею до тех пор, пока не будет слышен щелчок; щипцы Григгса открываются, когда они находятся в трахее, и выходят, оставляя щипцы открытыми. Далее проводник пропускается через специальное отверстие в трубке Ramsons PCT, что подтверждает правильность установки трубки. Трахеостомическую трубку соответствующего размера вводят непосредственно в трахею. После установки трубки проводник удаляют, трахеостомическую манжету надувают, контур подсоединяют к трахеостомической трубке и возобновляют вентиляцию легких.

Наличие углекислого газа в конце выдоха подтверждает попадание в дыхательные пути. Необходимо помнить, что проводник должен выходить легко, без натяжения или приложения силы. Если проводник не выходит плавно, следует исключить возможность попадания в ложный ход. Правильное расположение трахеостомической трубки подтверждается аускультацией грудной клетки на предмет поступления воздуха, капнографией и подъемом грудной стенки. После подтверждения удовлетворительного положения трахеостомическую трубку закрепляется. После того, как пациент надлежащим образом вентилируется через закрепленную трахеостомическую трубку, оральную эндотрахеальную трубку можно удалить, после чего следует надлежащая оральная и трахеальная аспирация.

1.5 Преимущества и недостатки при сравнении чрескожной дилатационной трахеостомии и традиционной трахеостомии

Метаанализ 21 исследования ТТС у 3 512 пациентов и 27 исследований ЧДТ у 1 817 пациентов показал, что ЧДТ ассоциируется с более высокими периоперационными осложнениями, а частота послеоперационных осложнений выше при ТТС [6, 28, 60, 145, 193, 195, 202, 255, 310].

В целом, ЧДТ в хорошо обученных руках – это процедура с отличными показателями безопасности у различных пациентов со многими из вышеупомянутых противопоказаний [43, 55, 56, 91, 225]. ЧДТ под контролем бронхоскопии является безопасной процедурой, если ее выполняет команда опытных операторов в контролируемой среде с риском серьезных осложнений менее 3 %. В проспективном рандомизированном исследовании, сравнивавшем ЧДТ и ТТС у пациентов в критическом состоянии, стоимость ЧДТ оказалась значительно ниже (1 569±157 долларов США против 3 172±114 долларов США; $p<0,0001$), продолжительность ЧДТ была значительно короче (20 против 42 минут; $p<0,0001$), и не было существенной разницы в количестве дней

интубации до трахеостомии или общей продолжительности пребывания в отделении интенсивной терапии по сравнению с ТТС [127, 148].

Роль ультразвука во время различных процедур на дыхательных путях в последние годы находится в центре внимания [169, 235, 258, 272]. Использование ультразвука при ЧДТ может быть полезным, особенно у отдельных групп пациентов, например, у пациентов с патологическим ожирением или сложной анатомией шеи. Ультразвуковой скрининг у постели больного позволяет легко идентифицировать претрахеальные сосудистые структуры, которые могут представлять риск кровотечения во время ЧДТ [50, 64, 167]. Кроме того, он также может обеспечить оценку расстояния от кожи до трахеи, особенно у людей с ожирением. Портативное ультразвуковое исследование перед ЧДТ для выявления колец трахеи, перешейка щитовидной железы, соседних кровеносных сосудов может помочь определить безопасное место для введения иглы.

Продолжительность процедуры короче при использовании бронхоскопии [86, 125, 198, 304]. Тем не менее, безопасное размещение трахеостомической трубки было возможно без бронхоскопического контроля за счет обеспечения свободной подвижности проводника на каждом этапе ЧДТ с использованием расширяющих щипцов (Griggs) в ретроспективном исследовании 98 пациентов [132, 205]. Среднее время операции составило 3,05 минуты, летальных исходов или опасных для жизни осложнений не было.

В проспективном рандомизированном исследовании с участием 118 пациентов не было выявлено существенной разницы в частоте осложнений или продолжительности процедуры при сравнении ЧДТ под контролем УЗИ с ЧДТ под контролем бронхоскопии [296].

Смещение трахеостомической трубки может привести к потенциально серьезным осложнениям и потере проходимости дыхательных путей. Фиксация трахеостомической трубки к коже швом потенциально может свести к минимуму случайную деканюляцию при ЧДТ [65]. Однако нужно помнить, что кожа очень подвижна, особенно у тучных больных. Дистальный конец обычной трахеостомической трубки может быть смещен внутри трахеостомической стомы,

что приведет к протечке манжеты или подкожной эмфиземе, в то время как фланец трахеостомии все еще может быть пришит к коже. В одной большой серии из 1 175 трахеотомий случайное удаление канюли не было связано с наложением швов. Более того, случайная деканюляция случалась у пациентов, когда шов был еще наложен [49]. Трахеостомическая стяжка является наиболее важным фактором, удерживающим трахеостомическую трубку на месте. В том же исследовании было обнаружено, что использование защитных швов с внешним фланцем для фиксации трахеостомической трубки было связано с меньшей частотой послеоперационных кровотечений. Наложение швов-держалок между передней стенкой трахеи и кожей для ускорения формирования зрелой стомы оценивали проспективно у 104 пациентов и сравнивали с 101 пациентом с традиционной трахеостомией. Наиболее частым осложнением в каждой группе была послеоперационная инфекция стомы. Неожиданная деканюляция произошла у трех пациентов в группе с традиционной трахеостомией, в то время как в группе с швами-держалками не было ни одного случая [155].

Акбари А. с коллегами (2022) считают, что чрескожная эндоскопическая трахеостомия кажется лучшим подходом по сравнению с открытой трахеостомией. Прогностические факторы, связанные с результатами лечения пациентов, включали уровни HCO_3 , FiO_2 , PaCO_2 и соотношение $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ [186].

Процесс деканюляции зависит от институционального протокола и практики, он сложен и зависит от координации фаринголарингеальной чувствительности, защиты дыхательных путей и силы среди других факторов [153, 179]. В качестве важных факторов неизменно выделяются клиническая стабильность, неврологические факторы, управление секрецией, эффективное глотание, сила кашля и проходимость дыхательных путей [264, 287]. Случайное частичное смещение или полная деканюляция трахеостомической трубки происходит у 1,5 % пациентов с трахеостомией и может привести к выраженной гипоксии и смерти [171]. После того, как больной снят с ИВЛ, у него сильный кашель и он способен откашливать; можно начать процесс деканюляции. Размер трахеостомической трубки уменьшается до размера трубки меньшего

калибра, что позволяет увеличить трансларингеальный поток воздуха и, таким образом, улучшить речь. В этот момент пациенты могут говорить, блокируя отверстие трахеостомической трубки пальцем. Часто используют трахеостомическую трубку с отверстиями или без манжеты, чтобы обеспечить дополнительный поток воздуха. Как только пациент сможет переносить речевой клапан, следующим шагом будет закрытие трахеостомической трубки, которая заставляет вдыхать и выдыхать через верхние дыхательные пути вместо трахеостомической трубки, по существу, подготавливая пациента к деканюляции. Если пациент может переносить закрытие трахеостомической трубки более чем на 48-72 часа, трахеостомическую трубку можно удалить [140]. Бронхоскопическое исследование показано, если пациент не может переносить наложение колпачка, чтобы исключить какой-либо стеноз или образование грануляционной ткани. Несмотря на совершенствование современных методов интенсивной терапии, в проведении длительной ИВЛ нуждаются до 70% пациентов с синдромом полиорганной недостаточности, а при шоковых состояниях данный показатель увеличивается до 100 % [168, 235, 260, 261].

Капуто М. П. с коллегами (2021) считают, что морбидное ожирение (индекс массы тела (ИМТ) $>34,9$ + как минимум одно состояние здоровья, связанное с ожирением, или ИМТ $>39,9$) представляет собой уникальную клиническую проблему, при которой может быть оправдан более агрессивный подход к трахеостомии [72]. В ретроспективном исследовании 2013 года с использованием базы данных Nationwide Inpatient Sample госпитализированные пациенты с морбидным ожирением в 1,37 раза чаще получали инвазивную искусственную вентиляцию легких и, следовательно, с большей вероятностью нуждались в трахеостомии по сравнению с пациентами без ожирения.

Фолькер М. Т. с коллегами (2017) провели двухлетнее наблюдение после ЧДТ [295]. В исследование был включен 71 пациент. Серьезных нежелательных явлений не зарегистрировано. Шестидесят пять процентов всех испытуемых смогли деканюлировать. У двух пациентов осталась первоначальная трахеостомия, а у 5 пациентов (7 %) трахеостомия была изменена на

хирургическую трахеостомию. Жалобы в основном были связаны с глотанием и дыханием. Сделан вывод – деканюляции после ЧДТ выполняются легко, осложнения, требующие трансформации в хирургическую трахеостому, встречаются редко.

Вылчанов К. с коллегами (2021) считают, что ЧДТ остается ценной процедурой для пациентов на ИВЛ [298]. Поддержка ЭКМО позволяет на короткое время прекратить искусственную вентиляцию легких без дальнейшего усугубления гипоксии и, следовательно, снизить риск аэролизации. Автор обнаружил, что продолжение антикоагулянтной терапии во время дилатационной чрескожной трахеостомии у пациентов с COVID-19, поддерживающих ЭКМО, не приводило к геморрагическим осложнениям. Элмеллити Х. с соавторами (2023) также в серии случаев ЧДТ во время ЭКМО у пациентов с COVID-19 доказали безопасность с отсутствием дополнительных рисков для пациентов или медицинских работников [68]. Напротив, Мацуёси Т. с коллегами (2021) считают, что пациенты, перенесшие трахеостомию во время ВВ-ЭКМО, имели тенденцию к большему количеству геморрагических осложнений [181]. Поскольку ранняя трахеостомия во время ЭКМО малоэффективна для пациентов с COVID-19, ее следует выполнять после прекращения ВВ-ЭКМО для обеспечения безопасности соответствующих медицинских работников [281, 282].

Хотя имеются четкие доказательства клинической эквивалентности открытой и чрескожной трахеостомии [74, 106, 127, 138, 195, 217, 240], недостаточно информации, чтобы сделать вывод о том, какая из методик чрескожной трахеостомии является наилучшей с точки зрения успеха введения и частоты осложнений. Санабрия А. (2014) нашла 14 РКИ, сравнивающих различные методы чрескожной трахеостомии [244]. Большинство исследований классифицируются как исследования с низким риском систематической ошибки в соответствии с критериями Cochrane Collaboration. Информации об общем количестве осложнений найти не удалось. Сравнение методов Blue Rhino и Griggs выявило статистически значимую разницу в субъективных показателях перелома

трахеального кольца, незначительного кровотечения, чрезмерной дилатации по методу Григгса, без различий в других результатах [218].

Как видно из вышеизложенного, сравнение отдельных методов не дало данных для определения того, какой метод лучше, из-за небольшого количества испытаний, неполного количества событий в некоторых сравнениях и небольшого размера выборки в других. Поэтому было проведено сравнение между методом Blue Rhino и другими методами, объединенными на основе доступности и широкого использования метода Blue Rhino [214]. Меньшие субъективные трудности и более незначительное кровотечение были обнаружены при использовании метода Blue Rhino, но с важной статистической неоднородностью. При использовании метода Blue Rhino больших кровотечений не было. Другие исходы не отличались, но имели те же проблемы, что и при индивидуальном анализе. Вывод, который был очевиден во всех исследованиях, заключается в более коротком времени при использовании простого метода расширения. Однако разница во времени в несколько минут, вероятно, не оказывает клинического влияния на пациентов. После разработки Ciaglia, основанной на принципе Сельдингера, в новые методы были внесены лишь небольшие изменения, призванные повысить простоту, скорость или безопасность предыдущих методов. Испытания эквивалентности очень требовательны из-за большого размера выборки, необходимой для проверки гипотезы [150]. В последние годы появление исследования не меньшей эффективности предложило новый метод, который частично решает проблему огромных размеров выборки. Методологическая оценка испытаний показала, что, хотя они соответствовали большинству Кокрэйновских критериев оценки систематической ошибки, дизайн и небольшой размер выборки не позволяют сделать клинически значимый вывод. В 2012 году Кабрини Л. с коллегами [215] попытались решить эту проблему с помощью метаанализа. Хотя авторами была выявлена высокая статистическая неоднородность, они приняли объединенный результат, что не рекомендуется экспертами по метаанализу.

Ягуби С. с авторами, (2014) утверждают, что техника ЧДТ без бронхоскопического проводника, наряду с некоторыми коррекциями, такими как оттягивание трахеальной трубки назад с достаточно надутой манжетой, мониторинг объема выдоха с помощью аппарата ИВЛ и обеспечение легкого перемещения проводника вперед и назад на каждом этапе, является надежной техникой [83]. В целом результаты исследования показали, что выполнение чрескожной дилатационной трахеостомии без фибробронхоскопии является безопасным и эффективным методом, позволяющим снизить расходы системы здравоохранения по сравнению с другими методами.

Ким Дж. Э. с соавторами (2022) также оценили осуществимость и безопасность чрескожной дилатационной трахеостомии без эндотрахеального наведения в условиях отделения интенсивной терапии [149]. С 1 января по 31 декабря 2018 г. 78 пациентам проведена ЧДТ без эндотрахеального наведения в условиях ОРИТ. Средний балл по оценке острой физиологии и хронического состояния здоровья (APACHE II) составил $25,9 \pm 5,8$. На ИВЛ во время ЧДТ находились 50 пациентов (64,1 %). Неудачная попытка первоначальной ЧДТ произошла у четырех пациентов (5,1 %). У двух из них ЧДТ была прервана и заменена хирургической трахеостомией; у двух других пациентов была успешно предпринята повторная попытка ЧДТ после реинтубации эндотрахеи. Небольшие кровотечения в месте трахеостомии, потребовавшие смены марли, наблюдались у 5 больных (6,4 %). Не было проблем с дыхательными путями, требующих терапевтических вмешательств или последствий, связанных с процедурой. Авторы пришли к заключению, что ЧДТ без эндотрахеального контроля можно считать безопасной и выполнимой.

Никбахш Н. с коллегами (2021) сравнили полухирургическую ЧДТ с традиционной ЧДТ [246]. В группе полухирургической ЧДТ был сделан поперечный разрез (2 см) на 1 см ниже перстневидного хряща, а затем полностью достигнуто кольцо трахеи путем высвобождения подкожных тканей с помощью индекса, после чего выполнена ЧДТ. Две группы сравнивали с точки зрения осложнений трахеостомии (включая кровотечение, пневмоторакс, инфекцию

стомы и случайную деканюляцию) и продолжительности процедуры. Авторы пришли к выводу, что полухирургическая ЧДТ безопаснее и имеет меньше осложнений, чем традиционная ЧДТ, 8,75 % против 20 %, соответственно. В клинической практике должны приниматься решения, которые будут наилучшим образом отвечать интересам и потребностям конкретного пациента, независимо от консенсуса.

Проведенный анализ литературы свидетельствует о том, что единого мнения об оптимальных сроках выполнения трахеостомии у пациентов на продленной ИВЛ до настоящего времени не выработано, а дискуссии по данному вопросу сохраняют актуальность. Аргументы сторонников раннего и позднего вмешательства не всегда подкреплены убедительными данными в отношении показаний, структуры осложнений и риска инфекционных процессов в верхних дыхательных путях. Кроме того, требуют уточнения исходы лечения, зависящие от удобства санации трахеостомы, субъективного комфорта больного, возможности раннего энтерального кормления, темпов восстановления самостоятельного дыхания и качества последующей реабилитации.

Таким образом, сохраняющиеся разногласия относительно показаний, сроков и техники трахеостомии при COVID-19, наряду с приоритетными задачами защиты персонала и профилактики осложнений, обуславливают необходимость продолжения исследований по оптимизации дифференцированного подхода и улучшению оперативных методик.

ГЛАВА 2

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Общая характеристика исследуемого материала

Исследование выполнено в государственном бюджетном учреждении здравоохранения «Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 имени профессора С. В. Очаповского» министерства здравоохранения Краснодарского края. Больные госпитализировались в анестезиолого-реанимационные отделения (АРО): АРО 1 (торакальное), АРО 2 (кардиологическое), АРО 3 (нейротравма), АРО 6 (общая реанимация), АРО 10 и 11 (COVID-19). В базовый анализ включены 502 пострадавших за 2 года (с 1 апреля 2020 г. по 27 июля 2022 г.), а с учетом ретроспективного анализа открытых трахеостомий, выполненных в районах Краснодарского края, общее количество пациентов в исследовании составило 941. В указанный период времени в больнице был развернут инфекционный госпиталь и было создано отделение для больных с COVID-19 и два реанимационных отделения. В исследование включены все больные, которым была выполнена дилатационная трахеостомия за данный период времени в реанимациях нашего медицинского учреждения. Классическая хирургическая трахеостомия в нашем учреждении не выполняется. За данный период времени через АРО 1, 2, 3, 6 прошло 11 982 пациентов, через АРО 10 и 11 – 4 311.

В зависимости от типа выполнения дилатационной трахеостомии пациенты (n=502) были разделены на две группы (модифицированная и классическая), в свою очередь внутри групп в зависимости от наличия или отсутствия COVID-19 пациенты были разделены на подгруппы. В третью группу включен ретроспективный анализ пациентов (n=439), которым была наложена открытая трахеостома в районах Краснодарского края в период с 2020 по 2022 гг.

Общее количество пациентов, включенных в сравнительный анализ, составило 941.

Группа 1 (исследуемая) – 197 пациентов, у которых дилатационная трахеостомия выполнена по модифицированной технологии:

– подгруппа 1.1 – 85 пациентов, проходивших лечение в специализированных реанимационных отделениях для пациентов с COVID-19.

– подгруппа 1.2 – 112 пациентов, без COVID-19, проходивших лечение в реанимационных отделениях ГБУЗ «НИИ-ККБ №1».

Группа 2 (сравнения) – 305 пациентов, у которых дилатационная трахеостомия выполнена по традиционной технологии дилатационной трахеостомии:

– подгруппа 2.1 – 86 пациентов, проходивших лечение в специализированных реанимационных отделениях для пациентов с COVID-19.

– подгруппа 2.2 – 219 пациентов, без COVID-19, проходивших лечение в реанимационных отделениях ГБУЗ «НИИ-ККБ № 1».

Группа 3 (ретроспективная, открытая трахеостомия, n=439) была включена в исследование в качестве исторического контроля с целью оценки абсолютного уровня геморрагических и поздних осложнений при открытой хирургической трахеостомии как методе, предшествующем внедрению дилатационных методик в краевой практике. Ввиду ретроспективного характера сбора данных и различия в условиях оказания помощи (районные стационары Краснодарского края) прямое сравнение с группами 1 и 2 по параметрам интенсивной терапии не проводилось.

Все пациенты в основной и групп сравнения находились в АРО, степень тяжести по шкале комы Глазго от 3 до 15 баллов.

Критерии включения:

✓ пациенты с терапевтической и хирургической патологией, а также с COVID-19, которым выполнялась трахеостомия; обоего пола;

✓ возраст от 18 лет;

✓ наличие подписанного информированного добровольного согласия пациента или его представителя.

Критерии не включения:

- ✓ пациенты без выполнения трахеостомий;
- ✓ детский возраст от 0 до 17 лет,
- ✓ пациенты, находящиеся в условиях, АРО без ИВЛ,
- ✓ пациенты, находящиеся в условиях, АРО на ИВЛ без трахеостомии.

При изучении гендерного распределения в сравниваемых группах было определено преобладание в сторону мужчин, но статистически значимых различий по данному критерию в группах не выявлено – сравниваемые группы были однородны по гендерному признаку (таблица 1).

Таблица 1 – Распределение по гендерному признаку

Группы, абс.	Пол, %		Критерий χ^2 для четырехпольных таблиц
	Муж.	Жен.	
Группа 1, n=197	66,5	33,5	$\chi^2=0,199$, p=0,656
Группа 2, n=305	64,3	35,7	

Пациенты сравниваемых групп были сопоставимы по возрасту и распределению по возрастным группам, статистически значимых различий по данному критерию в группах не выявлено (таблица 2).

Таблица 2 – Распределение пострадавших по возрасту

Возрастные категории по Всемирной организации здравоохранения	Группа 1 (n=197), абс. / %	Группа 2 (n=305), абс. / %	Критерий χ^2 для произвольных таблиц
18-44 года (молодой возраст)	16 (8,1%)	41 (13,4%)	$\chi^2=5,24$; df 4; p=0,264
45-59 лет (средний возраст)	62 (31,5%)	122 (40,0%)	
60-74 года (пожилой возраст)	67 (34,0%)	97 (31,8%)	
75-89 лет (старческий возраст)	50 (25,4%)	43 (14,1%)	
>90 лет (долгожители)	2 (1,0%)	2 (0,7%)	

При анализе распределения пациентов по месту первичной госпитализации установлено, что в обеих сравниваемых группах преобладали лица, переведенные в ГБУЗ «НИИ-ККБ № 1» из районных и городских больниц, что отражает характер потока госпитализации в краевое медицинское учреждение, куда поступают как жители города, так и наиболее тяжелые пациенты из других стационаров региона (таблица 3). Статистически значимых различий между группами по данному признаку не выявлено, в сравниваемых группах пациенты были равномерно распределены по месту первичной госпитализации.

Таблица 3 – Распределение по месту первичной госпитализации

Группы, абс.	Направление, %		Критерий χ^2 для четырехпольных таблиц
	город	село	
Группа 1, n=197	42,1	57,9	$\chi^2=0,183, p=0,669$
Группа 2, n=305	44,6	55,4	

Таким образом, пациенты, привлеченные к настоящему исследованию, были сопоставимы по возрасту, полу и месту первичной госпитализации, что позволило исключить влияние данных факторов на результаты исследования и провести корректный статистический анализ.

2.2 Общеклинические методы обследования и диагностики

Всем пациентам, госпитализированным в ГБУЗ «НИИ-ККБ № 1», было выполнено комплексное клинико-лабораторное и инструментальное обследование. При поступлении проводились сбор анамнеза, оценка характера травмы и давности заболевания, а также определение группы крови и резус-фактора. Лабораторная диагностика включала общий и биохимический анализы крови, исследование электролитного состава, тестирование на антитела к ВИЧ и гепатитам В, С, а также ПЦР-диагностику (полимеразная цепная реакция)

COVID-19. Инструментальное обследование состояло из мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) органов грудной клетки и фибробронхоскопии (с диагностической и санационной целью). МСКТ позволяла оценить степень, характер и объем поражения легочной ткани.

2.3 Используемое оборудование

– Наборы хирургического инструментария для проведения трахеостомии общехирургического профиля.

– Наборы для трахеостомии: Portex ULTRAperec Single Stage Dilator Technique Kit, Smiths Medical Dublin №№ 8,0; 8,5; 9,0.

– Ресурсы биохимических, бактериологических лабораторий многопрофильного стационара.

– Многофункциональные мониторы: Nihon, Dash 3000.

– Бронхоскопы: Olympus FB 15 – J10-101; Olympus BF TE 2 – 930.

– Аппараты искусственной вентиляции легких: Newport, Vela, Savina; наркозно-дыхательные аппараты: Ohmeda Aspire s/5, Saturn Evo, Artec; пульсоксиметры: BP 40, Perfusor fm B.Braun; газоанализатор – Bayer RapidLab 348.

– Компьютерные томографы: Siemens SOMATOM Definition Flash 256, GE Revolution EVO 64, Philips Ingenuity 64.

– Аспираторы: Армед 7А-23В-1, Ферропласт ОХ-10-«Я-ФП»-04.

2.4 Методы статистического анализа результатов исследования

Статистическая обработка и анализ клинических результатов проводились с использованием методов описательной и аналитической статистики. Описательная статистика включала вычисление среднего арифметического,

медианы, стандартного отклонения и других параметров, предназначенных для обобщения данных.

Объем выборки не рассчитывался проспективно, поскольку в исследование включались все последовательные пациенты, которым выполнялась дилатационная трахеостомия в указанный период. Достигнутый объем выборки ($n=502$ для основного проспективного анализа) обеспечил статистическую мощность не менее 80 % для выявления различий в частоте ранних кровотечений (0 % в группе 1 против 8,5 % в группе 2) при двустороннем критерии значимости $\alpha=0,05$.

Проверку распределений на нормальность осуществляли с помощью критерия Колмогорова-Смирнова (Z-критерий) и критерия Ливиня для оценки равенства дисперсий. В ходе исследования было установлено, что распределение большинства количественных признаков отличалось от нормального, поэтому для проверки статистических гипотез применялись методы непараметрической статистики.

Для выявления различий между двумя независимыми группами использовали U-критерий Манна-Уитни. При сравнении нескольких независимых подгрупп (в частности, при анализе показателей коагулограммы у пациентов с COVID-19 и без него) на первом этапе применяли H-критерий Краскела–Уоллиса. В случае обнаружения значимых различий и необходимости попарных сравнений использовали поправку Бонферрони для коррекции уровня значимости. Для анализа качественных признаков применяли критерий χ^2 (хи-квадрат), в том числе с поправкой Йетса для четырехпольных таблиц и точный критерий Фишера при малых ожидаемых частотах.

Статистически значимыми считали различия при уровне ошибки первого рода менее 5 % ($p<0,05$).

Обработка данных выполнялась с использованием персонального компьютера и программного обеспечения Microsoft Excel 2010 и SPSS 26.0 для Windows.

ГЛАВА 3

МЕТОДЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ДИЛАТАЦИОННЫХ ТРАХЕОСТОМИЙ

Оптимальным считается выполнение неоткрытых трахеостомий, а дилатационных, позволяющих уменьшить риск интраоперационной травмы и кровотечения, послеоперационного стеноза трахеи и улучшить косметические результаты. В ГБУЗ «НИИ-ККБ № 1» в реанимационных отделениях всем пострадавшим выполняется дилатационная трахеостомия.

3.1 Выполнение дилатационной трахеостомии классическим способом

В группе 2, разделенной на подгруппы 2.1 (86 пациентов с COVID-19) и 2.2 (219 пациентов без COVID-19), выполняли классическую трахеостомию. Операцию проводили по методу одноступенчатой дилатационной трахеостомии стандартным набором «ULTRAPERС» [151] (рисунки 1, 2).



Рисунок 1 – Внешний вид набора «ULTRAPERС»

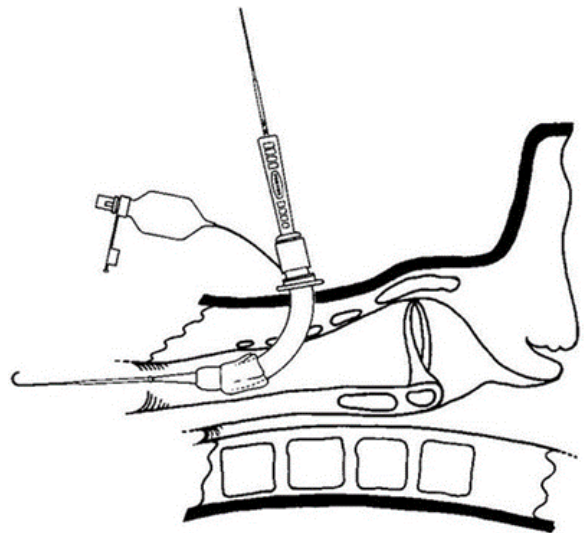


Рисунок 2 – Схема операции одноступенчатой дилатационной трахеостомии

Весь ход операции контролировали визуально через интубационную трубку с помощью фибробронхоскопа. Под контролем фибробронхоскопа интубационную трубку подтягивали до предполагаемого уровня выполнения трахеостомии. Скальпелем выполняли кожный разрез в проекции будущей стомы (рисунок 3); величина разреза соответствовала диаметру устанавливаемой трахеостомической трубки. Мягкие ткани расширяли зажимом Бильрота до претрахеальной фасции, после чего пунктировали переднюю стенку трахеи иглой с пластиковой канюлей 14 G (рисунок 4). Канюлю устанавливали в просвет трахеи, иглу удаляли. Через канюлю по методу Сельдингера проводили металлический гибкий проводник, затем канюлю удаляли.



Рисунок 3 – Выполнение поперечного разреза в проекции трахеостомии



Рисунок 4 – Расширение мягких тканей и вид света бронхоскопа



Рисунок 5 – Одевание на проводник расширителя



Рисунок 6 – Этапное расширение раны для трахеостомии

Формирование стомы осуществляли по проводнику с помощью серии специальных расширителей увеличивающегося диаметра, которые вводили последовательно (рисунок 7). Современной модификацией данной методики явилось применение одного конусообразного дилататора для одноэтапного формирования стомы (набор «ULTRAPERCS», Portex).

После формирования канала стомы (по методикам Сигли или Григза) по тому же проводнику устанавливали трахеостомическую трубку соответствующего размера. Отверстие в трахее соответствовало наружному диаметру трубки.



Рисунок 7 – Введение трахеостомической трубки

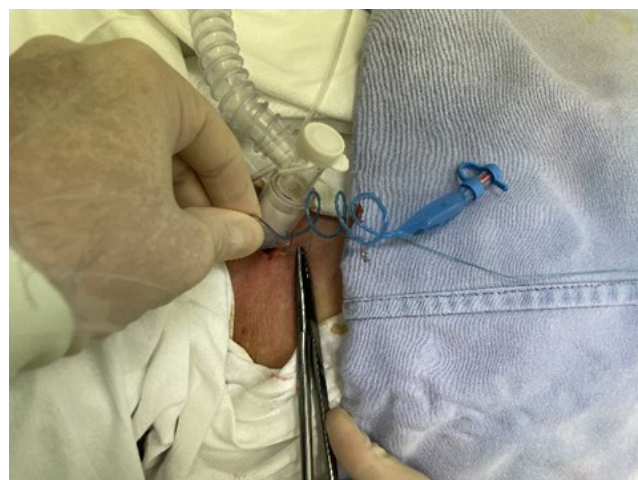


Рисунок 8 – Подшивание трахеостомы

Трахеостомическую канюлю фиксировали коже двумя отдельными узловыми швами (рисунок 8). Место канюляции закрывали повязками с растворами Йодопирона (Бетадина).

3.2 Новый метод выполнения дилатационной трахеостомии

В настоящем исследовании трахеостомия по разработанной нами технологии (патент на изобретение № 2818748 от 03.05.2024 г.) была выполнена у пациентов группы 1, разделенной на подгруппу 1.1 (85 пациентов с COVID-19) и подгруппу 1.2 (112 пациентов без COVID-19).

Разработанный «Способ выполнения дилатационной трахеостомии» был направлен на решение следующих задач: снижение травматичности путем нанесения насечки кожи 2 мм; улучшение местного гемостаза у больных с коагулопатиями на фоне гепаринотерапии; снижение риска гнойных осложнений трахеостомии за счет выполнения через минимальный доступ; уменьшение риска спонтанной деканюляции; улучшение косметического результата лечения; сокращение сроков лечения.

Сущность изобретения заключалась в том, что уровень дилатационной трахеостомии дополнительно определяли методом чрескожной транслюминации. После проведения в трахею проводника скальпелем выполняли насечку кожи длиной 2 мм в горизонтальной плоскости. После постановки трахеостомической трубки вокруг канюли накладывали непрерывный обвивной чрескожный шов.

Технический результат предложенного способа состоял в возможности дополнительного уточнения уровня трахеостомии, превентивной защиты пациентов от развития профузного кровотечения при коморбидных коагулопатиях и на фоне применения лечебных доз антикоагулянтов, снижении риска деканюляции, улучшении функциональных и косметических результатов лечения вследствие меньшей травматизации кожи.

Разработанный способ выполняли следующим образом (рисунки 9-16): под контролем фибробронхоскопа интубационную трубку подтягивали до уровня выполнения трахеостомии; уровень определяли как с помощью бронхоскопа, так и методом чрескожной транслюминации. Затем выполняли пункцию трахеи иглой с пластиковой канюлей 14 G. Канюлю устанавливали в просвет трахеи, иглу удаляли. Через канюлю по методу Сельдингера проводили металлический гибкий проводник, после чего канюлю удаляли. Скальпелем выполняли насечку кожи длиной 2 мм в горизонтальной плоскости, затем проводили расширение мягких тканей преддилататором. Формирование стомы осуществляли одним конусообразным дилататором для одноэтапного формирования стомы (набор «Ультраперк», Portex).



Рисунок 9 – Обработка и обкладывание операционным бельем операционного поля



Рисунок 10 – Определение уровня трахеостомии с использованием чрескожной транслюминацией

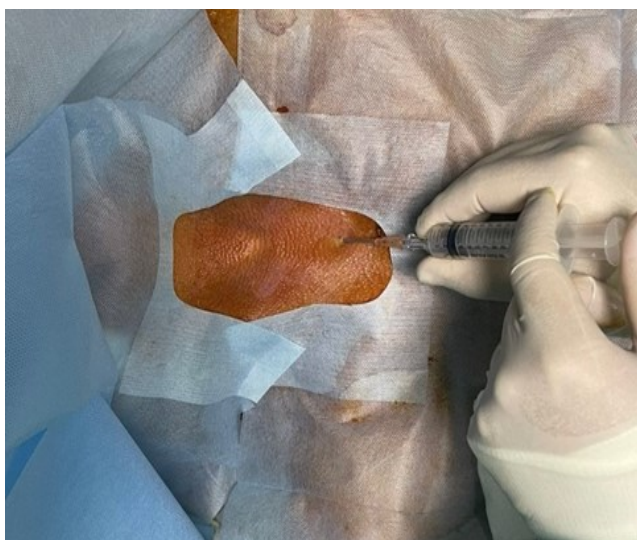


Рисунок 11 – Пункция трахеи иглой с пластиковой канюлей 14 G

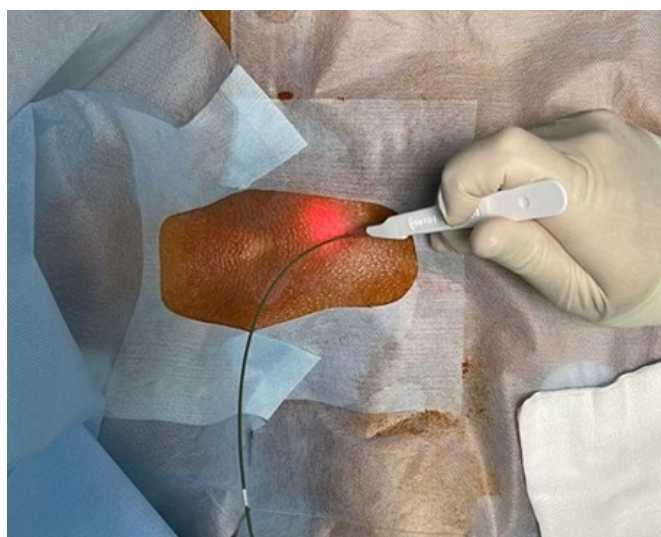


Рисунок 12 – Насечка кожи 2 мм в горизонтальной плоскости

После формирования канала стомы (по методикам Сигли или Григза) по тому же проводнику устанавливали трахеостомическую трубку соответствующего размера. Вокруг трахеостомической канюли накладывали непрерывный обвивной чрескожный шов.

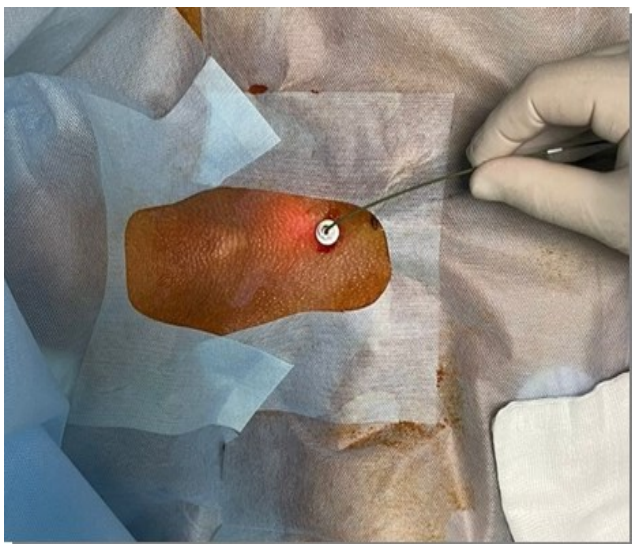


Рисунок 13 – Расширение мягких тканей преддилататором



Рисунок 14 – Формирование стомы дилататором



Рисунок 15 – Непрерывный обвивной чрескожный шов



Рисунок 16 – Вид через 4 месяца после деканюляции

3.3 Биомеханическое обоснование авторской методики дилатационной трахеостомии

При разработке предложенного способа мы руководствовались тремя основными принципами, направленными на обеспечение герметичности и компрессии в зоне установки трахеостомической трубки: сохранение

коллагеновой решетки дермы, создающей компрессионное усилие на канюлю; ликвидация перистомального мертвого пространства, в котором обычно формируются гематомы; и обеспечение плотного контакта тканей с канюлей на всем протяжении, что создает условия для пассивной тампонады пересеченных претрахеальных сосудов.

Минимальный кожный разрез 2 мм в сочетании с непрерывным циркулярным швом вокруг трахеостомической канюли формировал эффективную систему механического гемостаза, в том числе и у пациентов с коагулопатией. Это было особенно важно, так как у больных COVID-19, получавших антикоагулянтную терапию, фармакологический гемостаз был нарушен, а традиционная диссекция тканевых слоев закономерно повышала риск развития кровотечения.

Стандартные протоколы пункционно-дилатационной трахеостомии (ПДТ) предполагают горизонтальный разрез кожи длиной 1,5-2,0 см с последующей тупой диссекцией зажимом через претрахеальные ткани. Разрез 2 мм полностью исключал этап диссекции, опираясь вместо этого на поэтапную дилатацию по проводнику через интактные тканевые слои. С точки зрения биомеханики это различие носило принципиальный характер.

Кожа ведет себя как предварительно напряженная композитная мембрана. Коллагеновые волокна дермы формируют решетку типа «корзиночного плетения», находящуюся под постоянным статическим натяжением и ориентированную вдоль линий Лангера. В исследовании, посвященном пункционным биопсиям кожи, было показано, что раны, размер которых меньше «ромбовидной единицы» кожи, фактически сокращаются в площади: площадь раны оказалась меньше площади инструмента в 90,3 % случаев, а минимальный диаметр – меньше в 97,7 % случаев [233]. Механизм данного феномена прост: когда разрез достаточно мал, чтобы сохранить окружающую решетку структурно целой, натяжение отдельных дермальных коллагеновых пучков создает суммарную центростремительную компрессию. Более крупный разрез разрушает эту решетку за критическим порогом, и рана начинает зиять. Установлено, что

зияние 5 мм и более свидетельствует о значительной потере натяжения и является предиктором формирования широкого рубца [70, 94, 204].

Применительно к предложенной методике разрез 2 мм позволяет сохранить практически всю коллагеновую решетку. Когда дилататор, а затем канюля (наружный диаметр 10-12 мм) проходят через этот разрез, окружающая ткань растягивается, но не утрачивает структурной непрерывности. Интактные эластические волокна и коллагеновые пучки оказывают центростремительное возвратное усилие на канюлю – ту самую силу, которая вызывает контракцию ран после пункционной биопсии [233]. Напротив, разрез длиной 15-20 мм пересекает достаточное количество волокон решетки, в результате чего кожа утрачивает способность генерировать значимое компрессионное усилие, а края раны ретрагируются от канюли, создавая зазор, заполняющийся кровью.

Вторым немаловажным моментом в реализации метода является не рассечение, а тупая дилатация, которая разделяет ткани по естественным плоскостям наименьшего сопротивления, раздвигая волокна, а не пересекая их. Волокна остаются непрерывными – растянутыми, но не разорванными – и оказывают эластическое возвратное усилие на дилатирующий объект [245].

Этот принцип хорошо изучен в методике Сельдингера для сосудистого доступа. Поэтапное расширение чрескожного тракта распределяет механическое напряжение по стенке сосуда и окружающим тканям, уменьшая травму. После удаления катетера дилатированный тракт спадается под действием тканевого рекойла и формирует естественный гемостатический замок – образование тромбоцитарной пробки и тромбоз тракта происходит в течение нескольких минут [249, 259]. Перекрывающиеся тканевые слои, лишь раздвинутые, а не пересеченные, сохраняют свою структурную целостность и обеспечивают компрессию места пункции.

В контексте трахеостомии многочисленные обзоры подтверждают, что трахеостомическая трубка плотно прилегает к стоме, а меньшая диссекция и травматизация тканей «вероятно, ответственны за благоприятные исходы, описанные в краткосрочных и долгосрочных исследованиях» [204]. Интерфейс

«канюля–стома» функционирует как циркулярная тампонада: радиальная тканевая компрессия пассивно окклюзирует мелкие кровотокающие сосуды в перистомальных мягких тканях [130, 142].

Следует также учитывать, что передняя шейная область между перстневидным хрящом и грудиной содержит богатую, вариабельную и нередко не видимую невооруженным глазом сосудистую сеть. Понимание этой анатомии объясняет, почему минимальное нарушение тканей является не просто желательным, а протективным. Слои, через которые проходит инструмент при трахеостомии (кожа, подкожная жировая клетчатка, подкожная мышца шеи, глубокая фасция, инфрагиоидные мышцы (грудино-подъязычная и грудино-щитовидная), претрахеальная фасция и перешеек щитовидной железы), являются потенциальными источниками кровотечения. Передние яремные вены располагаются приблизительно в 1 см латеральнее средней линии, визуализируются на КТ у 98,3 % пациентов и могут достигать калибра до 1,62 см [290]. В классическом анатомическом исследовании Краузен А. С. (1976) каждый без исключения препарат имел от 1 до 5 вен, перекрывающих трахею непосредственно ниже перешейка щитовидной железы; в 7 из 10 случаев обнаруживалась крупная щитовидная непарная вена (*vena thyroidea ima*); а в 6 из 10 – венозные притоки непосредственно над перстнещитовидной мембраной [152]. Эти сосуды, собирательно названные «главными стражами шейной трахеи», залегают в претрахеальной жировой клетчатке и неизменно встречаются при любой диссекции, распространяющейся ниже перешейка.

В исследовании Флинта А. К. и соавт. (2018), включавшем 343 пациента, у 41 % был обнаружен сосуд, перекрывающий стандартное место введения при чрескожной трахеостомии [64]. Предпроцедурное ультразвуковое исследование изменяет запланированное место пункции в 24-32 % случаев [135]. Щитовидная непарная артерия (*arteria thyroidea ima*), присутствующая примерно у 3,8 % взрослых, диаметром 3-5 мм и восходящая по передней поверхности трахеи, неоднократно являлась причиной фатальных кровотечений при трахеостомии [247]. Высокое расположение плечеголового ствола, аберрантная

правая подключичная артерия и варианты конфигурации передних яремных вен добавляют дополнительную непредсказуемость.

Стандартный разрез 15-20 мм с последующей диссекцией зажимом пересекает все эти тканевые слои на значительной площади, создавая латеральное разведение тканей, способное повредить вены, проходящие в претрахеальной жировой клетчатке. В исследовании Мухаммада Дж. К. и соавт. (2000) из 497 ПДТ нижняя щитовидная вена была идентифицирована как частый источник кровотечения. При сравнительном анализе минимально инвазивной и традиционной трахеостомии было показано, что осложнения при обычной широкой диссекции (перистомальное кровотечение, подкожная эмфизема) были связаны именно с обширным повреждением тканей (18,87 % ранних осложнений против 8,82 % при минимальном доступе) [199, 216].

Таким образом, при разрезе 2 мм с последующей дилатацией по проводнику существенно ограничивается повреждение тканей. Передние яремные вены, претрахеальное венозное сплетение и щитовидные сосуды при этом остаются интактными в своих фасциальных футлярах.

Другим важным элементом предлагаемой методики, с нашей точки зрения, явился циркулярный непрерывный шов, размещенный циркулярно вокруг трахеостомической канюли. При этом ткани прижимаются к наружной поверхности канюли, формируя мягкотканную герметизирующую манжету. Исследования различных швов при закрытии ран показывают, что кисетные швы уменьшают размер раневого дефекта в среднем до 79 % от исходного [191]. Зазор между наружной поверхностью канюли и стенками мягких тканей представляет собой мертвое пространство, которое является основным фактором формирования гематом. Исследование «случай–контроль» на 200 хирургических пациентах показало, что швы, ликвидирующие мертвое пространство, снижают частоту образования сером с 74 % до 26 % ($p < 0,001$) [119]. Еще Halsted в 1890 году провозгласил ликвидацию мертвого пространства «почти универсально признанным принципом хирургии» [133].

Еще одним немаловажным фактором, который следует учитывать при трахеостомии, является развитие подкожной эмфиземы, которая возникает вследствие поступления воздуха в фасциальные пространства при искусственной вентиляции легких с положительным давлением и возникшем на этом фоне пневмотораксе. Стандартная практика нередко предполагает оставление кожи незакрытой для выхода воздуха [114].

Случайная деканюляция встречается в 0,7-20 % трахеостомий и сопровождается летальностью до 8,6 % у педиатрических пациентов [93]. Стандартная фиксация шейными тесемками или швами к фланцу обеспечивает только 2-4 точки крепления. Предложенный циркулярный шов обеспечивает надежную фиксацию, так как ткани в зоне шва создают равномерное сопротивление при вытягивании во всех направлениях. Клинические исследования показали, что случайная деканюляция наблюдалась у 31,8 % пациентов без фиксации швами по сравнению с 4,5 % при фиксации швами [80, 143].

Немаловажным фактором, с нашей точки зрения, является влияние минимального доступа на заживление раны и резистентность к инфекции. Как известно, скорость эпителизации обратно пропорциональна размеру раны. Хорошо адаптированные линейные раны реэпителизируются за 24-48 часов, поскольку дистанция миграции кератиноцитов составляет субмиллиметровые величины [248]. Измерения *in vitro* показывают, что реэпителизация протекает со скоростью 338 мкм/сутки; малые раны достигают 100 % закрытия к 4-5 суткам [165]. Это и реализовано в предложенной методике.

Резистентность к инфекции пропорциональна степени минимальности раны. Кокрейновский обзор показал, что чрескожная трахеостомия снижает частоту раневой инфекции/стомита на 76 % по сравнению с хирургической трахеостомией (ОР 0,24; $p < 0,00001$) [203]. Это согласуется с данными из всех хирургических дисциплин: лапароскопические методики снижают частоту инфекций области хирургического вмешательства на 72 % (по данным базы National Surgical Quality Improvement Program (Национальная программа

улучшения качества хирургии, США), ОШ 0,28), а 84 % сравнительных исследований демонстрируют статистически значимое уменьшение инфекционных осложнений при минимально инвазивной хирургии [154]. Механизмы включают уменьшение площади поверхности бактериальной колонизации, лучшую адаптацию тканей (устранение богатого белком мертвого пространства, которое служит питательной средой для бактерий) и сохраненную локальную иммунную функцию в неповрежденной ткани.

Чрезвычайно важной задачей при разработке авторской методики было сохранение целостности хрящевых колец трахеи как фактор профилактики стеноза. Стеноз трахеи после трахеостомии развивается в определенной патологической последовательности: повреждение хряща → хондрит → грануляционная ткань → фиброз → сужение просвета. В аутопсийном исследовании Ван Хёрна Л. В. Э. и соавт. перелом хрящевых колец трахеи был обнаружен у 11 из 12 пациентов после стандартной ПДТ, с деструкцией колец у всех 8 пациентов, находившихся на канюляции более 10 суток [189]. Однако клинично-патологическое исследование Вальца М. К. и Шмидта У. на 42 трахеальных препаратах уточнило, что типичным повреждением трахеи при ПДТ является поперечный межхрящевой разрыв, тогда как протяженные хрящевые дефекты редки, «что может объяснять низкую частоту стеноза трахеи после ПДТ» [300].

Ключевой переменной является степень усилия, прилагаемого при дилатации. Разрез 2 мм сам по себе не влияет на целостность хрящевых колец, поскольку кольца располагаются глубже кожного разреза. Однако сам подход, реализованный в методике минимального разреза (минимальное усилие, минимальное нарушение), распространяется и на этап интратрахеальной дилатации. Кумар П. и соавт. продемонстрировали это в своей модифицированной методике для пациентов с коагулопатией: они останавливали дилатацию на отметке 38 Fr, а не на полной обозначенной отметке, предотвращая передилатацию. Данная ограниченная дилатация обеспечила частоту

минимальных кровотечений 3,2 % даже в когорте, где 53 % пациентов имели коагулопатию [212].

Формирование грануляционной ткани, которое описывается в 4-80 % трахеостомий в зависимости от популяции и длительности наблюдения, обусловлено персистирующим воспалением на границе «трубка-ткань». Молекулярные медиаторы включают трансформирующий ростовой фактор – TGF- β_1 (повышенная экспрессия в эпителиальных и подслизистых слоях) и фактор роста эндотелия сосудов – VEGF (максимальная экспрессия в подслизистых слоях), что сопровождается усиленным рекрутированием фибробластов и неоваскуляризацией [130]. Супрастомальная грануляция возникает, в частности, при повреждении задней стенки трахеи дилататором или проводником, а также при пролабировании фрагментов поврежденного хряща в просвет трахеи. Минимальная исходная травма тканей уменьшает воспалительную реакцию, которая запускает этот каскад, а плотное прилегание канюли к стоме снижает подвижность трубки, вызывающую хроническое раздражение слизистой оболочки.

Исследование проводилось в период пандемии COVID-19, вызванной вирусом SARS-CoV-2. В этот период пришлось столкнуться с еще одной крайне важной проблемой – COVID-ассоциированной коагулопатией (САС). Данное состояние представляет собой парадокс: заболевание носит преимущественно протромботический характер (повышение уровня фибриногена, увеличение D-димера у >95 % пациентов в отделениях реанимации и интенсивной терапии, усиленная генерация тромбина), однако при выполнении трахеостомии у таких пациентов частота кровотечений возрастает. Разрешение этого парадокса кроется в ятрогенной антикоагуляции, которая необходима для коррекции протромботического статуса. Терапевтические дозы эноксапарина или нефракционированного гепарина, назначаемые для профилактики венозных тромбоэмболий (частота которых достигает 31-34 % даже на фоне профилактических доз антикоагулянтов), создают фармакологический риск

кровотечения. Этот риск наслаивается на эндотелиальную дисфункцию, обусловленную прямой SARS-CoV-2-индуцированной эндотелиопатией [226].

Описания частоты кровотечений в сериях трахеостомий при COVID-19 варьируют от 2,6 % (испанская мультицентровая когорта из 1 890 пациентов) до 30 % (мадридский одноцентровый опыт, включая отсроченные кровотечения), причем кровотечения составляли 52 % всех осложнений в метаанализе, включившем 3 929 пациентов [184, 178]. Более высокая частота кровотечений коррелируют с более интенсивной антикоагулянтной терапией: в когорте 81 % пациентов с кровотечением получали высокие дозы низкомолекулярных гепаринов [242]. Механический гемостаз позволяет нивелировать нарушения, связанные с системой гемостаза [61, 157]. Наиболее показательно исследование Praveen Kumar и соавт., выполнивших ПДТ у 652 пациентов (345 с коагулопатией: $\text{MHO} \geq 1,5$ или тромбоциты $\leq 50 \times 10^9/\text{л}$) с использованием модифицированной методики минимального повреждения. Результат: лишь 3,2 % незначительных кровотечений, ни одного случая, потребовавшего трансфузии, и ни одного перехода на хирургическую трахеостомию [212].

Таким образом, в предложенной методике была впервые реализована конвергентная система пяти взаимоусиливающих эффектов:

1. Минимальный разрез с сохранением коллагеновой решетки дермы, обеспечивает пассивную центростремительную компрессию тканей.
2. Дилатация по проводнику через интактные тканевые слои сохраняет непрерывность эластических волокон и радиальное возвратное сопротивление.
3. Циркулярный шов создает активную радиальную компрессию по принципу кيسетного шва.
4. Ликвидация мертвого пространства предотвращает формирование гематом – основного фактора отсроченного кровотечения и инфекции.
5. Круговая фиксация предотвращает случайную деканюляцию в критические первые 7 суток.

Анализ доступной литературы показал, что публикаций, описывающих именно данную комбинацию двух модификаций, ранее не встречалось, что подтверждает новизну предложенного технического решения.

ГЛАВА 4

РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ
ДИЛАТАЦИОННЫХ ТРАХЕОСТОМИЙ4.1 Основные результаты лечения реанимационных больных с
дилатационными трахеостомиями

В зависимости от тяжести общего состояния пациентов выставлялись показания для перевода на искусственную вентиляцию легких. При длительной ИВЛ устанавливалась дилатационная трахеостомия. В таблице 4 представлены результаты продолжительности ИВЛ до установки трахеостомы. Время составило от 2 до 4 суток, статистически значимых различий по данному критерию в группах не выявлено.

Таблица 4 – Продолжительность искусственной вентиляции легких до выполнения дилатационной трахеостомии

Группы, абс.	Время искусственной вентиляции легких до трахеостомии (сутки), Me (25%; 75%)	U-критерий Манна-Уитни
Группа 1, n=197	3 (2; 4)	U=26732, p=0,296
Группа 2, n=305	3 (2; 4)	

По результатам проведенного анализа также учитывалась третья группа пациентов (группа 3, n=439), которым была выполнена открытая (традиционная) хирургическая трахеостомия. Данные этой группы включены для сравнительной оценки частоты осложнений (особенно кровотечений) с дилатационными методиками. Ряд показателей в исследуемых группах мы определяли только у пациентов с благоприятными исходами.

Группа 1 (исследуемая) – 197 пациент, трахеостомия выполнена по модифицированной технологии, летальность в группе составила 43,1 % (умерло 85, выздоровело 112):

– подгруппа 1.1 – 85 пациентов, COVID-19, летальность в подгруппе – 87,1% (умерло 74, выздоровело 11);

– в подгруппе 1.2 – 112 пациентов, без COVID-19, летальность в группе – 9,8 % (умерло 11, выздоровело 101);

Группа 2 (сравнения) – 305 пациентов, трахеостомия выполнена по классической технологии, летальность – 64,6 % (умерло 197, выздоровело 108).

– подгруппа 2.1 – 86 пациентов, COVID-19, летальность в группе – 88,4 % (умерло 76, выздоровело 10).

– подгруппа 2.2 – 219 пациентов, без COVID-19, летальность в группе – 55,2 % (умерло 121, выздоровело 98).

Продолжительность ДТС (была оценена среди пациентов с благоприятными результатами лечения) составила от 1 до 34 суток, статистически значимых различий по данному критерию в группах не выявлено. Результаты представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Продолжительность искусственной вентиляции легких через дилатационной трахеостомии

Группы, абс.	Продолжительность дилатационной трахеостомии (сутки), Me (25%; 75%)	U-критерий Манна-Уитни
Исследуемая группа, n=112	11 (8; 15)	U=4829, p=0,201
Группа сравнения, n=108	12 (7; 16)	

Также у всех выживших мы проанализировали количество перевязок в области ДТС. Данная хирургическая манипуляция – перевязка говорит о степени кровоточивости раны. Несмотря на то, что продолжительность ДТС составила от 1 до 34 суток, у пациентов в группе, где была применена модифицированная система ДТС, было выполнено меньшее количество перевязок (что отражает меньшую кровоточивость из раны) в области ДТС, результаты представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Число смены повязок вокруг трахеостомы (сравнение в группах)

Группы, абс.	Количество перевязок (абс.), Me (25%; 75%)	U-критерий Манна-Уитни
Исследуемая группа, n=112	12 (11; 14)	U=281, p<0,0001
Группа сравнения, n=108	24 (23; 24)	

В группе 1 количество перевязок было меньше в 2 раза в сравнении с группой 2, данные результаты статистически значимы, что говорит о преимуществе предложенной методики проведения ДТС (уменьшении кровоточивости из раны).

Аналогичные результаты получены по данному параметру и при сравнении в подгруппах на рисунке 17 представлено общее количество перевязок в исследуемых подгруппах при проведении ИВЛ через ДТС.

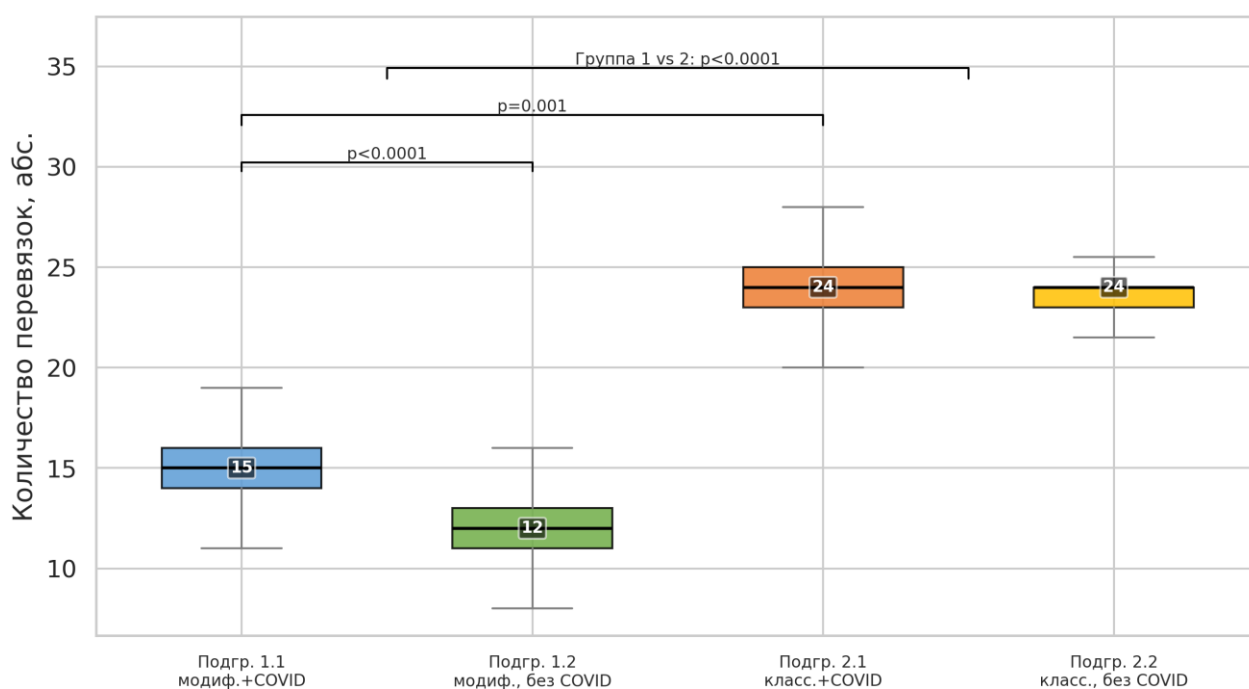


Рисунок 17 – Число смены повязок вокруг трахеостомы (сравнение в подгруппах)

В подгруппах, где была применена модифицированная система ДТС, было выполнено меньшее количество перевязок в области ДТС в сравнении с классической технологией однако у пациентов подгруппы 1.1 (с COVID-19) было

выполнено в 1,25 раза больше перевязок в сравнении с пациентами подгруппы 1.2 (без COVID-19) ($U=44$, $p<0,0001$). В тоже время у пациентов подгруппы 1.1 было выполнено в 1,6 раза меньше перевязок в сравнении с пациентами подгруппы 2.1 (с COVID-19) ($U=6,5$, $p=0,001$).

Таким образом, полученные данные показывают, что применение модифицированной технологии ДТС позволяет достоверно снизить кровоточивость в области трахеостомной раны.

Так же мы оценивали сроки деканюляции среди выживших пациентов. Деканюляция была выполнена в период от 5 до 35 суток, по данному критерию были получены статистически значимые различия в группах (таблица 7).

Таблица 7 – Время деканюляции в группах

Группы, абс.	Деканюляция (сутки), Me (25%; 75%)	U-критерий Манна-Уитни
Исследуемая группа, n=112	16 (12; 19)	U=3969 p<0,001
Группа сравнения, n=108	12 (5; 17)	

Деканюляция (среди выживших) изучена в группах, было выявлено статистически значимое различие в зависимости от метода установки ДТС, у пациентов группы 1 с модифицированной методикой ДТС, деканюляция была выполнена позже на 4 суток.

В подгруппах, где была применена модифицированная система ДТС, деканюляция была выполнена в более поздние сроки, в ряде случаев это было связано с тем, что классический метод, как правило, выполнялся у профильных больных с преобладанием кардиальной и торакальной патологией, а модифицированная методика у больных с нейротравмой и пациентов с COVID-19.

Время эпителизации раны после деканюляции составило от 6 до 8 суток в группе 1 и от 11 до 14 суток в группе 2, различия по данному показателю статистически значимы, таблица 8.

Таблица 8 – Сутки эпителизации в группах

Группы, абс.	Эпителизация (сутки), Me (25%; 75%)	U-критерий Манна-Уитни
Исследуемая группа, n=112	7,0 (6,0; 8,0)	U=1019, p<0,0001
Группа сравнения, n=108	12,0 (11,0; 14,0)	

Эпителизация раны в подгруппах продемонстрировала преимущества нашей методики. Время эпителизации раны после деканюляции составило от 6 до 8 суток в подгруппах, где была применена модифицированная методика ДТС и от 11 до 14 суток в подгруппах, где была применена традиционная методика ДТС, по данному показателю статистически значимы (рисунок 18).

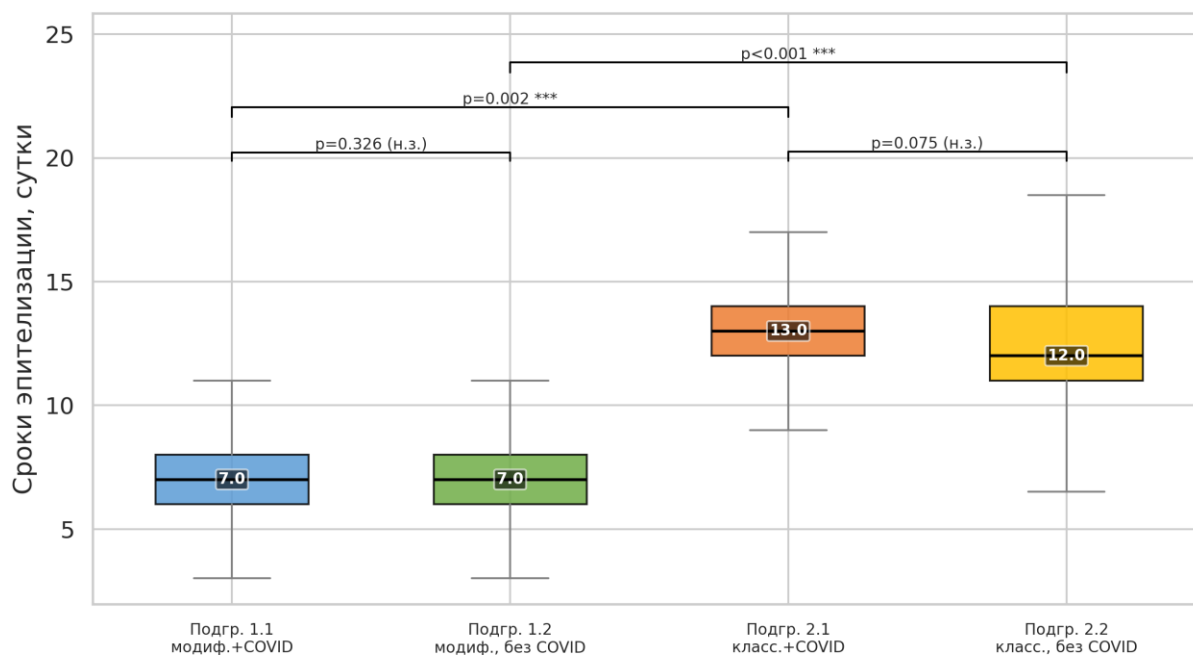


Рисунок 18 – Сроки эпителизации раны после проведения дилатационной трахеостомии в подгруппах

Следует отметить, что при попарном сравнении подгрупп в зависимости от методики ДТС мы не получили статистически значимой разницы:

- подгруппа 1.1 и подгруппа 1.2 U=459, p=0,326 разницы не выявлено;
- подгруппа 2.1 и подгруппа 2.2 U=332, p=0,075 разницы не выявлено.

Определены статистически значимые отличия в сроках эпителизации в каждой группе в зависимости от методики ДТС и наличия или отсутствия COVID-19:

– подгруппа 1.1 и 2.1 $U=12,0$, $p=0,002$ выявлены статистически значимые различия;

– подгруппа 1.2. и 2.2 $U=1530,0$, $p<0,001$ выявлены статистически значимые различия.

При анализе коагулограммы в исследуемых подгруппах в день выполнения ДТС были получены следующие результаты, следует отметить, что сравнительному анализу были подвергнуты подгруппы, разделенные по признаку наличия или отсутствия COVID-19, данные представленные в таблице 9.

Таблица 9 – Анализ коагулограммы в исследуемых группах

Показатели коагулограммы подгруппы	Тромбоциты (тыс./мкл.)	АЧТВ (сек.)	МНО (отн. ед.)	ПТВ (сек.)	Фибриноген (г/л)	Д-димер (нг/мл)
	Me (25%; 75%)					
Подгруппа 1.1, n=85	165 (120; 210)	34 (31; 38)	1,15 (1,05; 1,25)	13,2 (12,4; 14,5)	6,4 (5,2; 7,0)	1540 (980; 2450)
Подгруппа 1.2*, n=112	160 (120; 180)	28 (25; 37)	1,04 (0,9; 1,11)	11,9 (10,9; 12,4)	2,9 (2,6; 3,7)	472 (401; 473)
Подгруппа 2.1, n=86	160 (115; 205)	35 (30; 39)	1,18 (1,02; 1,28)	13,5 (12,1; 14,8)	6,0 (4,9; 6,9)	1580 (960; 2600)
Подгруппа 2.2*, n=219	160 (120; 180)	30 (25; 37)	1,07 (1,01; 1,11)	11,1 (9,9; 12,3)	2,9 (2,4; 3,7)	467 (371; 476)
U-критерий Манна-Уитни	$U=3155,5$ $p=0,114$	$U=3368,5$ $p=0,354$	$U=3585,5$ $p=0,818$	$U=3455,5$ $p=0,535$	$U=3160,0$ $p=0,124$	$U=3408,5$ $p=0,445$
U-критерий Манна-Уитни*	$U=12176,0$ $p=0,914$	$U=11816,0$ $p=0,584$	$U=10967,0$ $p=0,113$	$U=10954,0$ $p=0,111$	$U=12221,5$ $p=0,959$	$U=11738,5$ $p=0,522$
Примечание – * – U-критерий Манна-Уитни рассчитан для сравнения подгрупп 1.2 и 2.2 без COVID-19, в то время как U-критерий Манна-Уитни без звездочки указан для подгрупп 1.1 и 2.1 с COVID-19; АЧТВ – активированное частичное тромбопластиновое время; МНО – международное нормализованное отношение; ПТВ – протромбиновое время.						

Анализ коагулограммы демонстрировал классическую картину COVID-индуцированной коагулопатии (рисунок 19-22): выраженную

гиперфибриногемии выраженную гиперфибриногемии (медиана 6,0-6,4 г/л в COVID-подгруппах) и резкое повышение уровня D-димера (медиана 1540-1580 нг/мл), отражающие массивное внутрисосудистое тромбообразование и эндотелиит. При этом плазменные факторы свертывания (АЧТВ, ПТВ) на фоне применения высоких терапевтических доз эноксапарина (1,6 мл/сут.) оставались в пределах референсных значений или были умеренно пролонгированы, что подтверждает адекватность проводимой антикоагулянтной терапии, которая, тем не менее, не приводила к увеличению частоты геморрагических осложнений при использовании модифицированной методики ДТС. Несмотря на наличие выраженной коагулопатии (медиана D-димера в COVID-подгруппах составила 1540-1580 нг/мл, что более чем в 3 раза превышает значения у пациентов без COVID-19) и применение высоких доз антикоагулянтов, в исследуемой группе 1 (модифицированная ДТС) не было зафиксировано массивных кровотечений, в то время как при использовании классической ДТС (группа 2) частота геморрагических осложнений составила 8,5%, а при открытой хирургической методике (группа 3) – 18,0 %.

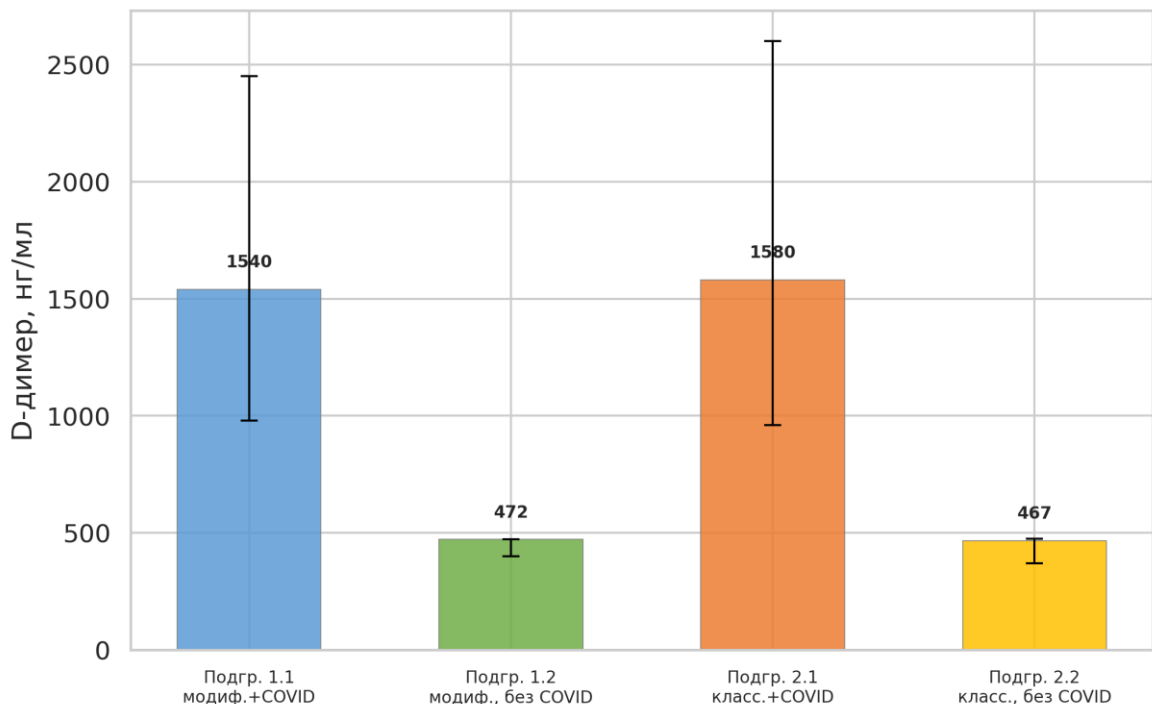


Рисунок 19 – Зависимость тяжести кровотечений от уровня D-димера

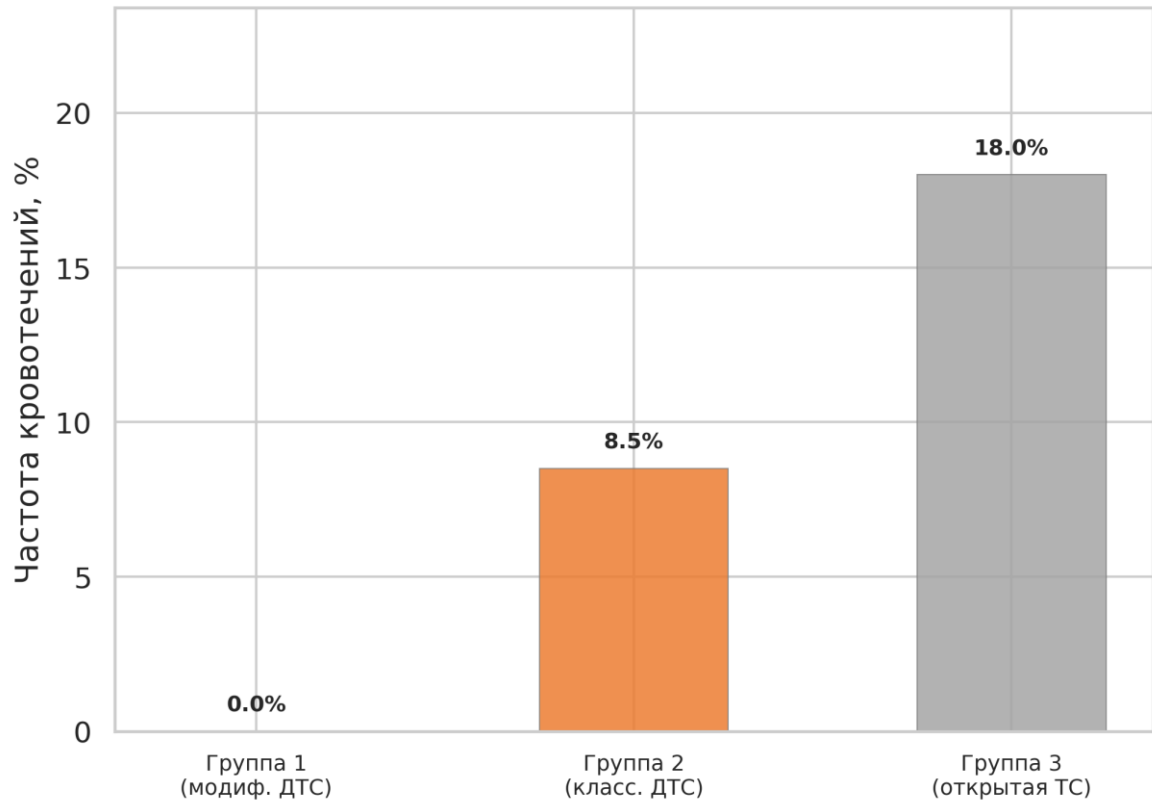


Рисунок 20 – Частота возникновения кровотечений в зависимости от методики трахеостомии

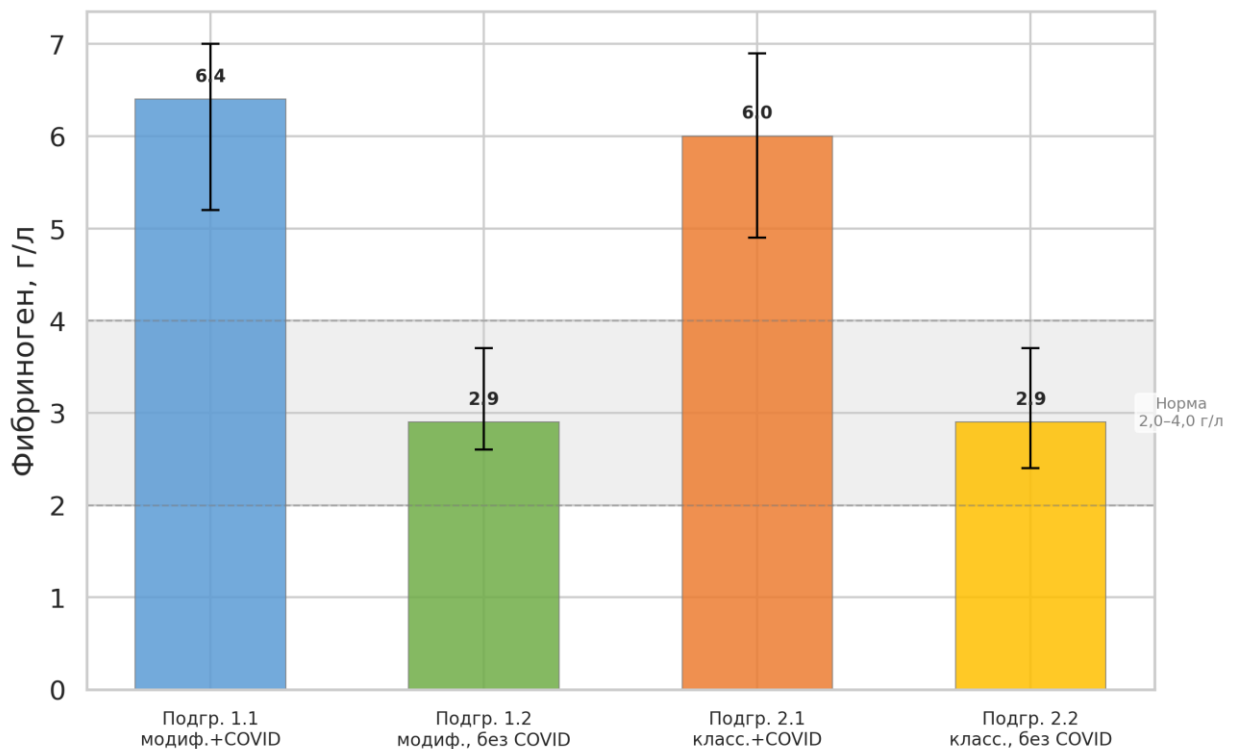


Рисунок 21 – Уровень фибриногена и тяжесть кровотечений

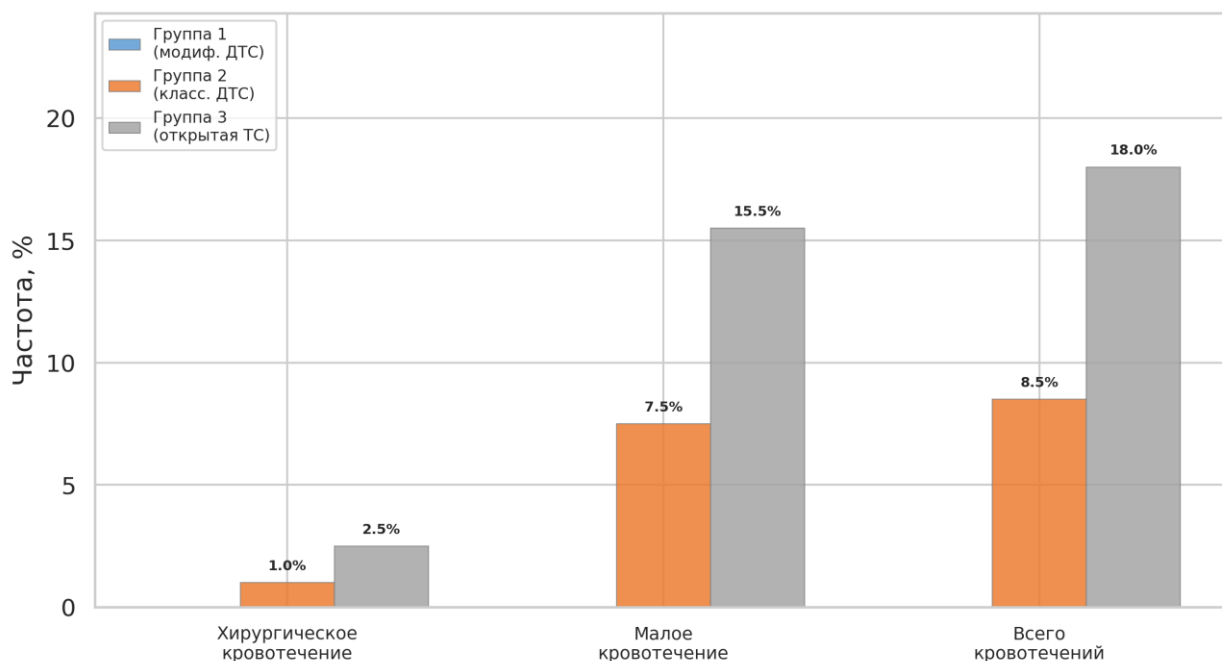


Рисунок 22 – Частота ранних осложнений (кровотечений) в зависимости от методики трахеостомии

В то же время были выявлены существенные статистические различия в показателях коагулограммы между пациентами с COVID-19 и без него (критические значения критерия Краскела-Уоллиса составили от 320,6 до 340,4, $p < 0,0001$), выявленные статистические отличия во многом связаны с особенностями лечения пациентов с COVID-19, а именно с проводимой антикоагуляционной терапией.

При этом уровень тромбоцитов был сопоставим во всех четырех подгруппах (медианы 160–165 тыс./мкл, рисунок 23), тогда как существенные статистические различия между пациентами с COVID-19 и без него определялись по показателям фибриногена и D-димера (критерий Краскела-Уоллиса $H=320,6-340,4$, $p < 0,0001$), внутри когорт с одинаковым инфекционным статусом базовые показатели гемостаза были сопоставимы. Однако важно отметить, что пациенты без COVID-19 также находились в критическом состоянии и могли иметь тромбоцитопению, обусловленную другими причинами: сепсис, полиорганная недостаточность, массивная кровопотеря, ДВС-синдром иной этиологии.

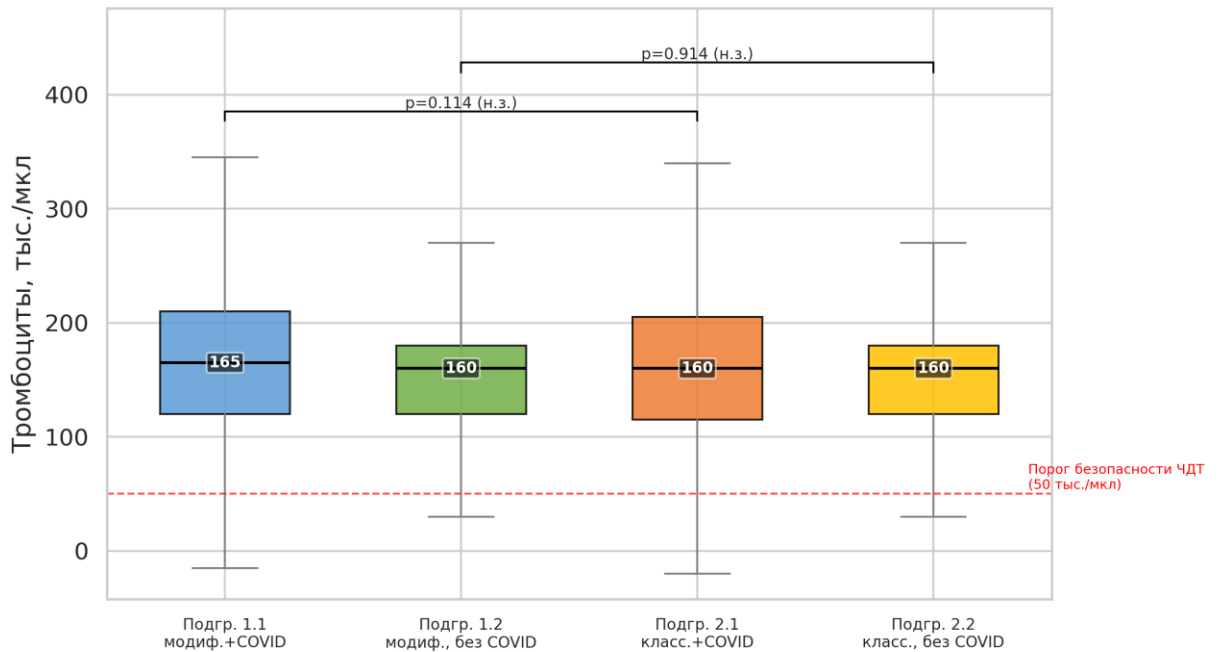


Рисунок 23 – Анализ уровня тромбоцитов в исследуемых группах

Несмотря на системную коагулопатию на фоне инфекции, модифицированная методика ДТС обусловила меньшую кровоточивость из раны: она потребовала в 2 раза меньше перевязок при сравнении всей группы 1 с группой 2 ($U=281$, $p<0,0001$), и в 1,6 раза меньше перевязок при прицельном сравнении пациентов подгрупп 1.1 (с COVID-19) и 2.1 (с COVID-19) ($U=6,5$, $p=0,001$).

В стандарты лечения больных входит антикоагуляционная терапия, которая при COVID-19 имеет большие дозировки. Больным в каждой группе применялся эноксапарин. Анализ антикоагуляционной терапии (эноксапарин / дозировка) представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Дозировка эноксапарина в исследуемых группах

Группы, абс.	Дозировка эноксапарина, мл./сут.
Подгруппа 1.1, n=85	1,6
Подгруппа 1.2, n=112	0,4
Подгруппа 2.1, n=86	1,6
Подгруппа 2.2, n=219	0,4

Дозировка эноксапарина в подгруппах 1.1 и 2.1 была в 4 раза выше, чем в подгруппах 1.2 и 2.2, тем не менее количество перевязок в подгруппах группы 1 было меньше, чем в соответствующих подгруппах группы 2.

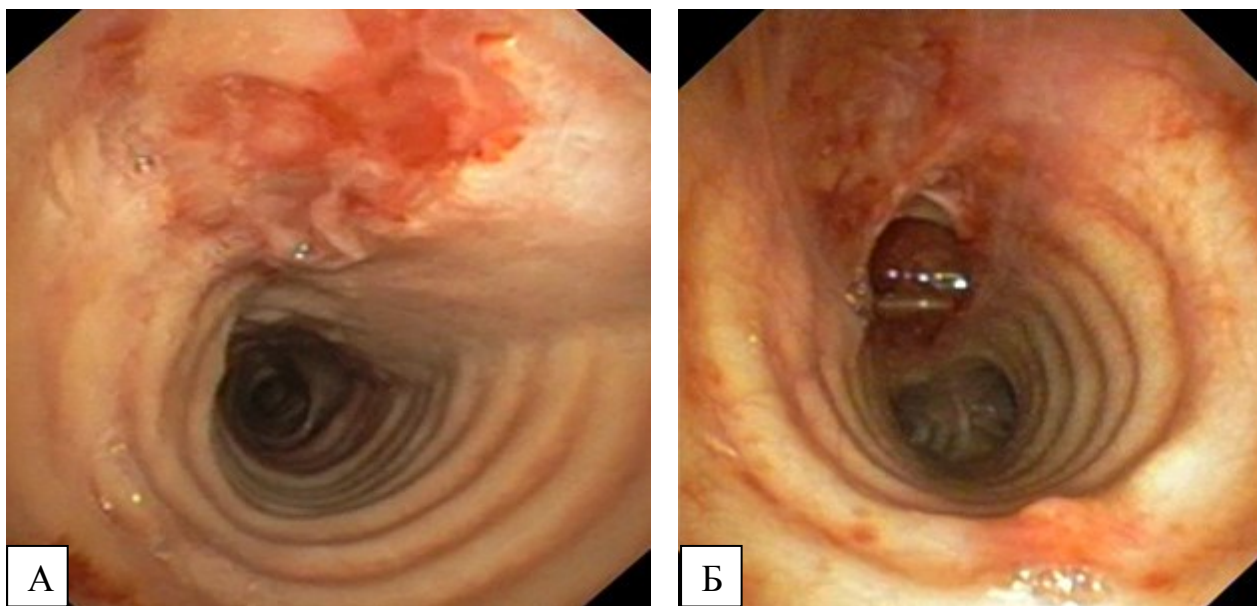
4.2 Осложнения

В своей работе осложнения мы разделили на ранние и поздние. К ранним отнесли кровотечения из крупных сосудов, перфорацию трахеи и пищевода, поломку оборудования (прокол бронхоскопа) (рисунок 24-25).

Клинические примеры ранних осложнений:

1. Разрыв трахеи: Пациент, 56 лет, экстренно поступивший на приемное отделение ГБУЗ «НИИ – ККБ № 1» в тяжелом состоянии, ФБС (фибробронхоскопия) картина на 3-и сутки после итубации трахеи перед плановой трахеостомией (рисунок 24 А).

2. Разрыв трахеи после попытки трахеостомии: Пациентка, 70 лет, с диагнозом «тяжелая сочетанная травма». ФБС картина после попытки дилатационной трахеостомии с ФБС контролем (рисунок 24 Б).



А – разрыв трахеи; Б – разрыв трахеи после попытки трахеостомии

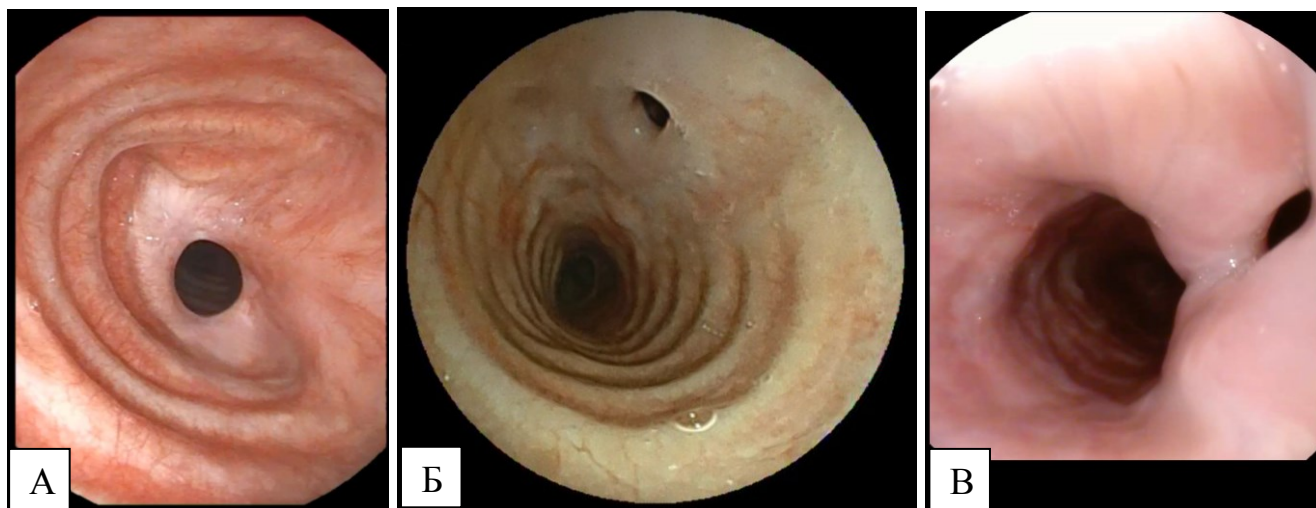
Рисунок 24 – Ранние осложнения: клинические примеры разрывов трахеи

К поздним – стенозы трахеи, свищи, грануляции в просвете трахеи (рисунок 25). Клинические примеры поздних осложнений:

1. Пациент, 42 года, просле проведенного лечения в отделении нейрохирургии с диагнозом: Острый геморрагический инсульт. На фоне продленной ИВЛ через установленную трахеостому сформировался стеноз верхней трети трахеи.

2. Пациентка 60 л. Находилась на лечении в инфекционном отделении в период пандемии Covid-19 с тяжелой двусторонней вирусной пневмонией. Проводилась длительная ИВЛ через трахеостому. ФБС картина на 14-е сутки после ДТС, диагностирован трахеопищеводный свищ.

3. Пациентка 66 л. Экстренно госпитализирована в ГБУЗ «НИИ – ККБ № 1» с декомпенсацией сахарного диабета в крайне тяжелом состоянии. Интубирована в реанимационном зале приемного отделения, на 2-е сутки, планово установлена трахеостома. ФБС картина на 6-е сутки после трахеостомии, выявлен трахеопищеводный свищ.



А – посттрахеостомический стеноз трахеи; Б, В – трахеопищеводные свищи

Рисунок 25 – Поздние осложнения: клинические примеры посттрахеостомического стеноза трахеи и трахеопищеводных свищей

Частота ранних осложнений была прослежена среди всех пациентов сравниваемых групп. По геморрагическим осложнениям получены статистически

высоко значимые различия: в группе 1 кровотечений не зафиксировано (0 %); в группе 2 общая частота кровотечений составила 8,5 % (хирургические – 1,0 %, незначительные – 7,5 %); в группе 3 кровотечения наблюдались в 18,0 % случаев (хирургические – 2,5 %, незначительные – 15,5 %).

Статистически значимые различия по данному критерию в группах представлены в таблице 11. Среди ранних негеморрагических осложнений в группе 2 выявлены разрыв трахеи (4 случая) и поломка оборудования (2 случая); в группе 1 осложнений данного типа также не выявлено. Статистически значимых различий по негеморрагическим осложнениям между группами не получено ввиду малого абсолютного числа событий.

Таблица 11 – Частота ранних осложнений (кровотечения)

Группы	Общая частота абс. (%)	Хирургические абс. (%)	Незначительные абс. (%)
Исследуемая группа (модифицированная дилатационная трахеостомия), n=197	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Группа сравнения (классическая дилатационная трахеостомия), n=305	26 (8,5%)	3 (1,0%)	23 (7,5%)
Группа 3 (открытая трахеостомия), n=439	79 (18,0%)	11 (2,5%)	68 (15,5%)
Примечание – *группа 3 – ретроспективный исторический контроль (открытая трахеостомия, районные стационары Краснодарского края, 2020-2022). Сравнение носит ориентировочный характер ввиду различия условий оказания помощи.			

Помимо геморрагических, в группах были проанализированы ранние негеморрагические осложнения – разрыв трахеи и поломка оборудования. Результаты представлены в таблице 12.

Ввиду малого абсолютного числа событий статистически значимых различий между группами не получено (критерий χ^2 с поправкой Йетса, $p=0,057$). Тем не менее, сам факт отсутствия данных осложнений в группе 1 представляет, с нашей точки зрения, клинический интерес.

Таблица 12 – Частота ранних негеморрагических осложнений

Группы	Разрыв трахеи абс. (%)	Поломка оборудования абс. (%)	Всего абс. (%)
Группа 1 (модифицированная дилатационная трахеостомия), n=197	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Группа 2 (классическая дилатационная трахеостомия), n=305	4 (1,3%)	2 (0,7%)	6 (2,0%)

Частота поздних осложнений была прослежена среди выживших пациентов сравниваемых групп, были выявлены следующие осложнения: в 1 группе из 112 выживших только у 2-х пациентов были грануляции в просвете трахеи; во 2 группе из 108 выживших наблюдалось 6 стенозов трахеи, 2 трахеопищеводных свища, 12 гипергрануляций в просвете трахеи.

Пациенты с наличием поздних осложнений обращались в поликлинику нашего учреждения, в плановом порядке им проводили бужирование стеноза трахеи ригидной бронхоскопией с лазерной фотодеструкцией пострахеостомических гранулем трахеи.

Поскольку поздние осложнения формируются в отсроченном периоде, анализ их частоты и расчет экстенсивных показателей проводились исключительно в когорте пациентов, которые были успешно деканюлированы и выжили. Результаты представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Сравнение частоты поздних осложнений в группах (среди выживших)

Группы, абс.	Частота поздних осложнений абс. (%)
Группа 1 (модифицированная дилатационная трахеостомия), выжившие n=112	2 (1,8%)
Группа 2 (классическая дилатационная трахеостомия), выжившие n=108	20 (18,5%)
Группа 3 (открытая трахеостомия), выжившие n=195	36 (18,5%)

Частота поздних осложнений проанализирована среди выживших пациентов. Получены статистически значимые различия: применение модифицированной методики ДТС позволило снизить частоту поздних осложнений по сравнению с классической ДТС и открытой трахеостомией в 10 раз (1,8 % против 18,5 % и 18,5 % соответственно).

Осложнений трахеостомий в виде нагноения раны и кровотечения из крупных сосудов не отмечено. В таблице 14 представлено процентное отношение умерших больных в каждой группе.

Таблица 14 – Уровень летальности после операции

Группы, абс.	Исход лечения, %	
	Умер	Выжил
Группа 1, n=197	43,1	56,9
Группа 2, n=305	64,6	35,4
Группа 3, n=439	55,6	44,4

Уровень общей летальности в исследовании не является прямым следствием выбранной хирургической методики трахеостомии, а детерминирован тяжестью основного заболевания и исходным коморбидным фоном. Статистически значимое преобладание летальности в группе 2 (64,6 % против 43,1 % в группе 1, $p < 0,001$) обусловлено гетерогенностью нозологического профиля пациентов в подгруппах без COVID-19. Классическая методика (подгруппа 2.2) рутинно применялась у профильных реанимационных больных с тяжелой кардиальной и торакальной патологией, сопровождающейся исходно высокой вероятностью летального исхода (летальность в подгруппе составила 55,2 %). В то же время модифицированная методика (подгруппа 1.2) чаще применялась у пациентов с изолированной нейротравмой, где уровень летальности объективно ниже (9,8 %).

Эти результаты были подтверждены анализом подгрупп пациентов с COVID-19 (1.1 и 2.1). В этих когортах, где тяжесть состояния определялась

однородным фактором – критическим течением вирусной пневмонии и ОРДС, – показатели летальности были сопоставимы и составили 87,1 % при использовании модифицированной методики и 88,4 % при классической ДТС.

4.3 Клинические наблюдения в группах исследования

Клинический пример (подгруппа 1.1)

Пациент К., 42 года (медицинская карта № 59049), поступил 16.07.2021 г. Самостоятельно выполнил КТ ОГК, выявившую вирусную пневмонию (КТ-4). Обратился в ГБУЗ «НИИ-ККБ № 1», где был госпитализирован в инфекционное отделение № 2. В связи с тяжестью состояния переведен в реанимационное отделение № 10 с диагнозом: внебольничная полисегментарная вирусная пневмония тяжелого течения. Дыхательная недостаточность II стадии.

После начала противовирусной терапии и этапной респираторной поддержки, на фоне нарастающих явлений системного воспалительного ответа и цитокинового шторма, пациент через 12 часов после поступления переведен на искусственную вентиляцию легких. Еще через 20 часов выполнена дилатационная трахеостомия.

После стандартной обработки операционного поля (рисунок 26) под контролем фибробронхоскопа произведено подтягивание интубационной трубки до уровня предполагаемой трахеостомии. Уровень стомы верифицирован как с помощью бронхоскопа, так и методом чрескожной трансиллюминации (рисунок 27). Затем выполнена пункция трахеи иглой с пластиковой канюлей 14 G (рисунок 28). Канюля установлена в просвет трахеи, игла удалена. Через канюлю проведен металлический гибкий проводник по методике Сельдингера, после чего канюля удалена. Скальпелем выполнена насечка кожи длиной 2 мм в горизонтальной плоскости (рисунок 29), с последующим расширением мягких тканей преддилататором. Формирование стомы осуществлено коническим дилататором для одноэтапного

расширения (набор «Ультраперк», Portex) (рисунок 30). После формирования канала стомы (по методике Сигли–Григза) по проводнику установлена трахеостомическая трубка соответствующего размера (рисунок 31). Вокруг канюли трахеостомы наложен непрерывный обвивной чрескожный шов (рисунок 32).



Рисунок 26 – Вид операционного поля перед выполнением модифицированной методики (пациент К., 42 года)



Рисунок 27 – Свет бронхоскопа с определением чрескожной транслюминации (пациент К., 42 года)



Рисунок 28 – Пункция трахеи иглой с пластиковой канюлей 14 G (пациент К., 42 года)



Рисунок 29 – Кожная насечка 2 мм в горизонтальной плоскости (пациент К., 42 года)

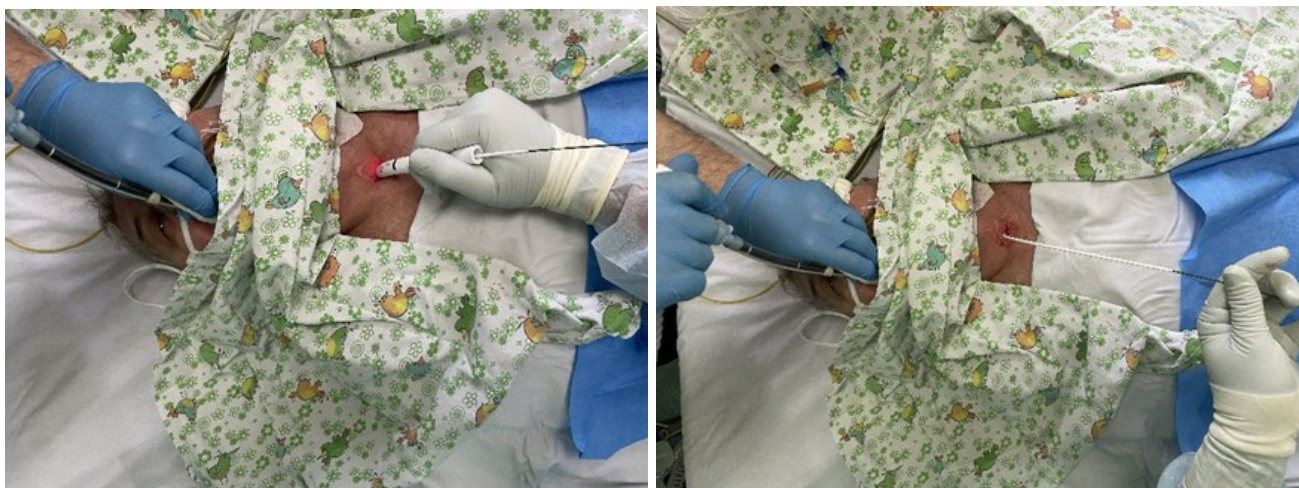


Рисунок 30 – Выполнение стомы дилататором (пациент К., 42 года)



Рисунок 31 – Наложение обвивного
чрескожного шва (пациент К., 42 года)

Рисунок 32 – Результат в конце
операции (пациент К., 42 года)

В послеоперационном периоде продолжена ИВЛ через трахеостому (рисунок 33). В течение 12 дней после операции наблюдался стойкий гемостаз на фоне проводимой процедуры экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО) и 100 % гепаринизации пациентки. Деканюляция трахеи выполнена 30.07.2021 г. без осложнений. Дополнительных вмешательств для остановки кровотечения не потребовалось, локальных гнойных осложнений трахеостомии не отмечено. 04.08.2021 г. для дальнейшего лечения пациент переведен в инфекционное отделение № 2 ГБУЗ «НИИ-ККБ № 1» на самостоятельном дыхании через верхние дыхательные пути.

Клинический пример (подгруппа 2.2)

Пациентка З., 27 лет, доставлена в ГБУЗ «НИИ-ККБ № 1» в отделение нейротравмы через сутки после травмы санитарной авиацией из района. Диагноз при поступлении: закрытая черепно-мозговая травма. Состояние крайне тяжелое, пациентка находится на ИВЛ.

На 5-е сутки после травмы, на фоне стабилизации общего состояния, учитывая предполагаемую длительную ИВЛ, выполнено наложение дилатационной трахеостомии по классической методике. Оперативное вмешательство проведено в условиях реанимационного отделения, на койке, в положении пациентки лежа на спине с валиком под плечами, перпендикулярно продольной оси тела. После обработки операционного поля и обкладывания стерильным бельем (рисунок 33) приступили к операции.

Весь ход операции контролировался визуально с помощью видеофибробронхоскопа и эндоскопической стойки с монитором. Под визуальным контролем, после предварительного спуска манжеты, интубационная трубка подтянута до оптимального уровня для проведения трахеостомии (рисунок 34).



Рисунок 33 – Обработка и обкладывание операционным бельем операционного поля (пациентка З., 27 лет)



Рисунок 34 – Определение уровня трахеостомии под контролем фибробронхоскопа (пациентка З., 27 лет)

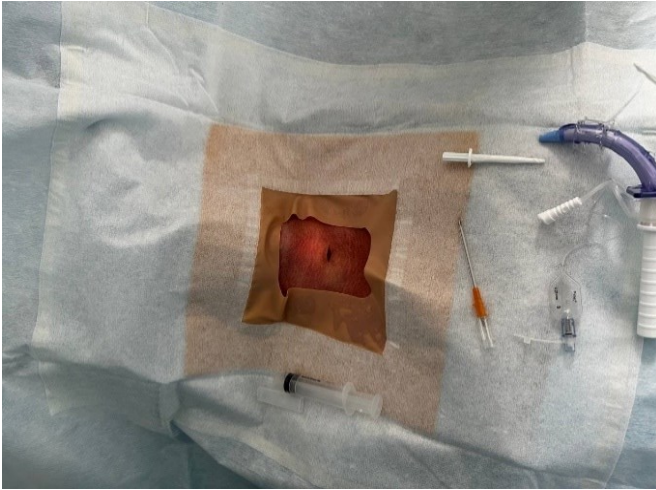


Рисунок 35 – Выполнение кожного разреза (пациентка З., 27 лет)

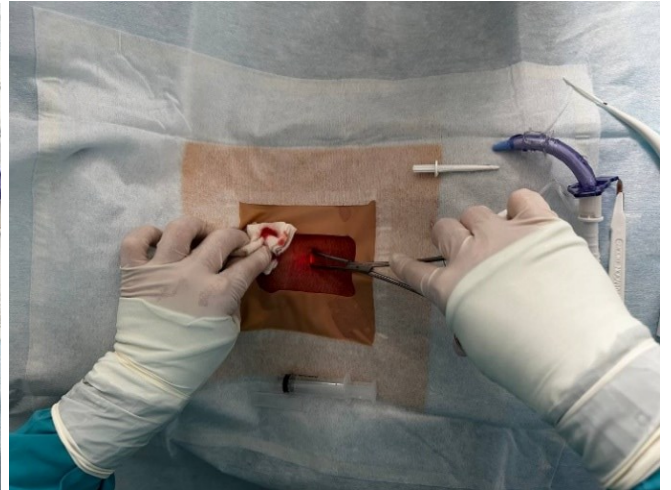


Рисунок 36 – Диссекция мягких тканей до претрахеальной фасции (пациентка З., 27 лет)

Скальпелем выполнен кожный разрез в проекции будущей стомы, величина разреза соответствовала диаметру планируемой к установке трубки (рисунок 35). До претрахеальной фасции выполнено разведение мягких тканей с использованием зажима Холстеда (рисунок 36).

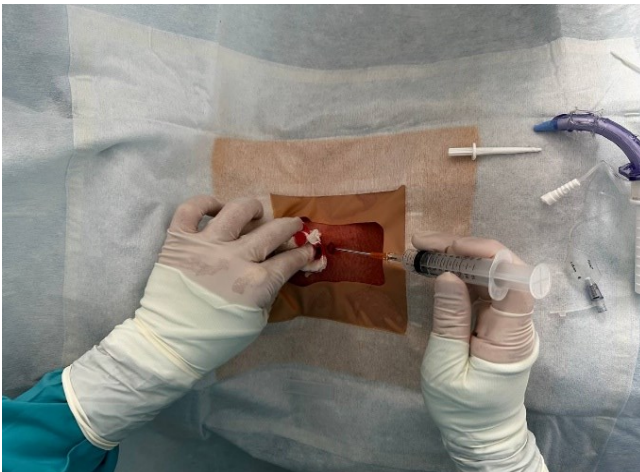


Рисунок 37 – Пункция трахеи (пациентка З., 27 лет)



Рисунок 38 – Установка канюли в просвете (пациентка З., 27 лет)

Затем произведена чрескожная пункция трахеи иглой с пластиковой канюлей 14 G (рисунок 37). Канюля установлена в просвет трахеи, игла удалена (рисунок 38). Через канюлю проведен гибкий проводник по методике Сельдингера (рисунок 39), после чего канюля удалена. Выполнено расширение

мягких тканей и передней стенки трахеи преддилататором. Окончательное формирование канала стомы осуществлено по проводнику путем последовательного введения серии расширителей увеличивающегося диаметра (рисунок 40). (Современной модификацией данной методики является применение одного конусообразного дилататора для одноэтапного формирования стомы, например, набора «PercuTrach», Primed).

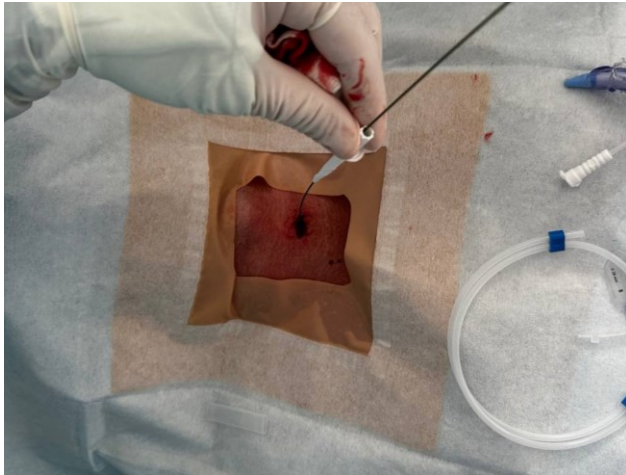


Рисунок 39 – Установка гибкого проводника и преддилатация (пациентка З., 27 лет)

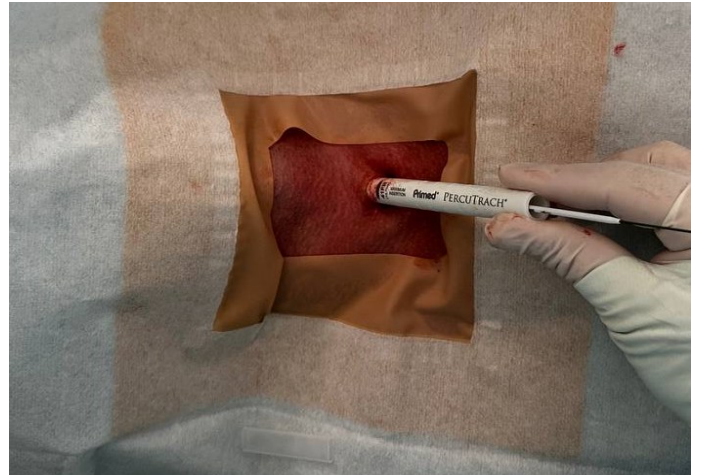


Рисунок 40 – Формирование стомы дилататором (пациентка З., 27 лет)

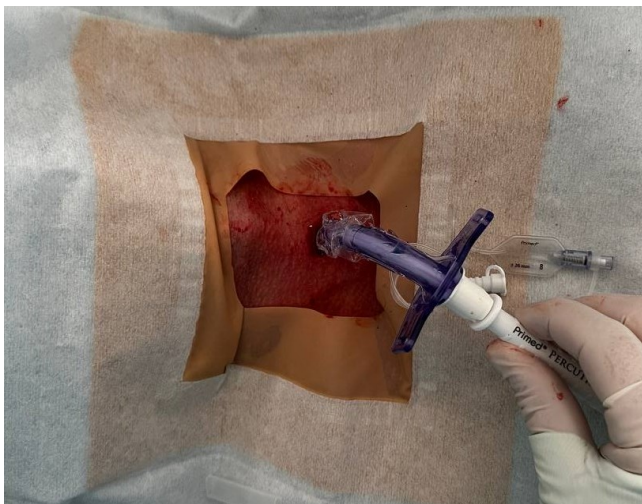


Рисунок 41 – Установка трахеостомической канюли (пациентка З., 27 лет)



Рисунок 42 – Окончательный вид (пациентка З., 27 лет)

После формирования канала стомы (по методике Сигли–Григза) по тому же проводнику установлена трахеостомическая трубка соответствующего размера (рисунок 41). Эндоскопически выполнена санация трахеобронхиального дерева и контроль положения трахеостомической канюли: отверстие в трахее соответствовало внешнему диаметру трубки (рисунок 42).

Клинический пример (группа 3)

Пациент М., 23 года. Диагноз при поступлении: Тяжелая сочетанная травма. Закрытая черепно-мозговая травма, ушиб головного мозга тяжелой степени.

Анамнез: Пациент находился на искусственной вентиляции легких с момента поступления в районную больницу. Ввиду тяжести состояния и прогнозирования продленной ИВЛ на 3-и сутки от момента травмы, по срочным показаниям, была выполнена открытая верхняя трахеостомия с пересечением 1, 2 и 3-го полуколец трахеи.

На 8-е сутки после получения травмы, для проведения специализированного нейрохирургического лечения, пациент переведен в ГБУЗ «НИИ-ККБ № 1».

Status localis при поступлении (рисунок 43).



Рисунок 43 – Клиническое наблюдение – осложнение открытой трахеостомии

При осмотре области шеи определяется трахеостома, установленная открытым способом. Отмечается выраженный дефект мягких тканей передней поверхности шеи размерами 4,0×1,5 см, глубиной до 2,0 см. Края раны отечные, гиперемизированные. Дно раны выполнено гнойно-некротическими массами. При ревизии раны и фибробронхоскопии выявлено гнойное расплавление передней стенки трахеи с деструкцией 1, 2, 3 и 4-го хрящевых полуколец. Стома зияет, признаки трахеомалации.

Учитывая обширный гнойно-некротический процесс и деструкцию хрящевого каркаса трахеи, пациенту выполнена ревизия раны, некрэктомия. Трахеостомическая трубка заменена на армированную, с низким давлением манжеты. Назначена системная антибактериальная терапия с учетом данных микробиологического исследования раневого отделяемого (выделен *Staphylococcus aureus*, MRSA). Ежедневно проводились перевязки с антисептиками и мазями на гидрофильной основе.

Исход: на фоне проводимого лечения явления стомита купированы, рана очистилась от некротических масс, появились грануляции. Однако в отдаленном периоде (через 3 месяца) у пациента сформировался протяженный грануляционный посттрахеостомический стеноз трахеи на уровне 1-6-го полуколец, потребовавший длительного многоэтапного лечения. Выполнялось многократное бужирование зоны стеноза с последующим стентированием саморасправляющимся стентом Дюмона. Запланирована пластика трахеи после компенсации пациента.

Данное клиническое наблюдение демонстрирует типичные осложнения открытой хирургической трахеостомии, выполненной без должного соблюдения принципов минимальной травматичности: обширный дефект мягких тканей, гнойное расплавление хрящей и формирование стеноза трахеи в отдаленном периоде.

4.4 Обсуждение результатов

Применение модифицированной системы ДТС позволяет уменьшить кровотоочивость из раны, тем самым, сократить количество перевязок в 2 раза в сравнении с классической методикой ДТС, а применение ее на фоне антикоагуляционной терапии у пациентов с COVID-19 позволяет сократить количество перевязок в 1,6 раза в сравнении с классической методикой ДТС.

Более поздние сроки деканюляции в группе 1 (медиана 16 vs 12 суток, $p < 0,001$) не отражают снижения эффективности метода, а обусловлены различием нозологического профиля: модифицированная методика преимущественно применялась у пациентов с нейротравмой, для которых более длительная трахеостомическая поддержка является клинически обоснованной. Различие в сроках деканюляции свидетельствует о надежности фиксации канюли при длительном использовании, что само по себе является преимуществом метода.

Применение модифицированной системы ДТС требует меньшей раны для проведения манипуляции, что положительно сказывается на сроках эпителизации после деканюляции, так эпителизация раны наступала в 1,7 раза быстрее в сравнении с классической методикой.

Применение модифицированной системы ДТС позволило снизить количество ранних и поздних осложнений. В отношении ранних геморрагических осложнений достигнут абсолютный результат: частота кровотечений в группе 1 составила 0 % (верхняя граница 95 % ДИ – 1,5%) против 8,5 % в группе 2 и 18,0 % в группе 3. Среди ранних негеморрагических осложнений (разрыв трахеи, поломка оборудования) случаев в группе 1 также не зафиксировано. Частота поздних осложнений снижена в 10 раз. Таким образом, применение модифицированной системы ДТС показало статистически значимые преимущества в сравнении с классической методикой проведения ДТС.

В сводной таблице 15 представлены основные характеристики и особенности выполнения открытой трахеостомии, классической дилатационной трахеостомии, а также предложенной нами модифицированной методики ДТС.

Таблица 15 – Отличия выполнения дилатационной трахеостомии различными способами

Характеристики	Дилатационная трахеостомия		Открытая трахеостомия
	Классическая методика	Предложенная нами	
Длина разреза	0,4-0,5 см	0,2 см	2 см
Использование общехирургического инструментария	нет	нет	да
Использование коагулятора	нет	нет	да
Искусственная вентиляция легких до дилатационной трахеостомии	да	да	да/нет
Броскопия до дилатационной трахеостомии	да	да	нет
Вероятность перфорации задней стенки трахеи	да	нет	да
Бронхоскопия после дилатационной трахеостомии	да	да	да/нет
Пересечение колец трахеи	нет	нет	да
Уровень трахеостомии	2-3 полукольца	2-3 полукольца	от перстневидного до 3
Степень кровоточивости раны	минимальная	минимальная	максимальная
Наложение шва послен деканюляции	нет	нет	да
Косметический дефект после трахеостомии	минимальный	минимальный	максимальный
Угроза стеноза трахеи	минимальная	минимальная	максимальная

4.5 Ограничения исследования и перспективы дальнейших исследований

Настоящее исследование имеет ряд ограничений, которые необходимо принимать во внимание при интерпретации результатов. Во-первых, анализ вторичных исходов (кровоточивость раны, сроки деканюляции и эпителизации) в

COVID-подгруппах выполнен на когортах выживших, насчитывающих 11 и 10 пациентов соответственно, что обусловлено крайне высокой летальностью при критическом течении COVID-19 (87,1 % и 88,4 %). Это ограничивает статистическую мощность подгрупповых сравнений и не позволяет в полной мере экстраполировать данные результаты на всю популяцию COVID-пациентов, требующих трахеостомии. Во-вторых, ретроспективный характер данных группы 3 (открытая трахеостомия) исключал возможность стандартизации ряда параметров ведения пациентов. Указанные ограничения определяют направления дальнейших проспективных исследований с достаточной статистической мощностью в однородных когортах.

Ретроспективный характер данных группы 3 (открытая трахеостомия) не позволяет полностью исключить влияние различий в условиях и подходах к ведению пациентов в разных стационарах на частоту осложнений; данные этой группы следует интерпретировать как ориентировочный базовый уровень.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Трахеостомия является одной из наиболее часто выполняемых хирургических манипуляций в отделениях реанимации и интенсивной терапии у пациентов, требующих длительной искусственной вентиляции легких. Ранняя трахеостомия позволяет сократить сроки пребывания в реанимации, раньше начать реабилитацию глотания и снизить риски, связанные с длительной интубацией. Тем не менее, окончательное решение о сроках и методе вмешательства всегда следует принимать индивидуально, исходя из клинической картины и прогноза.

Пандемия COVID-19, вызванная вирусом SARS-CoV-2, сопровождалась беспрецедентным ростом числа больных с тяжелым острым респираторным дистресс-синдромом, нуждающихся в пролонгированной респираторной поддержке, что закономерно привело к кратному увеличению частоты выполнения трахеостомий.

Особенностью течения COVID-19 стала высокая частота коагулопатий, требовавшая назначения лечебных доз антикоагулянтов, что, в свою очередь, многократно повышало риск интра- и послеоперационных кровотечений при любых инвазивных вмешательствах, включая трахеостомию. Таким образом, сохраняется острая потребность в совершенствовании техники трахеостомии, направленном на минимизацию как интраоперационных рисков, особенно у пациентов с коагулопатиями на фоне антикоагулянтной терапии, так и отдаленных осложнений. Разработка и внедрение модифицированных, более безопасных методик чрескожной дилатационной трахеостомии, адаптированных к современным вызовам, в частности к ведению пациентов с COVID-19, является актуальной задачей практической медицины.

Целью настоящего исследования явилось повышение безопасности и эффективности дилатационной трахеостомии у критических больных, в том числе с COVID-19-ассоциированной коагулопатией, путем разработки, внедрения и клинической оценки новой модифицированной методики ее выполнения. Для

достижения поставленной цели были сформулированы и последовательно решены следующие задачи: разработать модифицированную методику дилатационной трахеостомии, направленную на снижение травматичности доступа, улучшение гемостаза и профилактику осложнений, и дать ее техническое и биомеханическое обоснование; провести сравнительный анализ непосредственных результатов лечения (частота интра- и послеоперационных кровотечений, количество перевязок, сроки эпителизации) при использовании открытой, классической дилатационной и разработанной модифицированной методик; оценить эффективность и безопасность разработанной методики в профилактике ранних негеморрагических и поздних осложнений по сравнению с традиционными способами; изучить влияние модифицированной методики на результаты лечения у пациентов с высоким риском геморрагических осложнений, в частности с COVID-19-ассоциированной коагулопатией на фоне антикоагулянтной терапии; разработать практические рекомендации по применению модифицированной методики в отделениях реанимации и интенсивной терапии.

Выполненное исследование основано на клиническом материале, включающем как проспективно сформированные группы, так и ретроспективный исторический контроль, что позволило обеспечить доказательность и достоверность полученных результатов.

Исследование выполнено на базе государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 имени профессора С. В. Очаповского» министерства здравоохранения Краснодарского края в период с 2020 по 2022 гг. В проспективную часть исследования включены 502 пациента отделений реанимации и интенсивной терапии, которым выполнялась дилатационная трахеостомия. В зависимости от примененной хирургической техники пациенты были разделены на две основные группы. Первую, исследуемую группу, составили 197 пациентов, у которых дилатационная трахеостомия выполнялась по разработанной модифицированной методике. Во вторую группу, группу

сравнения, вошли 305 пациентов, которым трахеостомия выполнялась по традиционной классической методике чрескожной дилатационной трахеостомии. Для оценки абсолютного уровня осложнений при альтернативном хирургическом подходе в исследование дополнительно включена третья группа – ретроспективный исторический контроль, состоящий из 439 пациентов, которым в районных стационарах Краснодарского края в тот же временной промежуток (2020–2022 годы) была выполнена открытая хирургическая трахеостомия. Таким образом, общий объем выборки, подвергнутой финальному анализу, составил 941 пациент.

Пациенты проспективных групп были всесторонне сопоставимы по основным демографическим и клиническим характеристикам. Гендерное распределение характеризовалось преобладанием лиц мужского пола, как в группе с модифицированной дилатационной трахеостомии (66,5 %), так и в группе классической методики (64,3 %), при этом статистически значимых различий между группами по данному признаку не выявлено ($p=0,656$). Возрастной состав также был однороден: пациенты молодого, среднего, пожилого и старческого возраста распределялись в группах без значимых отличий ($p=0,264$). Продолжительность искусственной вентиляции легких до выполнения трахеостомии в обеих группах была идентичной и составила в среднем 3 суток с межквартильным интервалом от 2 до 4 суток ($p=0,296$).

Отдельно выполнен анализ подгрупп пациентов с COVID-19, сформированных в рамках проспективного исследования. В подгруппу 1.1 (модифицированная дилатационная трахеостомия) включено 85 пациентов, в подгруппу 2.1 (классическая дилатационная трахеостомия) – 86 пациентов. Данные пациенты характеризовались тяжелым течением коронавирусной инфекции с развитием острого респираторного дистресс-синдрома и выраженной COVID-ассоциированной коагулопатией. Уровень летальности в этих подгруппах был закономерно высоким и составил 87,1 % и 88,4 % соответственно. Лабораторные показатели гемостаза демонстрировали типичную для критического течения COVID-19 картину: медиана D-димера

достигала 1540-1580 нг/мл, что более чем в три раза превышало значения в подгруппах пациентов без коронавирусной инфекции (467-472 нг/мл); уровень фибриногена был значительно повышен (медиана 6,0-6,4 г/л против 2,9 г/л в некоронавирусных подгруппах, $p < 0,0001$). Принципиально важно, что по всем показателям коагулограммы, включая количество тромбоцитов, активированное частичное тромбопластиновое время, международное нормализованное отношение и протромбиновое время, подгруппы 1.1 и 2.1 были полностью сопоставимы между собой ($p > 0,05$ для всех сравнений). Антикоагулянтная терапия эноксапарином проводилась в лечебных дозах (1,6 мл в сутки) всем пациентам с COVID-19 независимо от метода трахеостомии, что обеспечивало идентичный фармакологический фон и позволяло объективно оценить влияние исключительно хирургической техники на частоту геморрагических осложнений.

Для устранения недостатков классической чрескожной техники (риск повреждения задней стенки трахеи, неконтролируемое кровотечение) был разработан и запатентован (патент на изобретение № 2818748 от 03.05.2024 г.) новый способ дилатационной трахеостомии. Методика включает три ключевых элемента: уточнение уровня пункции методом чрескожной транслюминации (в дополнение к бронхоскопии), выполнение минимальной насечки кожи длиной 2 мм (вместо разреза 15-20 мм) с последующей дилатацией по проводнику без диссекции тканей и наложение непрерывного обвивного чрескожного шва вокруг канюли. Минимальная травма сохраняет структурную целостность коллагенового каркаса дермы, что обеспечивает естественную циркулярную компрессию тканей и надежный локальный гемостаз, а шов дополнительно ликвидирует перистомальное «мертвое пространство» и предотвращает случайную деканюляцию.

Второе направление исследования было посвящено сравнительной оценке непосредственных результатов лечения при использовании различных методов трахеостомии. Анализ выполнялся по таким ключевым параметрам, как частота интра- и послеоперационных кровотечений, количество перевязок, отражающее

интенсивность кровоточивости раны, а также сроки деканюляции и эпителизации раневого дефекта после удаления трахеостомической трубки.

Частота ранних геморрагических осложнений была прослежена среди всех пациентов проспективных групп, а также в ретроспективной группе, открытой трахеостомии. В группе, модифицированной дилатационной трахеостомии не зафиксировано ни одного случая интра- или послеоперационного кровотечения (0 %, верхняя граница 95 % доверительного интервала составила 1,5 %). В группе классической дилатационной трахеостомии общая частота геморрагических осложнений составила 8,5 % (26 случаев из 305), из них 1,0 % (3 случая) потребовали хирургического гемостаза, а 7,5 % (23 случая) были расценены как незначительные и купированы консервативно. В группе, открытой хирургической трахеостомии кровотечения наблюдались в 18,0 % случаев (79 из 439), причем хирургические кровотечения отмечены в 2,5 % случаев (11 пациентов). Различия между группой модифицированной и группой классической дилатационной трахеостомии были статистически значимыми ($p < 0,001$), что доказывает преимущество разработанной методики в отношении локального гемостаза. Среди ранних негеморрагических осложнений в группе классической методики зарегистрировано 6 случаев (4 разрыва задней стенки трахеи и 2 поломки эндоскопического оборудования), тогда как в группе модифицированной техники подобных осложнений не наблюдалось. Статистическая значимость различий по данному показателю не была достигнута ввиду малого абсолютного числа событий ($p = 0,057$), однако сам факт отсутствия данных грозных осложнений в исследуемой группе представляет клинический интерес и свидетельствует о повышении безопасности вмешательства.

Количество перевязок, выполненных в области трахеостомы, является интегральным показателем интенсивности кровоточивости раны и отражает качество локального гемостаза. Данный параметр оценивался исключительно среди пациентов с благоприятным исходом, которые были успешно деканюлированы. В группе с модифицированной дилатационной трахеостомии медиана количества перевязок составила 12 с межквартильным интервалом

от 11 до 14, тогда как в группе классической методики этот показатель был в два раза выше и составил 24 перевязки (межквартильный интервал 23-24). Различия оказались статистически значимыми ($p < 0,0001$). При анализе подгрупп с COVID-19 установлено, что у пациентов, которым трахеостомия выполнялась по модифицированной методике, потребовалось в 1,6 раза меньше перевязок по сравнению с классической техникой ($p = 0,001$), несмотря на идентичную антикоагулянтную нагрузку и сопоставимые исходные показатели коагулограммы. Данный результат свидетельствует о том, что достигнутое улучшение локального гемостаза было обусловлено техническими особенностями разработанной методики, а не различиями в системном состоянии гемостаза.

Сроки деканюляции среди выживших пациентов в группе модифицированной дилатационной трахеостомии оказались статистически значимо более длительными, чем в группе классической методики: медиана составила 16 суток (межквартильный интервал 12-19) против 12 суток (межквартильный интервал 5-17), $p < 0,001$. Данное различие не следует трактовать как недостаток метода, поскольку оно обусловлено различием нозологического профиля пациентов в подгруппах без COVID-19. Модифицированная методика преимущественно применялась у пациентов с тяжелой нейротравмой, для которых более длительная респираторная поддержка через трахеостому является клинически обоснованной и необходимой. В то же время классическая методика чаще использовалась у профильных больных с кардиальной и торакальной патологией, у которых восстановление самостоятельного дыхания происходило в более ранние сроки. Следует отметить, что на протяжении всего периода канюляции в группе модифицированной методики не зафиксировано ни одного случая случайной деканюляции, что подтверждает надежность фиксирующих свойств непрерывного обвивного шва.

Для оценки репаративных процессов и косметического результата было проанализировано время эпителизации раны после деканюляции. В группе модифицированной дилатационной трахеостомии медиана сроков эпителизации составила 7 суток (межквартильный интервал 6-8), что в 1,7 раза быстрее, чем в

группе классической методики, где эпителизация наступала в среднем на 12-е сутки (межквартильный интервал 11-14), $p < 0,0001$. Ускорение эпителизации при использовании модифицированной техники была обусловлена, с нашей точки зрения, минимальной травматизацией кожных покровов и подлежащих мягких тканей, сохранением микроциркуляторного русла и отсутствием формирования грубого рубца. Следует отметить, что при попарном сравнении подгрупп в зависимости от наличия или отсутствия COVID-19 внутри каждой методики статистически значимых различий в сроках эпителизации не выявлено ($p = 0,326$ для модифицированной и $p = 0,075$ для классической методики), то есть основным фактором, определяющим скорость заживления, является именно хирургическая техника, а не фоновое инфекционное заболевание.

Третье направление исследования включало оценку эффективности модифицированной методики в профилактике как ранних негеморрагических, так и поздних осложнений трахеостомии. В группе с модифицированной дилатационной трахеостомии не было ни одного случая повреждения задней стенки трахеи или поломки оборудования, в то время как в группе классической методики данные осложнения имели место у 2,0 % пациентов. Это связано, с нашей точки зрения, с более точной навигацией с применением транслюминации, а также меньшей травматичностью дилатации через минимальный кожный доступ, что снижает усилие, прикладываемое к стенке трахеи, и предотвращает ее чрезмерное растяжение.

Анализ поздних осложнений проводился исключительно в группе пациентов, которые были успешно деканюлированы и выжили, поскольку формирование стенозов, свищей и грануляций происходит в отсроченном периоде. В группе с модифицированной дилатационной трахеостомии из 112 выживших пациентов поздние осложнения выявлены лишь в двух случаях (1,8 %), причем оба случая представляли собой грануляции в просвете трахеи, не потребовавшие хирургического вмешательства. В группе классической дилатационной трахеостомии из 108 выживших пациентов поздние осложнения зафиксированы у 20 человек (18,5 %), включая 6 случаев клинически значимого

стеноза трахеи, 2 случая трахеопищеводного свища и 12 случаев гипергрануляций. В группе ретроспективного контроля (открытая трахеостомия) частота поздних осложнений среди 195 выживших также составила 18,5 % (36 случаев). Таким образом, применение модифицированной методики позволило снизить частоту поздних осложнений в 10 раз по сравнению как с классической дилатационной, так и с открытой хирургической трахеостомией ($p < 0,001$). Данный результат является принципиально важным, поскольку поздние осложнения, особенно рубцовый стеноз трахеи, представляют собой тяжелую патологию, требующую длительного многоэтапного лечения и значительно ухудшающую качество жизни пациентов. Снижение частоты стенозов и грануляций при использовании модифицированной методики обусловлено минимальной травматизацией хрящевого каркаса трахеи за счёт контролируемой дилатации, плотным прилеганием канюли, уменьшающим хроническое раздражение слизистой, и снижением риска инфицирования вследствие малого доступа.

Четвертое направление исследования было посвящено оценке эффективности и безопасности разработанной методики в группе пациентов с критическим течением COVID-19 и предельно высоким риском геморрагических осложнений, получавших лечебные дозы антикоагулянтов, на фоне выраженной коагулопатии. Подгруппы 1.1 (модифицированная дилатационная трахеостомия) и 2.1 (классическая дилатационная трахеостомия) были полностью сопоставимы по исходным показателям коагулограммы и режиму антикоагулянтной терапии, что позволило оценить роль именно хирургической техники.

В подгруппе модифицированной методики ($n=85$) не зафиксировано ни одного случая кровотечения, несмотря на то что все пациенты получали эноксапарин в лечебной дозе 1,6 мл в сутки и имели лабораторные признаки выраженной коагулопатии (медиана D-димера 1540 нг/мл, медиана фибриногена 6,4 г/л). В подгруппе классической методики ($n=86$) при идентичном фоне кровотечения возникли у 7 пациентов (8,1 %), причем в двух случаях потребовалось наложение хирургических швов для остановки кровотечения.

Количество перевязок было в 1,6 раза меньше при использовании модифицированной методики. Это подтверждало эффективность предложенного способа локального механического гемостаза в снижении рисков, связанных с системной коагулопатией и массивной антикоагулянтной терапией за счет сохранения компрессионных свойств тканей и ликвидации перистомального мертвого пространства. Таким образом, полученный результат позволяет расширить показания к выполнению малоинвазивной дилатационной трахеостомии у пациентов с нарушениями гемостаза, которые ранее рассматривались как кандидаты исключительно для открытой хирургической трахеостомии или для отсроченного вмешательства после коррекции коагулопатии.

Полученные результаты согласуются с данными крупных систематических обзоров и метаанализов последних лет, посвященных проблеме трахеостомии у критических больных. В метаанализе Баттаглини Д. и соавт. (2022) показано, что кровотечение является одним из наиболее частых осложнений трахеостомии у таких пациентов, а частота геморрагических событий варьирует в широких пределах в зависимости от методики и опыта центра [283]. В нашем исследовании частота кровотечений при классической дилатационной трахеостомии составила 8,5 %, что соотносится с опубликованными данными, тогда как модифицированная методика позволила достичь нулевого уровня осложнений.

В исследованиях Мэна Х. и соавт. (2024) было установлено, что чрескожная дилатационная трахеостомия ассоциирована с меньшей частотой раневой инфекции и меньшей кровопотерей по сравнению с открытой хирургической трахеостомией [170]. Полученные нами результаты (18 % кровотечений при открытой трахеостомии, 8,5 % при классической дилатационной и 0 % при модифицированной дилатационной) соответствуют данной тенденции и демонстрируют возможности дальнейшего улучшения исходов за счет совершенствования техники. Исследования Делани А. и соавт. (2006) также продемонстрировали преимущества перкутанной дилатационной трахеостомии в отношении снижения частоты раневой инфекции и кровотечений при выполнении

вмешательства в условиях отделения интенсивной терапии [195]. Наши результаты не только подтвердили этот вывод, но и показали, что дальнейшая модификация техники в направлении минимизации тканевой травмы и создания локального механического гемостаза позволяет практически полностью исключить геморрагические осложнения даже на фоне лечебных доз антикоагулянтов.

Таким образом, проведенное исследование показало, что разработанная, запатентованная и внедренная в клиническую практику модифицированная методика дилатационной трахеостомии обеспечивает отсутствие ранних геморрагических осложнений, двукратное снижение потребности в перевязках, ускорение эпителизации раны в 1,7 раза и десятикратное снижение частоты поздних осложнений по сравнению с традиционными хирургическими подходами. Техническая простота, воспроизводимость и доказанная безопасность предложенной методики позволяют рекомендовать ее к широкому клиническому применению в отделениях реанимации и интенсивной терапии в качестве предпочтительного способа формирования трахеостомы у пациентов, нуждающихся в продленной искусственной вентиляции легких.

Выводы

1. Разработана и внедрена в клиническую практику модифицированная методика дилатационной трахеостомии (патент на изобретение № 2818748 от 03.05.2024 г.), основанная на трех ключевых элементах: уточнении уровня пункции методом чрескожной транслюминации, выполнении минимального кожного разреза (2 мм) и наложении непрерывного обвивного чрескожного шва вокруг канюли. Биомеханически обосновано, что предложенный способ обеспечивает сохранение компрессионных свойств коллагеновой сети дермы, ликвидацию перистомального «мертвого пространства» и надежную фиксацию трахеостомической трубки.

2. Применение модифицированной методики позволило статистически значимо улучшить непосредственные результаты по сравнению с классической ДТС: снизить количество перевязок (косвенный показатель кровоточивости) в 2 раза ($p < 0,0001$) и ускорить эпителизацию раны после деканюляции в 1,7 раза ($p < 0,0001$). В группе модифицированной ДТС ($n=197$) не зафиксировано ни одного случая интра- или послеоперационного кровотечения (0 %), тогда как в группе классической ДТС ($n=305$) их частота составила 8,5 %, а в группе открытой трахеостомии ($n=439$) – 18,0 % ($p < 0,001$).

3. Разработанная методика обеспечивает профилактику как ранних, так и поздних осложнений. В группе с модифицированной ДТС не наблюдалось повреждений задней стенки трахеи и поломок оборудования (0 % против 2,0 % в группе классической ДТС, $p=0,057$). Частота поздних осложнений (стенозы, свищи, грануляции) среди выживших пациентов снижена в 10 раз по сравнению с традиционными методами (1,8 % против 18,5 %, $p < 0,001$).

4. Эффективность методики подтверждена у пациентов с высоким риском кровотечений. В подгруппах с COVID-19 ($n=85$), получавших лечебные дозы антикоагулянтов и имевших выраженную коагулопатию (гиперфибриногенемия, повышение D-димера), применение модифицированной ДТС позволило в 1,6 раза снизить потребность в перевязках по сравнению с классической ДТС ($U=6,5$;

$p=0,001$) при полном отсутствии геморрагических осложнений. Это подтверждает, что локальный механический гемостаз является определяющим фактором даже на фоне системных нарушений свертывания.

5. На основе полученных результатов разработаны и внедрены в клиническую практику практические рекомендации, регламентирующие показания, технику выполнения и послеоперационное ведение пациентов с дилатационной трахеостомией, что позволяет тиражировать предложенный метод в работе отделений реанимации.

Практические рекомендации

1. Раннюю дилатационную трахеостомию при прогнозировании продленной искусственной вентиляции легких (более 5–10 суток) рекомендуется выполнять на 2-4-е сутки от начала респираторной поддержки. Более ранние сроки (1-2-е сутки) показаны при заведомо тяжелом состоянии пациента и высоком риске осложнений, связанных с длительной интубацией.

2. Модифицированная методика дилатационной трахеостомии (патент на изобретение № 2818748 от 03.05.2024 г.) является методом выбора у пациентов с высоким риском геморрагических осложнений: коагулопатиями любой этиологии (включая COVID-19-ассоциированную), терапией лечебными дозами антикоагулянтов, тромбоцитопенией (менее $80 \times 10^9/\text{л}$), а также при анатомических особенностях.

3. Перед выполнением трахеостомии обязательна оценка коагулограммы (АЧТВ, МНО, фибриноген, D-димер) и уровня тромбоцитов.

4. Рекомендуется выполнять предоперационное ультразвуковое сканирование шеи для идентификации сосудов (передние яремные вены, щитовидная непарная вена, атипично расположенные артериальные стволы) и выбора безопасного уровня пункции.

5. Процедуру проводить под обязательным визуальным контролем фибробронхоскопа.

6. Применять официальные одноразовые наборы для чрескожной дилатационной трахеостомии (ULTRAperc, Portex или аналоги), обеспечивающие стандартизацию процедуры и снижение риска технических ошибок.

7. Давление в манжете трахеостомической трубки поддерживать на уровне не более 30 мм вод.ст. (контроль не реже 2 раз в сутки манометром).

8. Смену повязок вокруг стомы проводить каждые 12 часов с использованием раствора повидон-йода или другого антисептика. При промокании повязки кровью или отделяемым производить внеочередную смену с оценкой источника кровоточивости.

9. Первую плановую смену трахеостомической трубки выполнять не ранее 5-7 суток после вмешательства (после формирования зрелого стомального канала).

10. При появлении признаков стеноза трахеи (затруднение дыхания после деканюляции, стридор, нарастание одышки) показано проведение фибробронхоскопии для оценки состояния просвета трахеи и своевременного выявления посттрахеостомических грануляций или стеноза.

11. В стационарах, где отсутствуют условия для выполнения дилатационной трахеостомии, при проведении открытой хирургической трахеостомии следует минимизировать диссекцию тканей; строго фиксировать канюлю к коже узловыми швами.

Перспективы дальнейшей разработки темы

Перспективными направлениями для дальнейших исследований представляется уточнение полученных результатов на более представительной выборке пациентов в отношении изучения:

- 1) сроков выполнения ДТС;
- 2) эффективности предложенной усовершенствованной методики ДТС в отношении ранних осложнений;
- 3) влияния коморбидности пациентов и показателей коагулограммы перед выполнением ДТС на ранние осложнения;
- 4) течения раневого процесса после деканюляции пациентов с применённой модифицированной;
- 5) функционального и косметического эффекта после применения ДТС по модифицированной методике.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АРО – анестезиолого-реанимационное отделение

АЧТВ – активированное частичное тромбопластиновое время

ДИ – доверительный интервал

ДТС – дилатационная трахеостомия

ИВЛ – искусственная вентиляция легких

ИМТ – индекс массы тела

МНО – международное нормализованное отношение

МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография

ОИТ – отделение интенсивной терапии

ОР – отношение рисков

ОРДС – острый респираторный дистресс-синдром

ОРИТ – отделение реанимации и интенсивной терапии

ОТ-ПЦР – полимеразная цепная реакция с обратной транскрипцией

ОШ – отношение шансов

ПДКВ – положительное давление в конце выдоха

ПДТ – пункционно-дилатационная трахеостомия

ПТВ – протромбиновое время

ПЦР – полимеразная цепная реакция

РКИ – рандомизированное контролируемое исследование

ТПС – трахеопищеводный свищ

ТТС – традиционная трахеостомия

УЗИ – ультразвуковое исследование

УЗЧДТ – чрескожная дилатационная трахеостомия с ультразвуковым контролем

ФБС – фибробронхоскопия

ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких

ЧДТ – чрескожная дилатационная трахеостомия

ЭКМО – экстракорпоральная мембранная оксигенация

ЭТТ – эндотрахеальная трубка

APACHE II (Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II) – это система оценки тяжести состояния пациентов в отделениях реанимации и интенсивной терапии

CAC – COVID-19-associated coagulopathy – COVID-ассоциированная коагулопатия

COVID-19 – COronaVirus Disease 2019 – новая коронавирусная болезнь 2019 года

NYULH – NYU Langone Health – ведущая академическая медицинская система в Нью-Йорке и Флориде

SARS-CoV-2 – Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus 2) – оболочечный одноцепочный (+)РНК-вирус, относящийся к подроду Sarbecovirus рода Betacoronavirus

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдеев, С. Н. COVID-19: возможности улучшения прогноза // Вестник Российской академии наук. – 2022. – Т. 92, № 7. – С. 661-670.
2. Анестезиолого-реанимационное обеспечение пациентов с новой коронавирусной инфекцией COVID-19. Методические рекомендации общероссийской общественной организации «Федерация анестезиологов и реаниматологов» / И. Б. Заболотских, М. Ю. Киров, К. М. Лебединский [и др.] // Вестник интенсивной терапии имени А. И. Салтанова. – 2021. – № 1-S. – С. 5-140.
3. Базаров, Д. Симультанные операции в торакальной хирургии // Врач. – 2017. – № 10. – С. 2-5.
4. Зенгер, В. Г. Хирургия повреждений гортани и трахеи / В. Г. Зенгер, А. Н. Наседкин, В. Д. Паршин. – Москва, 2007. – С. 107-113.
5. Зотов, Е. Е. Трахеостомия у пациентов с острой церебральной недостаточностью и COVID-19: обзор клинических рекомендации / Е. Е. Зотов, С. А. Кан // Наука и практика в медицине : сборник материалов всероссийского образовательного форума, Благовещенск, 24-26 марта 2021 года / отв. редактор С. В. Ходус. – Благовещенск : Амурская государственная медицинская академия, 2021. – С. 23-31.
6. Игнатъев, А. С. Особенности Пункционно-дилатационной трахеостомии у пациентов пожилого и старческого возраста // Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»: реабилитация, врач и здоровье. – 2023. – Т. 13, № 2. – С. 6-10.
7. Измайлов, Е. П. Влияние сопутствующих факторов на выживаемость пожилых пациентов с COVID-19 с трахеостомой / Е. П. Измайлов, А. С. Игнатъев, М. Д. Василенко // Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»: реабилитация, врач и здоровье. – 2022. – Т. 58, № 4. – С. 19-23.
8. Кирасирова, Е. А. К вопросу о трахеостомии у больных, находящихся на ИВЛ / Е. А. Кирасирова, Е. Г. Ежова, Н. Н. Тарасенкова // Вестник оториноларингологии. – 2004. – № 6. – С. 55-57.

9. Клинический случай центрального понтинного миелиолиза на фоне перенесенной новой коронаривирусной инфекции / Ю. Н. Васильев, Т. А. Манжеева, Е. Е. Голинько, Ю. Н. Быков // Байкальский медицинский журнал. – 2023. – Т. 2., № 1. – С. 33-39.

10. Кривонос, В. В. Оптимальные сроки и методы выполнения трахеостомии : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.01.20 / Кривонос Вячеслав Викторович. – Москва. – 2013. – С. 26.

11. Кривонос, В. В. Современный взгляд на проблему трахеостомии // Общая реаниматология. – 2012. – Т. 8, № 2. – С. 52-57.

12. Миронов, А. А. Опыт лечения COVID-19-инфекции тяжелого течения у пациента с единственным легким / А. А. Миронов, В. А. Бельский // Научный авангард : Научный авангард : сборник статей IV Научно-практической конференции и Межвузовской олимпиады ординаторов и аспирантов (19-20 мая 2022 г., Москва) – Москва : Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А. И. Бурназяна, 2022. – С. 30-34.

13. Мультидисциплинарный подход – дальнейший прогресс в торакальной онкологии / В. Д. Паршин, Ю. В. Белов, Р. Н. Комаров [и др.] // Онкохирургия. – 2012. – Т. 4, № 3. – С. 34-41.

14. Новая коронавирусная инфекционная болезнь COVID-19: особенности комплексной кардиологической и респираторной реабилитации / М. Г. Бубнова, Е. В. Шляхто, Д. М. Аронов [и др.] // CardioСоматика. – 2021. – Т. 12, № 2. – С. 64-101.

15. Одномоментные операции на сердце и легком при ИБС и злокачественной патологии легкого в условиях искусственного кровообращения / В. А. Порханов, К. О. Барбухатти, В. Б. Кононенко [и др.] // Клиническая и экспериментальная хирургия. Журнал имени академика Б.В. Петровского. – 2013. – Т. 1, № 1. – С. 17-22.

16. Опыт развертывания и работы инфекционного стационара для больных с SARS-COV-2 в экстремальных условиях / С. Н. Переходов,

Н. А. Карпун, Д. А. Зеленин [и др.] // Московский хирургический журнал. – 2021. – Т. 77, № 3. – С. 89-96.

17. Опыт хирургического лечения пациентов с COVID-19 в период пандемии / В. Г. Агаджанов, Т. В. Хоробрых, С. Е. Хмырова [и др.] // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2023. – № 7. – С. 5-11.

18. Осипов, А. С. Постинтубационные трофические повреждения гортани и трахеи. Эндоскопическая диагностика, профилактика и лечение / А. С. Осипов, А. М. Гасанов, Т. П. Пинчук // Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова. – 2011. – № 4. – С. 68-72.

19. Особенности интенсивной терапии COVID-19 в инфекционных стационарах / В. С. Смолянина, Д. В. Чернышев, С. В. Краснова [и др.] // Социально-значимые и особо опасные инфекционные заболевания : материалы VIII Всероссийской междисциплинарной научно-практической конференции с международным участием (26-29 октября 2021 г., Сочи). – Сочи. – 2021. – С. 185-186.

20. Особенности лечебной тактики у больных с декомпенсированным стенозом трахеи злокачественного генеза / П. К. Яблонский, Б. Б. Шафировский, А. Р. Козак [и др.] // Вестник хирургии им. И. И. Грекова. – 2008. – Т. 167, № 5. – С. 11-16.

21. Особенности обучения перкутанной дилатационной трахеостомии в отделении реанимации и интенсивной терапии / Д. А. Аверьянов, В. И. Шаталов, Е. Н. Котов [и др.] // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2016. – Т.13, №4. – С. 48-52.

22. Особенности организации хирургической помощи в многопрофильном стационаре, перепрофилированном для оказания помощи больным covid-19: структура входящего потока и методология хирургической работы в условиях пандемии / В. И. Орел, А. А. Завражнов, О. В. Емельянов [и др.] // Медицина и организация здравоохранения. – 2022. – Т. 7, № 4. – С. 40-56.

23. Оценка эффективности проведения трахеостомии у пациентов тяжелой формы новой коронавирусной инфекции в отделении для лечения

COVID-19 «ГБУЗ ГKB №2» / Е. С. Соколова, М. А. Паламаренко, А. А. Новиков, Е. С. Корякин // Современная наука и молодые ученые : сборник статей VI Международной научно-практической конференции (20 мая 2021 г., Пенза). – Пенза, 2021. – С. 263-267.

24. Паршин, В. Д. Трахеостомия. Показания, техника, осложнения и их лечение / В. Д. Паршин. – Москва : ГЭОТАР-Медиа. – 2008. – 176 с.

25. Паршин, В. В. Хирургия рубцового стеноза трахеи в сочетании с трахеопищеводным свищом : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.01.17 / Паршин Валерий Владимирович. – Москва. – 2011. – С. 26.

26. Паршин, В. Д. Хирургия трахеи с атласом оперативной хирургии / В. Д. Паршин, В. А. Порханов. – Москва : Альди-Принт. – 2010. – 179 с.

27. Пересмотр классических представлений о трахеостомии / А. И. Крюков, Н. Л. Кунельская, Е. А. Кирасирова [и др.] // Русский медицинский журнал. – 2011. – Т. 19, № 6. – С. 381-385.

28. Подходы к трахеостомии у пациентов с глубокими ожогами шеи и ингаляционной травмой / В. А. Порханов, Д. О. Вагнер, С. Б. Богданов [и др.] // Вестник хирургии им. И. И. Грекова. – 2018. – Т. 177, № 4. – С. 52-55.

29. Постинтубационный рубцовый стеноз трахеи / В. А. Насыров, З. М. Алиева, М. А. Мадаминова, Н. В. Солодченко // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. – 2023. – Т. 23, № 5. – С. 83-87.

30. Реабилитация в отделении реанимации и интенсивной терапии (РеабИТ). Методические рекомендации союза реабилитологов России и федерации анестезиологов и реаниматологов / А. А. Белкин, А. М. Алашеев, В. А. Белкин [и др.] // Вестник интенсивной терапии имени А. И. Салтанова. – 2022. – №. 2. – С. 21-28.

31. Реабилитация в условиях пандемии COVID-19 / А. С. Голота, Т. А. Камилова, С. В. Макаренко [и др.] // Клиническая практика. – 2022. – Т. 13, № 1. – С. 42-65.

32. Резекция трахеи после длительного стентирования в хирургии рубцового стеноза / В. Д. Паршин, М. А. Русаков, В. В. Паршин [и др.] // Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова. – 2019. – № 11. – С. 5-12.

33. Реконструктивная хирургия протяженных и мультифокальных стенозов трахеи / В. Д. Паршин, М. А. Русаков, М. А. Выжигина [и др.] // Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова. – 2007. – № 11. – С. 21-28.

34. Рябова, М. А. Причины рубцовых стенозов гортани / М. А. Рябова, Е. Е. Пособило // Ученые записки СПбГМУ им. акад. И. П. Павлова. – 2015. – № 3. – С. 17-19.

35. Симультантные операции на открытом сердце у больных раком легкого / В. А. Порханов, К. О. Барбухатти, В. Б. Кононенко [и др.] // Онкохирургия. – 2012. – Т. 4, № 3. – С. 73-81.

36. Сроки выполнения и исходы трахеостомии при тяжелом течении COVID-19 / Н. Ю. Буртовая, Б. Ш. Гомбоев, Б. В. Цыремпилов, А. Ю. Шаманский // Современные проблемы анестезиологии и реаниматологии : сборник научных трудов всероссийской конференции (28-29 апреля 2021 г., Чита). – Чита : Редакционно-издательский центр Читинской государственной медицинской академии, 2021. – С. 12-14.

37. Старков, Ю.Г. Опыт эндоскопической ассистированной дилатационной трахеостомии при лечении больных с COVID-19 / Ю. Г. Старков, К. В. Лукич, С. В. Джантуханова [и др.] // Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова. – 2020. – № 12. – С. 16- 21.

38. Топольницкий, Е. Б. Лечение постреанимационных рубцовых стенозов трахеи после перенесенной коронавирусной пневмонии COVID-19 / Е. Б. Топольницкий, Н. А. Шефер, Д. В. Капитанова, В. Ф. Подгорнов // Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова. – 2022. – № 4. – С. 5-10.

39. Топольницкий, Е. Б. Лечение трахеогортанных и трахеальных рубцовых стенозов / Е. Б. Топольницкий, Н. А. Шефер, В. Ф. Подгорнов // Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова. – 2022. – № 3. – С. 36-43.

40. Топольницкий, Е. Б. Рубцовый стеноз трахеи в пожилом и старческом возрасте: непосредственные и отдаленные результаты лечения / Е. Б. Топольницкий, А. Н. Цыденова // Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова. – 2023. – № 8. – С. 31-39.

41. Трахеостомия у пациентов с COVID-19 / Ш. М. Исмагилов, М. Н. Гилялов, Л. И. Салимов [и др.] // Практическая медицина. – 2022. – Т. 20, № 6. – С. 56-57.

42. Урлапова, А.М. Острая хирургическая патология в условиях новой коронавирусной инфекции (COVID-19) / А. М. Урлапова, Т. Л. Горшенин // Инновации в диагностике, лечении, медико-социальной экспертизе, реабилитации: взгляд молодежи : материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых (19-20 мая 2022 г., Санкт-Петербург). – Санкт-Петербург. – 2022. – С. 262-268.

43. Факторный анализ частоты и причин осложнений различных вариантов трахеостомии / О. Д. Эшонходжаев, Ш. Н. Худайбергенов, Р. А. Ибадов, А. А. Ермухаммедов // Вестник Ташкентской медицинской академии. – 2020. – № 2. – С. 184-192.

44. Хирургическое лечение рубцовых стенозов трахеи после осложненного течения коронавирусной инфекции / А. А. Печетов, А. Н. Леднев, М. А. Маков [и др.] // Head and Neck / Голова и шея. Российское издание. Журнал Общероссийской общественной организации «Федерация специалистов по лечению заболеваний головы и шеи». – 2024. – Т. 12, № 1. – С. 29-33.

45. Хирургия местно-распространенного диссеминированного рака щитовидной железы, осложненного опухолевым стенозом трахеи / Д. В. Базаров, А. А. Печетов, А. Ю. Григорчук [и др.] // Head and Neck / Голова и шея. Российское издание. Журнал Общероссийской общественной организации «Федерация специалистов по лечению заболеваний головы и шеи». – 2017. – № 3. – С. 51-57.

46. Эндоскопически ассистированная чрескожная пункционная трахеостомия: показания, техника операции / Ю. Г. Старков, Л. В. Домарев,

Е. Н. Солоднина [и др.] // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2011. – № 4. – С. 26-29.

47. Эффективность применения чрескожной дилатационной трахеостомии у больных на пролонгированной ИВЛ / Ш. Н. Худайбергенов, Г. Л. Пахомов, О. Д. Эшонходжаев [и др.] // Журнал «Теоретическая и клиническая медицина». – 2014. – № 4. – С. 65-68.

48. Яблонский, П. К. Влияние вторичного инфекционного процесса на отдаленные результаты лечения больных не мелкоклеточным раком легкого / П. К. Яблонский, Е. В. Павлушков // Вестник Санкт-Петербургского университета. Медицина. – 2007. – № 1. – С. 57-71.

49. A multi-institutional analysis of tracheotomy complications / S. L. Halum, J. Y. Ting, E. K. Plowman [et al.] // The Laryngoscope. – 2012. – Vol. 122, № 1. – P. 38-45.

50. A network comparative meta-analysis of percutaneous dilatational tracheostomies using anatomic landmarks, bronchoscopic, and ultrasound guidance versus open surgical tracheostomy / I. H. Iftikhar, S. Teng, M. Schimmel [et al.] // Lung. – 2019. – Vol. 197, № 3. – P. 267-275.

51. A prospective study of voice, swallow, and airway outcomes following tracheostomy for COVID-19 / M. J. Rouhani, G. Clunie, G. Thong [et al.] // The Laryngoscope. – 2021. – Vol. 131, № 6. – P. E1918-E1925. – <https://doi.org/10.1002/lary.29346>.

52. A simple modification of Ciaglia Blue Rhino technique for tracheostomy: using a guidewire dilating forceps for initial dilation / C. C. Sheu, J. R. Tsai, J. Y. Hung [et al.] // European journal of cardio-thoracic surgery. – 2007. – Vol. 31, № 1. – P. 114-119.

53. A simple percutaneous tracheostomy technique / W. M. Griggs, L. I. Worthley, J. E. Gilligan [et al.] // Surgery, gynecology & obstetrics. – 1990. – Vol. 170, № 6. – P. 543-545.

54. A study on the safety of percutaneous tracheostomy in patients with severe acute respiratory syndrome novel corona virus 2 (SARS-nCoV2) infection: A single-

center observational cohort study in a CoVID intensive care unit / K. K. Mylavarapu, A. Joshi, R. Nair [et al.] // *SN Comprehensive Clinical Medicine*. – 2021. – Vol. 3, № 10. – P. 2082-2087.

55. Al-Ansari, M. A. Clinical review: percutaneous dilatational tracheostomy / M. A. Al-Ansari, M. H. Hijazi // *Critical care*. – 2005. – Vol. 10, № 1. – P. 202. – <https://doi.org/10.1186/cc3900>.

56. Al-Shathri, Z. Percutaneous Tracheostomy / Z. Al-Shathri, I. Susanto // *Seminars in respiratory and critical care medicine*. – 2018. – Vol. 39, №. 6. – P. 6720-6730.

57. American Association of Otolaryngology-Head and Neck Surgery: Tracheotomy Recommendations During the Covid-19 Pandemic : [сайт]. – 2020. – URL: <https://www.entnet.org/content/tracheotomy-recommendations-during-covid-19-pandemic>. (дата обращения: 16.10.2022).

58. Application of endotracheal tube cuff pressure monitoring during percutaneous dilatational tracheostomy: a novel technique / H. Mohammad, G. Jain, A. Agarwal [et al.] // *Indian journal of critical care medicine: peer-reviewed, official publication of Indian society of critical care medicine*. – 2021. – Vol. 25, № 9 : 1040. – <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10071-23961>.

59. Association between tracheostomy and survival in patients with coronavirus disease 2019 who require prolonged mechanical ventilation for more than 14 days: A multicenter cohort study / A. Tanaka, A. Uchiyama, T. Kitamura [et al.] // *Auris nasus larynx*. – 2023. – Vol. 50, № 2. – P. 276-284.

60. Association of tracheostomy with changes in sedation during COVID-19: a quality improvement evaluation at the University of Michigan / L. M. Cagino, J. B. Kercheval, M. T. Kenes [et al.] // *Annals of the American thoracic society*. – 2021. – Vol. 18, № 5. – P. 907-909.

61. Bajkin, B. V. The effects of combined oral anticoagulant-aspirin therapy in patients undergoing tooth extractions: a prospective study / B. V. Bajkin, I. A. Bajkin, B. B. Petrovic // *Journal of the American Dental Association*. – 2012. – Vol. 143, № 7. – P. 771-776.

62. Barash, M. Patient selection and preoperative evaluation of percutaneous dilation tracheostomy in the intensive care unit / M. Barash, J. S. Kurman // *Journal of thoracic disease*. – 2021. – Vol. 13, № 8. – P. 5251-5260.
63. Baseline characteristics and outcomes of 1591 patients infected with SARSCoV-2 admitted to ICUs of the Lombardy region, Italy / G. Grasselli, A. Zangrillo, A. Zanella [et al.] // *Jama*. – 2020. – Vol. 323, № 16. – P. 1574-1581.
64. Bedside ultrasound screening for pretracheal vascular structures may minimize the risks of percutaneous dilatational tracheostomy / A. C. Flint, R. Midde, V. A. Rao [et al.] // *Neurocritical care*. – 2009. – Vol. 11, № 3. – P. 372-376.
65. Beiderlinden, M. Safety of percutaneous dilational tracheostomy in patients ventilated with high positive end-expiratory pressure (PEEP) / M. Beiderlinden, H. Groeben, J. Peters // *Intensive care medicine*. – 2003. – Vol. 29, № 6. – P. 944-948.
66. Benumof, J. L. Critical hemoglobin desaturation will occur before return to an unparalysed state following 1 mg/kg intravenous succinylcholine / J. L. Benumof, R. Dagg, R. Benumof // *Anesthesiology*. – 1997. – Vol. 87, № 4. – P. 979-982.
67. Bittner, E. A. The ventilator liberation process: Update on technique, timing and termination of tracheostomy / E. A. Bittner, U. H. Schmidt // *Respiratory Care*. – 2012. – Vol. 57, № 10. – P. 1626-1634.
68. Bleeding hazard of percutaneous tracheostomy in COVID-19 patients supported with venovenous extracorporeal membrane oxygenation: a case series / H. Elmelliti, D. P. Mutkule, M. Imran [et al.] // *Journal of cardiothoracic and vascular anesthesia*. – 2023. – Vol. 37, № 1. – P. 73-80.
69. Bontempo, L. J. Tracheostomy Emergencies / L. J. Bontempo, S. L. Manning // *Emergency Medicine Clinics of North America*. – 2019. – Vol. 37, № 1. – P. 109-119.
70. Borges, A. F. Relaxed skin tension lines (RSTL) versus other skin lines // *Plastic and Reconstructive Surgery*. – 1984. – Vol. 73, № 1. – P. 144-150.
71. Cameron, J. L. Tracheostomy. / J. L. Cameron, A. M. Cameron // *Current Surgical Therapy: 12th edition*, Elsevier. – 2016. – P. 639-644.

72. Caputo, M. P. Early tracheostomy in morbidly obese COVID-19 patients: a case series and discussion of institutional practices / M. P. Caputo, S. Aziz, M. Mifsud // *Cureus*. – 2021. – Vol. 13, № 4 : e14345. –<https://doi.org/10.7759/cureus.14345>.
73. Challenges of tracheostomy in COVID-19 patients in a tertiary centre in inner city London / E. Yeung, P. Hopkins, G. Auzinger, K. Fan // *International journal of oral and maxillofacial surgery*. – 2020. – Vol. 49, № 11. – P. 1385-1391.
74. Cheng, E. Dilatational versus standard tracheostomy: a meta-analysis / E. Cheng, W. E. Fee Jr. // *Annals of Otolaryngology, Rhinology, and Laryngology*. – 2000. – Vol.109, №9. – P. 803-807.
75. Cheung, N. H. Tracheostomy: epidemiology, indications, timing, technique, and outcomes / N. H. Cheung, L. M. Napolitano // *Respiratory Care*. – 2014. – Vol. 59, № 6. – P. 895-919.
76. Chong, W. H. Clinical outcomes of early versus late tracheostomy in coronavirus disease 2019 patients: a systematic review and meta-analysis / W. H. Chong, C. K. Tan // *Journal of intensive care medicine*. – 2022. – Vol. 37, № 9. – P. 1121-1132.
77. Ciaglia, P. Elective percutaneous dilational tracheostomy / P. Ciaglia, R. Firsching, C. Syniec // *Chest*. – 1985. – Vol. 87, № 6. – P. 715-719.
78. Cipriano, A. An overview of complications associated with open and percutaneous tracheostomy procedures / A. Cipriano, M. L. Mao, H. H. Hon [et al.] // *International journal of critical illness and injury science*. – 2015. – Vol. 5, №. 3. – P. 179-188.
79. Clinical consensus statement: tracheostomy care / R. B. Mitchell, H. M. Hussey, G. Setzen [et al.] // *Otolaryngology-head and neck surgery*. – 2013. – Vol. 148, № 1. – P. 6-20.
80. Clinical use and material wear of polymeric tracheostomy tubes / G. Björling, S. Axelsson, U. B. Johansson [et al.] // *Laryngoscope*. – 2007. – Vol. 117, № 9. – P. 1552-1559.
81. Coagulative disorders in critically ill COVID-19 patients with acute distress respiratory syndrome: a critical review / C. Robba, D. Battaglini, L. Ball [et

al.]// Journal of clinical medicine. – 2021. – Vol. 10, № 1 : 140. – <https://doi.org/10.3390/jcm10010140>.

82. Comparative Analysis of Frequency and Structure of Complications after Various Options of Tracheostomy / O. D. Eshonkhodjaev, S. H. N. Khudaybergenov, R. A. Ibadov [et al.] // Open journal of thoracic surgery. – 2020. – Vol. 10, № 2. – P. 41-55.

83. Comparison of complications in percutaneous dilatational tracheostomy versus surgical tracheostomy / S. Yaghoobi, H. Kayalha, R. Ghafouri [et al.] // Global journal of health science. – 2014. – Vol. 6, № 4. – P. 221-225.

84. Comparison of percutaneous dilatational tracheostomy with surgical tracheostomy / A. Turkmen, A. Altan, N. Turgut [et al.] // Middle east journal of anesthesiology (MEJA). – 2008. – Vol. 19, № 5. – P. 1055-1067.

85. Comparison of percutaneous dilatational tracheotomy versus open surgical technique in severe COVID-19: Complication rates, relative risks and benefits / C. Botti, F. Lusetti, T. Neri [et al.] // Auris, nasus, larynx. – 2021. – Vol. 48, № 3. – P. 511-517.

86. Consensus guidelines for managing the airway in patients with COVID-19. Guidelines from the difficult airway society, the association of anaesthetists the intensive care society, the faculty of intensive care medicine and the Royal college of anaesthetists / T. M. Cook, K. El-Boghdadly, B. McGuire [et al.] // Anaesthesia. – 2020. – Vol. 75, № 6. – P. 785-799.

87. Cooper, J. D. Tracheal injuries complicating prolonged intubation and tracheostomy // Thoracic surgery clinics. – 2018. – Vol. 28, № 2. – P. 139-144.

88. Cricothyrotomy: a clinical anatomy review / J. M. Boon, P. H. Abrahams, J. H. Meiring, T. Welch // Clinical Anatomy. – 2004. – Vol. 17, № 6. – P. 478-486.

89. Critical care and acute care surgery committees of the American association for the surgery of trauma. performing tracheostomy during the Covid-19 pandemic. Performing tracheostomy during the Covid-19 pandemic: guidance and recommendations from the critical care and acute care surgery committees of the American association for the surgery of trauma / C. P. Michetti, C. C. Burlew,

E. M. Bulger [et al.] // Trauma surgery & acute care open. – 2020. – Vol. 5, № 1 : e482. – <https://doi.org/10.1136/tsaco-2020-000482>.

90. Critical care outcomes, for the first 200 patients with confirmed COVID-19, in England, Wales and Northern Ireland: A report from the ICNARC case mix programme / A. Richards-Belle, I. Orzechowska, J. Doidge [et al.] // Journal of the intensive care society. – 2020. – Vol. 22, № 4. – P. 270-279.

91. Dangerous percutaneous dilatational tracheostomy / G. Casso, J. C. van den Berg, S. Demertzis, T. A. Cassina // Journal of intensive care medicine. – 2014. – Vol. 40, № 2. – P. 260-261.

92. Death after percutaneous dilatational tracheostomy: a systematic review and analysis of risk factors / M. Simon, M. Metschke, S. A. Braune [et al.] // Critical care. – 2013. – Vol. 17, № 5 : R258. – <https://doi.org/10.1186/cc13085>.

93. Dhand, R. Care of the chronic tracheostomy / R. Dhand, J. C. Johnson // Respiratory Care. – 2006. – Vol. 51, № 9. – P. 984-1001.

94. Differences in collagen architecture between keloid, hypertrophic scar, normotrophic scar, and normal skin: an objective histopathological analysis / P. D. H. M. Verhaegen, P. P. M. van Zuijlen, N. M. Pennings [et al.] // Wound Repair and Regeneration. – 2009. – Vol. 17, № 5. – P. 649-656.

95. Differences of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 Shedding Duration in Sputum and Nasopharyngeal Swab Specimens Among Adult Inpatients With Coronavirus Disease 2019 / K. Wang, X. Zhang, J. Sun [et al.] // Chest. – 2020. – Vol. 158, № 5. – P. 1876-1884.

96. Does acuity matter? Optimal timing of tracheostomy stratified by injury severity / J. M. Schauer, L. L. Engle, D. T. Maugher, R. A. Cherry // Journal of Trauma and Acute Care Surgery. – 2009. – Vol. 66, № 1. – P. 220-225.

97. Durbin, C.G. Tracheostomy: why, when, and how? // Respiratory care. – 2010. – Vol. 55, № 8. – P. 1056-1068.

98. Early and late outcome after single step dilatational tracheostomy versus the guide wire dilating forceps technique: a prospective randomized clinical trial /

B. G. Fikkers, M. Staatsen, F. J. van den Hoogen, J. G. van der Hoeven // Intensive care medicine. – 2011. – Vol. 37. – P. 1103-1109.

99. Early Outcomes From Early Tracheostomy for Patients With COVID-19 / P. E. Kwak, J. R. Connors, P. A. Benedict [et al.] // JAMA otolaryngology-head & neck surgery. – 2021. – Vol. 147, № 3 – P. 239-244.

100. Early percutaneous tracheostomy for patients with COVID-19 / A. Williamson, M.T. Roberts, J. Phillips, R. Saha // Anaesthesia. – 2020. – Vol. 76, № 1. – P. 138-139.

101. Early percutaneous tracheotomy in coronavirus disease 2019 (COVID-19) and infection in healthcare personnel: a cohort study / A. Rosano, E. Martinelli, F. Fusina [et al.] // Infection control & hospital epidemiology. – 2022. – Vol. 43, № 2. – P. 271-272.

102. Early versus late percutaneous dilational tracheostomy in critically ill patients anticipated requiring prolonged mechanical ventilation / Y. Zheng, F. Sui, X. K. Chen [et al.] // Chinese medical journal. – 2012. – Vol. 125, № 11. – P. 1925-1930.

103. Early versus late tracheostomy for critically ill patients / B. N. Andriolo, R. B. Andriolo, H. Saconato [et al.] // Cochrane database of systematic reviews. – 2015. – Vol. 1, №1. – P. 16-41.

104. Early versus late tracheostomy for critically ill patients / B. N. Gomes Silva, R. B. Andriolo, H. Saconato [et al.] / Cochrane Database Syst Rev. – 2012. – Vol. 3, № 3. – P. 9-32.

105. Early vs late tracheotomy for prevention of pneumonia in mechanically ventilated adult ICU patients: a randomized controlled trial / P. P. Terragni, M. Antonelli, M. Berardino [et al.] // Jama. – 2010. – Vol. 303, № 15. – P. 1483-1489.

106. Early vs. late tracheostomy in intensive care settings: Impact on ICU and hospital costs / B. Herritt, D. Chaudhuri, K. Thavorn [et al.] // Journal of critical care. – 2018. – Vol. 44. – P. 285-288.

107. Early vs. late tracheostomy in ventilated COVID-19 patients-a retrospective study / N. Livneh, J. Mansour, R. Kassif Lerner [et al.] // American

journal of otolaryngology. – 2021. – Vol. 42, № 6 :103102. – <https://doi.org/10.1016/j.amjoto.2021.103102>.

108. Effect of early vs late tracheostomy placement on survival in patients receiving mechanical ventilation / D. Young, D. A. Harrison, B. H. Cuthbertson [et al.] // JAMA. – 2013. – Vol. 309, № 20. – P. 2121-2129.

109. El Solh, A. A. Comparative study of the complications of surgical tracheostomy in morbidly obese critically ill patients / A. A. El Solh, W. Jaafar // Critical care. – 2007. – Vol. 11, № 1 : R3. – <https://doi.org/10.1186/cc5147>.

110. Elective tracheostomy during COVID-19 outbreak: to whom, when, how? Early experience from Venice, Italy / T. Volo, P. Stritoni, I. Battel [et al.] // European archives of oto-rhino-laryngology. – 2021. – Vol. 278. – P. 781-789.

111. Elective tracheostomy during mechanical ventilation in patients affected by COVID-19: preliminary case series from Lombardy, Italy / M. Turri-Zanoni, P. Battaglia, C. Czaczkes [et al.] // Otolaryngology-head and neck surgery. – 2020. – Vol.163, № 1. – P. 135-137.

112. Emergency department resuscitative procedures: animal laboratory training improves procedural competency and speed / C. B. Custalow, J. A. Kline, J. A. Marx [et al.] // Academic emergency medicine. – 2002. – Vol. 9, № 6. – P. 575-586.

113. Epidemiology and risk prediction of patients with severe burns admitted to a burn intensive care unit in a burn center in Beijing: A 5-year retrospective study / C. Wang, Z. Dou, F. Qin [et al.] // Heliyon. – 2022. – Vol. 8, № 12 : e12572. – <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12572>.

114. Epstein, S. K. Late complications of tracheostomy // Respiratory Care. – 2005. – Vol. 50, № 4. – P. 542-549.

115. Ernest, L. W. The history of percutaneous tracheostomy. / L. W. Ernest, P. R. G. Brink // The journal of laryngology & otology. – 1996. – Vol. 110, № 8. – P. 723-726.

116. Ernst, A. Interventional pulmonary procedures: Guidelines from the American College of Chest Physicians / A. Ernst, G. A. Silvestri, D. Johnstone // Chest. – 2003. – Vol. 123, № 5. – P. 1693-1694.

117. Everitt, E. Care of patients with permanent tracheostomy // *Nursing times*. – 2016. – Vol. 112, № 21-23. – P. 20-22.

118. Evidence-based guides in tracheostomy use in critical patients / N. Raimondi, M. R. Vial, J. Calleja [et al.] // *Med. intensiva*. – 2017. – Vol. 41, № 2. – P. 94-115.

119. Evidence-based risk factors for seroma formation in breast surgery / K. Kuroi, K. Shimozuma, T. Taguchi [et al.] // *Japanese Journal of Clinical Oncology*. – 2006. – Vol. 36, № 4. – P. 197-206.

120. Evolution of percutaneous dilatational tracheostomy-a review of current techniques and their pitfalls / J. Cools-Lartigue, A. Aboalsaud, H. Gill, L. Ferri // *World journal of surgery*. – 2013. – Vol. 37, № 7. – P. 1633-1646.

121. Factors associated with intubation and prolonged intubation in hospitalized patients with COVID-19 / K. Hur, C. P. E. Price, E. L. Gray [et al.] // *Otolaryngology – head and neck surgery*. – 2020. – Vol. 163, № 1. – P. 170-178.

122. Fantoni, A. A non-derivative, non-surgical tracheostomy: the translaryngeal method / A. Fantoni, D. Ripamonti // *Intensive care medicine*. – 1997. – Vol. 23, № 4. – P. 386-392.

123. Fast reshaping of intensive care unit facilities in a large metropolitan hospital in Milan, Italy: facing the COVID-19 pandemic emergency / A. Zangrillo, L. Beretta, P. Silvani [et al.] // *Critical care and resuscitation*. – 2020. – Vol. 22, № 2. – P. 91-94.

124. Favier, V. The best option to protect health care workers from Covid-19 during tracheostomy is to adapt the procedure / V. Favier, P. Gallet // *JAMA otolaryngology–head & neck surgery*. – 2022. – Vol. 148, № 1. – P. 84-84.

125. Fiberoptic bronchoscopy-assisted percutaneous tracheostomy is safe in obese critically ill patients: a prospective and comparative study / C. M. Romero, R. A. Cornejo, M. H. Ruiz [et al.] // *Journal of critical care*. – 2009. – Vol. 24, № 4. – P. 494-500.

126. Freeman, B. D. Tracheostomy practice in adults with acute respiratory failure / B. D. Freeman, P. E. Morris // *Critical care medicine*. – 2012. – Vol. 40, № 10. – P. 2890-2896.

127. Freeman, B. D. Tracheostomy update: when and how // *Critical care clinics*. – 2017. – Vol. 33, № 2. – P. 311-322.

128. Frost, E. A. Tracing the tracheostomy // *Annals of otology, rhinology & laryngology*. – 1976. – Vol. 85, № 5. – P. 618-624.

129. Frova, G. A new simple method for percutaneous tracheostomy: controlled rotating dilation. A preliminary report / G. Frova, M. Quintel // *Intensive care medicine*. – 2002. – Vol. 28, № 3. – P. 299-303.

130. Granulation tissue and subglottic stenosis: molecular mechanisms and clinical implications / I. Fiz, J. C. Koelmel, C. Gurtner [et al.] // *Laryngoscope Investigative Otolaryngology*. – 2023. – Vol. 8, № 2. – P. 482-492.

131. Grillo, H. C. *Surgery of the Trachea and Bronchi* / H. C. Grillo. – Hamilton, ON : BC Decker, 2004. – 872 p.

132. Gromann, T. W. Ballon dilatational tracheostomy. Technique and first clinical experience with the Ciaglia Blue Dolphin method / T. W. Gromann, O. Birkelbach, R. Hetzer // *Der Chirurg*. – 2009. – Vol. 80, № 7. – P. 622-627.

133. Halsted, W. S. The treatment of wounds with especial reference to the value of the blood clot in the management of dead spaces // *Johns Hopkins Hospital Reports*. – 1890. – Vol. 2. – P. 255-314.

134. Hashimoto, D. A. Percutaneous Tracheostomy / D. A. Hashimoto, A. L. Axtell, H. G. Auchincloss // *New England journal of medicine*. – 2020. – Vol. 383, № 20 : e112. – <https://doi.org/10.1056/NEJMvcm2014884>.

135. Hatfield, A. Portable ultrasonic scanning of the anterior neck before percutaneous dilatational tracheostomy / A. Hatfield, A. R. Bodenham // *Anaesthesia*. – 1999. – Vol. 54, № 7. – P. 660-663.

136. Healthcare Personnel Safety During Percutaneous Tracheostomy in Patients With COVID-19: Proof-of-Concept Study / R. N. Sood, N. Dudiki, D. Alape,

M. W. Maxfiel // *Journal of Intensive Care Medicine*. – 2021. – Vol. 36, № 5. – P. 612-616.

137. Heyd, C. P. Tracheostomy protocols during COVID-19 pandemic / C. P. Heyd, V. M. Desiato, S. A. Nguyen [et al.] // *Head & neck*. – 2020. – Vol. 42, № 6. – P. 1297-1302.

138. Higgins, K. M. Meta-analysis comparison of open versus percutaneous tracheostomy / K. M. Higgins, X. Punthakee // *The Laryngoscope*. – 2007. – Vol. 117, № 3. – P. 447-454.

139. High resource utilization does not affect mortality in acute respiratory failure patients managed with tracheostomy / B. D. Freeman, D. Stwalley, D. Lambert [et al.] // *Respiratory care*. – 2013. – Vol. 58, № 11. – P. 1863-1872.

140. Hood, K. Reducing fresh tracheostomy decannulations following implementation of a fresh tracheostomy guideline / K. Hood, B. Lewis, C. D. Bowens // *Critical Care Nursing Clinics*. – 2017. – Vol. 29, № 2. – P. 131-141.

141. How is mechanical ventilation employed in the intensive care unit? An international utilization review / A. Esteban, A. Anzueto, I. Alia [et al.] // *American journal of respiratory and critical care medicine*. – 2000. – Vol. 161, № 5. – P. 1450-1458.

142. Hypercarbia during tracheostomy: a comparison of percutaneous endoscopic, percutaneous Doppler, and standard surgical tracheostomy / P. M. Reilly, R. F. Sing, F. A. Giberson [et al.] // *Intensive Care Medicine*. – 1997. – Vol. 23, № 8. – P. 859-864.

143. Impact of closure technique on incisional hernia rate after midline laparotomy: a systematic review and meta-analysis / S. A. Elhage, M. N. Marturano, T. Prasad [et al.] // *Hernia*. – 2022. – Vol. 26, № 2. – P. 457-468.

144. Improvement of technical aspects in performing dilatational tracheostomy / O. D. Eshonhodjaev, Sh. N. Khudaybergenov, R. A. Ibadov, A. A. Yormammedov // *American journal of medicine and medical sciences* // *American journal of medicine and medical sciences*. – 2021. – Vol. 11, № 3. – P. 204-210.

145. Improving tracheostomy care: a prospective study of the multidisciplinary approach / R. Cetto, A. Arora, R. Hettige [et al.] // *Clinical otolaryngology*. – 2011. – Vol. 36, № 5 – P. 482-488.
146. Is surgical tracheostomy better than percutaneous tracheostomy in COVID-19-positive patients? / M. Bassi, F. Ruberto, C. Poggi [et al.] // *Anesthesia & analgesia*. – 2020. – Vol. 131, № 4. – P. 1000-1005.
147. Jackson, C. Tracheotomy // *Laryngoscope*. – 1909. – Vol. 9. – P. 285-290.
148. Johnson-Obaseki, S. Complication rates of open surgical versus percutaneous tracheostomy in critically ill patients / S. Johnson-Obaseki, A. Veljkovic, H. Javidnia // *The Laryngoscope*. – 2016. – Vol. 126, №. 11. – P. 2459-2467.
149. Kim, J. E. The feasibility and safety of percutaneous dilatational tracheostomy without endotracheal guidance in the intensive care unit / J. E. Kim, D. H. Lee // *Acute and Critical Care*. – 2022. – Vol. 37, № 1. – P. 101-107.
150. Kiran, S. A comparative study of complications and long-term outcomes of surgical tracheostomy and two techniques of percutaneous tracheostomy / S. Kiran, S. Eapen, V. Chopra // *Indian journal of critical care medicine: peer-reviewed, official publication of Indian society of critical care medicine*. – 2015. – Vol. 19, № 2. – P. 82-86.
151. Kost, K. M. Endoscopic percutaneous dilatational tracheotomy: a prospective evaluation of 500 consecutive cases // *Laryngoscope*. – 2005. – Vol. 115, № 10 :1-30. – <https://doi.org/10.1097/01.MLG.0000163744.89688.E8>.
152. Krausen, A. S. The inferior thyroid veins – the ultimate guardians of the trachea // *Laryngoscope*. – 1976. – Vol. 86, № 12. – P. 1849-1855.
153. Kutsukutsa, J. Tracheostomy decannulation methods and procedures in adults: a systematic scoping review protocol / J. Kutsukutsa, T. P. Mashamba-Thompson, Y. Saman // *Systematic reviews*. – 2017. – Vol. 6, № 1 : 239. – <https://doi.org/10.1186/s13643-017-0634-0>.
154. Laparoscopic approach significantly reduces surgical site infections after colorectal surgery: data from national surgical quality improvement program /

R. P. Kiran, G. H. El-Gazzaz, J. D. Vogel, F. H. Remzi // *Journal of the American College of Surgeons*. – 2010. – Vol. 211, № 2. – P. 232-238.

155. Lee, S. H. The usefulness of the stay suture technique in tracheostomy / S. H. Lee, K. H. Kim, S. H. Woo // *The Laryngoscope*. – 2015. – Vol. 125, № 6. – P. 1356-1359.

156. Leung, C. Clinical features of deaths in the novel coronavirus epidemic in China // *Reviews in medical virology*. – 2020. – Vol. 30, № 3 : e2103. – <https://doi.org/10.1002/rmv.2103>.

157. Local hemostasis in patients on antithrombotic therapy undergoing dental extraction: a systematic review / E. Lababidi, T. Khouja, S. Reynolds, M. Hamzeh // *Journal of Evidence-Based Dental Practice*. – 2021. – Vol. 21, № 3 : 5293. – <https://doi.org/10.3390/ijerph20075293>.

158. Long-term outcome following tracheostomy in critical care: a systematic review / G. A. Dempsey, B. Morton, C. Hammell [et al.] // *Critical Care Medicine*. – 2016. – Vol. 44, № 3. – P. 617-628.

159. Long-term outcomes after tracheostomy for COVID-19 / M. Taboada, E. Moreno, S. Leal [et al.] // *Archivos de bronconeumologia*. – 2021. – Vol. 57. – P. 54-56.

160. Mahmoodpoor, A. Complications and safety of percutaneous dilatational tracheostomy with Griggs method versus surgical tracheostomy: A prospective trial with six months follow-up / A. Mahmoodpoor, M. Beigmohammadi, S. Sanaie // *Pak J Med Sci*. – 2009. – Vol. 25, № 1. – P. 41-45.

161. Majeed, A. Brief report: diametrical differences between Blue-Rhino kit loading dilators and percutaneous tracheostomy tubes / A. Majeed, S. Kannan // *Anaesthesia, Pain & Intensive Care*. – 2011. – Vol. 15, № 3. – P. 161.

162. Management of tracheostomy in COVID-19 patients: The Japanese experience / T. Yokokawa, Y. Ariizumi, M. Hiramatsu [et al.] // *Auris nasus larynx*. – 2021. – Vol. 48, № 3. – P. 525-529.

163. Maxwell, B. G. Percutaneous tracheostomy at the bedside: 13 tips for improving safety and success / B. G. Maxwell, T. Ganaway, G. K. Lighthall // *Journal of Intensive Care Medicine*. – 2014. – Vol. 29, № 2. – P. 110-115.

164. McGrath, B. A. Estimating the number of tracheostomies performed in critical care in England / B. A. McGrath, R. Ramsaran, M. O. Columb // *British Journal of Anaesthesia*. – 2012. – Vol. 109, № 4. – P. 662.

165. Mechanisms of wound re-epithelialization: hints from a tissue-engineered reconstructed skin to long-standing questions / A. F. Laplante, L. Germain, F. A. Auger, V. Moulin // *FASEB Journal*. – 2001. – Vol. 15, № 13. – P. 2377-2389.

166. Mehta, C. Percutaneous tracheostomy / C. Mehta, Y. Mehta // *Annals of cardiac anaesthesia*. – 2017. – Vol. 20, № 1 :S19-S25. – <https://doi.org/10.4103/0971-9784.197793>.

167. Mehta, Y. Percutaneous dilatational tracheostomy: Guided well with real-time ultrasound // *Indian journal of critical care medicine: peer-reviewed, official publication of Indian society of critical care medicine*. – 2013. – Vol. 17, № 6. – P. 335-336.

168. Meininger, D. Tracheostomy in intensive care longterm ventilation: indications, techniques and complications / D. Meininger, F. Walcher, C. Byhahn // *Der Chirurg*. – 2011. – Vol. 82. – P. 107-115.

169. Menegozzo, C. A. M. Performing Ultrasound-Guided Percutaneous Tracheostomy in COVID-19 Patients. / C. A. M. Menegozzo, M. C. Rocha, E. M. Utiyama // *Journal of the American College of Surgeons*. – 2021. – Vol. 232, № 2. – P. 226-227.

170. Meng, X. Effect of open surgical and percutaneous dilatational tracheostomy on postoperative wound complications in patients: a meta-analysis / X. Meng, Y. Shao, W. Zhu // *Int Wound J*. – 2024. – Vol. 21, № 1 : e14368. – <https://doi.org/10.1111/iwj.14368>.

171. Methods for a seamless transition from tracheostomy to spontaneous breathing in patients with COVID-19 / M. J. Divo, C. L. Oberg, M. A. Pritchett [et al.] // *Respiratory Care*. – 2020. – Vol. 65, № 11. – P. 1773-1783.

172. Modified percutaneous tracheostomy in COVID-19 critically ill patients / M. Vargas, G. Russo, C. Iacovazzo, G. Servillo // *Head & neck*. – 2020. – Vol. 42, № 7. – P. 1363-1366.

173. Moizo, E. Percutaneous tracheostomy in COVID-19 patients: a new apneic approach / E. Moizo, A. Zangrillo, S. Colombo [et al.] // *Brazilian Journal of Anesthesiology*. – 2022. – Vol. 72. – P. 189-193.

174. Morris, L. L. Tracheostomy care and complications in the intensive care unit / L. L. Morris, A. Whitmer, E. McIntosh // *Critical care nurse*. – 2013. – Vol. 33, № 5. – P. 18-30.

175. Multidisciplinary guidance for safe tracheostomy care during the COVID-19 pandemic: the NHS National Patient Safety Improvement Programme (NatPatSIP) / B. A. McGrath, N. Ashby, M. Birchall [et al.] // *Anaesthesia*. – 2020. – Vol. 75, № 12. – P. 1659-1670.

176. Multidisciplinary team approach in the management of tracheostomy patients. / V. Pandian, C. R. Miller, M. A. Mirski [et al.] // *Otolaryngology-head and neck surgery*. – 2012. – Vol. 147, № 4. – P. 684-691.

177. Naushad, O. Naushad's modification of griggs percutaneous tracheostomy: retrospective case series study on 200 patients at subharti medical college, meerut, India / O. Naushad, M. Bashir, S. Rathee // *Maedica*. – 2022. – Vol. 17, № 1. – P. 64-73.

178. Novel percutaneous tracheostomy for critically ill patients with COVID-19 / L. Angel, Z. N. Kon, S. H. Chang [et al.] // *The annals of thoracic surgery*. – 2020. – Vol. 110, № 3. – P. 1006-1011.

179. O'Connor, H. H. Tracheostomy decannulation / H. H. O'Connor, A. C. White // *Respiratory care*. – 2010. – Vol. 55, № 8. – P. 1076-1081.

180. Open versus percutaneous tracheostomy in COVID-19: a multicentre comparison and recommendation for future resource utilisation / A. Rovira, S. Tricklebank, P. Surda [et al.] // *European archives of oto-rhino-laryngology*. – 2021. – Vol. 278. – P. 2107-2114.

181. Optimal timing of tracheostomy in patients on veno-venous extracorporeal membrane oxygenation for coronavirus 2019: a case series / T. Matsuyoshi, K. Shimizu, H. Kaneko [et al.] // *Acute Medicine & Surgery*. – 2021. – Vol. 8, № 1 : e662. – <https://doi.org/10.1002/ams2.662>.

182. Orser, B.A. Recommendations for endotracheal intubation of COVID-19 patients // *Anesthesia & Analgesia*. – 2020. – Vol. 130, № 5. – P. 1109-1110.

183. Outcome of 1890 tracheostomies for critical COVID-19 patients: a national cohort study in Spain / C. Martin-Villares, C. Perez Molina-Ramirez, M. Bartolome-Benito [et al.] // *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. – 2021. – Vol. 278. – P. 1605-1612.

184. Outcome of 1890 tracheostomies for critical COVID-19 patients: a national cohort study in Spain / C. Martin-Villares, C. Perez Molina-Ramirez, M. Bartolome-Benito [et al.] // *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. – 2021. – Vol. 278, № 5. – P. 1605-1612.

185. Outcomes and timing of bedside percutaneous tracheostomy of COVID-19 patients over a year in the intensive care unit / N. Tetaj, M. Maritti, G. Stazi [et al.] // *Journal of clinical medicine*. – 2021. – Vol. 10, № 15 : 3335. – <https://doi.org/10.3390/jcm10153335>.

186. Outcomes in Severe COVID-19 Patients Following Percutaneous Versus Open Surgical Tracheostomy: An Analysis of Clinical and Prognostic Indicators / A. Akbari, R. Shekouhi, V. Khaloo [et al.] // *Cureus*. – 2022. – Vol. 14, № 12 : e32487. – <https://doi.org/10.7759/cureus.32487>.

187. Outcomes of percutaneous tracheostomy for patients with SARS-CoV-2 respiratory failure / J. Arnold, C. A. Gao, E. Malsin [et al.] // *J Bronchology Interv Pulmonol*. – 2023. – Vol. 30, №. 1. – P. 60-65.

188. Patel, D. SAFety of percutaneous tracheostomy in patients with coagulopathy and high ventilatory demand / D. Patel, K. Devulapally, S. Islam // *Chest*. – 2009. – Vol. 136, № 4. – P. 50.

189. Pathologic changes of the trachea after percutaneous dilatational tracheotomy / L. W. E. Van Heurn, P. H. M. H. Theunissen, G. Ramsay, P. R. G. Brink // *Chest*. – 1996. – Vol. 109, № 6. – P. 1466-1469.

190. Pelausa, E. O. Percutaneous tracheostomy: ready or not? // *The journal of otolaryngology*. – 1991. – Vol. 20, № 2. – P. 88-92.

191. Peled, I. K. Purse-string suture for reduction and closure of skin defects / I. K. Peled, U. Zagher, M. R. Wexler // *Annals of Plastic Surgery*. – 1985. – Vol. 14, № 3. – P. 244-246.

192. Percutaneous and open tracheostomy in patients with COVID-19 / S. M. Long, A. Chern, N. Z. Feit [et al.] // *Annals of surgery*. – 2021. – Vol. 273, № 3. – P. 403-409.

193. Percutaneous and surgical tracheostomy in critically ill adult patients: a meta-analysis / C. Putensen, N. Theuerkauf, U. Guenther [et al.] // *Critical Care*. – 2014. – Vol. 18, № 6 : 544. – <https://doi.org/10.1186/s13054-014-0544-7>.

194. Percutaneous dilatational tracheostomy for saturating influx of COVID-19 patients: Experience of military ENT physicians deployed in Mulhouse, France / J. B. Morvan, D. Riviere, M. des Dñserts Danguy [et al.] // *European annals of otorhinolaryngology, head and neck diseases*. – 2020. – Vol. 137, № 4. – P. 263-268.

195. Percutaneous dilatational tracheostomy versus surgical tracheostomy in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis / A. Delaney, S. M. Bagshaw, M. Nalos // *Critical care*. – 2006. – Vol. 10, №2 : R55. – <https://doi.org/10.1186/cc4887>.

196. Percutaneous dilatational tracheostomy via griggs technique / H. A. Karimpour, K. Vafaii, M. Chalechale [et al.] // *Archives of Iranian medicine*. – 2017. – Vol. 20, № 1. – P. 49-54.

197. Percutaneous dilatational tracheostomy with single use bronchoscopes versus reusable bronchoscopes – a prospective randomized trial (TraSUB) / P. A. Tariparast, A. Brockmann, R. Hartwig [et al.] // *BMC anesthesiology*. – 2022. – Vol. 22, № 1 : 90. – <https://doi.org/10.1186/s12871-022-01618-4>.

198. Percutaneous dilatational tracheostomy: a self-drive control technique with video fiberoptic bronchoscopy reduces perioperative complications / A. Peris, M. Linden, G. Pellegrini [et al.] // *Minerva anesthesiol.* – 2009. – Vol. 75, № 1-2. – P. 21-25.

199. Percutaneous dilatational tracheostomy: haemorrhagic complications and the vascular anatomy of the anterior neck. A review based on 497 cases / J. K. Muhammad, E. Major, A. Wood, D. W. Patton // *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery.* – 2000. – Vol. 29, № 3. – P. 217-222.

200. Percutaneous dilational tracheostomy for coronavirus disease 2019 patients requiring mechanical ventilation / L. F. Angel, N. E. Amoroso, S. Rafeq [et al.] // *Critical care medicine.* – 2021. – Vol. 49, № 7. – P. 1058-1067.

201. Percutaneous dilational tracheostomy in patients receiving antiplatelet therapy: is it safe? / W. Abouzgheib, N. Meena, P. Jagtap [et al.] // *J Bronchology Interv Pulmonol.* – 2013. – Vol. 20, № 4. – P. 322-325.

202. Percutaneous or surgical tracheostomy: a meta-analysis / P. Dulguero, C. Gysin, T. V. Perneger [et al.] // *Critical care medicine.* – 1999. – Vol. 27, № 8. – P. 1617-1625.

203. Percutaneous techniques versus surgical techniques for tracheostomy / P. Brass, M. Hellmich, A. Ladra [et al.] // *Cochrane Database of Systematic Reviews.* – 2016. – № 7 : CD008045. – <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008045.pub2>.

204. Percutaneous tracheostomy / Rana S., Pendem S., Engel R. [et al.] // *Annals of Cardiac Anaesthesia.* – 2003. – Vol. 6, № 1. – P. 19-26.

205. Percutaneous tracheostomy by guidewire dilating forceps technique: review of 98 patients / M. M. Maddali, M. Pratap, J. Fahr [et al.] // *Journal of postgraduate medicine.* – 2001. – Vol. 47, № 2. – P. 100-103.

206. Percutaneous tracheostomy for long-term ventilated COVID-19-patients: rationale and first clinical-safe for all-experience / W. Jonckheere, M. Mekeirele, S. Hendrickx [et al.] // *Anaesthesiology intensive therapy.* – 2020. – Vol. 52, № 5. – P. 366-372.

207. Percutaneous Tracheostomy in COVID Era: time to adapt and improvise / G. Paul, P. L. Gautam, S. Sharma [et al.] // Indian journal of critical care medicine: peer-reviewed, official publication of Indian Society of critical care medicine. – 2021. – Vol. 25, № 6. – P. 642-647.

208. Percutaneous Tracheostomy in Patients at High Risk of Bleeding Complications: A Retrospective Single-center Experience / S. P. Sasane, M. M. Telang, Z. F. Alrais [et al.] // Indian journal of critical care medicine: peer-reviewed, official publication of Indian society of critical care medicine. – 2020. – Vol. 24, № 2. – P. 90-94.

209. Percutaneous tracheostomy in respiratory failure due to COVID-19 / S. E. Cohen, A. R. Lopez, P. K. Ng [et al.] // Journal of Bronchology & Interventional Pulmonology. – 2022. – Vol. 29, № 2. – P. 125-130.

210. Percutaneous tracheostomy in severe obesity: experience at a tertiary care center / D. Chambers, R. Cloyes, A. Adam [et al.] // Chest. – 2013. – Vol. 144, №. 4. – P. 66.

211. Percutaneous tracheostomy is safe in patients with severe thrombocytopenia / S. Kluge, A. Meyer, P. Kühnelt [et al.] // Chest. – 2004. – Vol. 126, № 2. – P. 547-551.

212. Percutaneous tracheostomy under real-time ultrasound guidance in coagulopathic patients: a single-center experience / P. Kumar, D. Govil, S. J. Patel [et al.] // Indian Journal of Critical Care Medicine. – 2020. – Vol. 24, № 2. – P. 122-127.

213. Percutaneous tracheostomy with apnea during coronavirus disease 2019 era: a protocol and brief report of cases / A. Niroula, K. V. M. Nostrand, O. V. Khullar [et al.] // Critical care explorations. – 2020. – Vol. 2, № 5 : e0134. – <https://doi.org/10.1097/CCE.0000000000000134>.

214. Percutaneous tracheostomy with the Blue Rhino™ technique: presentation of 100 consecutive patients / B. G. Fikkers, I. S. Briede, J. M. M. Verwiel, F. J. A. van den Hoogen // Anaesthesia. – 2002. – Vol. 57, № 11. – P. 1094-1097.

215. Percutaneous tracheostomy, a systematic review / L. Cabrini, G. Monti, G. Landoni [et al.] // *Acta anaesthesiologica scandinavica*. – 2012. – Vol. 56, № 3. – P. 270-281.

216. Percutaneous versus surgical bedside tracheostomy in the intensive care unit: a cohort study / F. Beltrame, M. Zussino, B. Martinez [et al.] // *Minerva Anestesiologica*. – 2008. – Vol. 74, № 10. – P. 529-535.

217. Percutaneous versus surgical strategy for tracheostomy: a systematic review and meta-analysis of perioperative and postoperative complications / R. Klotz, P. Probst, M. Deininger [et al.] // *Langenbeck's archives of surgery*. – 2018. – Vol. 403. – P. 137-149.

218. PercuTwist: a new alternative to Griggs and Ciaglia's techniques / N. Yurtseven, B. Aydemir, P. Karaca [et al.] // *European journal of anaesthesiology*. – 2007. – Vol. 24, № 6. – P. 492-497.

219. Performing percutaneous dilational tracheostomy without using fiberoptic bronchoscope / S. Yaghoubi, N. Massoudi, M. Fathi [et al.] // *Tanaffos*. – 2020. – Vol. 19, № 1. – P. 60-65.

220. Performing tracheostomy during the Covid-19 pandemic: Guidance and recommendations from the Critical Care and Acute Care Surgery Committees of the American Association for the Surgery of Trauma / C. P. Michetti, C. C. Burlew, E. M. Bulger [et al.] // *Trauma Surgery & Acute Care Open*. – 2020. – Vol. 5, № 1 : e000482. – <https://doi.org/10.1136/tsaco-2020-000482>.

221. Peri-operative complications during percutaneous tracheostomy in obese patients / C. Byhahn, V. Lischke, D. Meininger [et al.] // *Anaesthesia*. – 2005. – Vol. 60, № 1. – P. 12-15.

222. Post tracheostomy and post intubation tracheal stenosis: Report of 31 cases and review of the literature / N. Zias, A. Chroneou, M. K. Tappa [et al.] // *BMC pulmonary medicine*. – 2008. – Vol. 8 :18. – <https://doi.org/10.1186/1471-2466-8-18>.

223. Predictors of difficulty in bedside percutaneous dilatational tracheostomy: pilot study / L. R. TenYrio, M. Y. Nakai, J. P. Moraes [et al.] // *Revista do colegio*

brasileiro de cirurgioes. – 2020. – Vol. 47 : e20202510. – <https://doi.org/10.1590/0100-6991e-20202510>.

224. Prognostic factors and outcomes in COVID-19 patients requiring prolonged mechanical ventilation: a retrospective cohort study / R. Melamed, F. Paz, S. Jepsen [et al.] // *Therapeutic Advances in Respiratory Disease*. – 2022. – Vol. 16 : 17534666221086415. – <https://doi.org/10.1177/17534666221086415>.

225. Prospective observational study of postoperative complications after percutaneous dilatational or surgical tracheostomy in critically ill patients / J. K. Barbetti, A. D. Nichol, K. R. Choate [et al.] // *Critical care and resuscitation*. – 2009. – Vol. 11, № 4. – P. 244-249.

226. Pulmonary vascular endothelialitis, thrombosis, and angiogenesis in Covid-19 / M. Ackermann, S. E. Verleden, M. Kuehnel [et al.] // *New England Journal of Medicine*. – 2020. – Vol. 383, № 2. – P. 120-128.

227. Quality improvement in tracheostomy care: a multidisciplinary approach to standardizing tracheostomy care to reduce complications / S. J. Rubin, S. S. Saunders, J. Kuperstock [et al.] // *American journal of otolaryngology*. – 2020. – Vol. 41, № 2 : 102376. – <https://doi.org/10.1016/j.amjoto.2019.102376>.

228. Quantification of the learning curve for percutaneous dilatational tracheotomy / D. D. Massick, D. M. Powell, P. D. Price [et al.] // *The Laryngoscope*. – 2000. – Vol. 110, № 2. – P. 222-228.

229. Rajesh, O. Historical review of tracheostomy / O. Rajesh, R. Meher // *The Internet journal of otorhinolaryngology*. – 2005. – Vol. 4, № 2. – P. 1-4.

230. Rashid, A. O. Percutaneous tracheostomy: a comprehensive review / A. O. Rashid, S. Islam // *Journal of thoracic disease*. – 2017. – Vol. 9, № 10. – P. S1128-S1138. – <https://doi.org/10.21037/jtd.2017.09.33>.

231. Recommendation of a practical guideline for safe tracheostomy during the COVID-19 pandemic / A. Takhar, A. Walker, S. Tricklebank [et al.] // *Eur Arch Otorhinolaryngol*. – 2020. – Vol. 277, № 8. – P. 2173-2184.

232. Recommendations from the CSO-HNS taskforce on performance of tracheotomy during the COVID-19 pandemic / D. D. Sommer, P. T. Engels,

E. K. Weitzel [et al.] // Journal of otolaryngology-head & neck surgery. – 2020. – Vol. 49, № 1 : 23. – <https://doi.org/10.1186/s40463-020-00414-9>.

233. Reduced wound contraction and scar formation in punch biopsy wounds. Native collagen dermal substitutes. A clinical study / H. J. De Vries, J. E. Zeegelaar, E. Middelkoop [et al.] // British Journal of Dermatology. – 1995. – Vol. 132, № 5. – P. 690-697.

234. Repeat bedside percutaneous dilational tracheostomy is a safe procedure / M. Meyer, J. Critchlow, N. Mansharamani [et al.] // Critical care medicine. – 2002. – Vol. 30, № 5. – P. 986-988.

235. Role of the multidisciplinary team in the care of the tracheostomy patient / B. Bonvento, S. Wallace, J. Lynch [et al.] // J Multidiscip Healthc. – 2017. – № 10. – P. 391-398.

236. Rosseland, L. A. Percutaneous dilatational tracheotomy in intensive care unit patients with increased bleeding risk or obesity. A prospective analysis of 1000 procedures / L. A. Rosseland, J. H. Laake, A. Stubhaug // Acta anaesthesiologica scandinavica. – 2011. – Vol. 55, № 7. – P. 835-841.

237. Safety and 30-day outcomes of tracheostomy for COVID-19: a prospective observational cohort study / O. Breik, P. Nankivell, N. Sharma [et al.] // British Journal of Anaesthesia. – 2020. – Vol. 125, № 6. – P. 872-879.

238. Safety and feasibility of a novel protocol for percutaneous dilatational tracheostomy in patients with respiratory failure due to COVID-19 infection: a single center experience / Z. Boujaoude, N. Madisi, B. Patel [et al.] // BMC Pulmonary Medicine. – 2021 : 8815925. – <https://doi.org/10.1155/2021/8815925>.

239. Safety and outcomes of percutaneous tracheostomy in coronavirus disease 2019 pneumonitis patients requiring prolonged mechanical ventilation / A. Takhar, C. Tornari, D. Wyncoll [et al.] // The Journal of laryngology & otology. – 2020. – Vol. 134, № 11. – P. 961-970.

240. Safety and prognosis in percutaneous vs surgical tracheostomy in 27 patients with COVID-19 / J. Riestra-Ayora, J. Yanes-Diaz, O. Penuelas [et al.] // Otolaryngology–head and neck surgery. – 2020. – Vol. 163, № 3. – P. 462-464.

241. Safety of bedside percutaneous tracheostomy in the critically ill: evaluation of more than 3,000 procedures / B. M. Dennis, M. J. Eckert, O. L. Gunter [et al.] // *Journal of the American College of Surgeons*. – 2013. – Vol. 216, № 4. – P. 858-865.
242. Safety of bedside surgical tracheostomy during COVID-19 pandemic: A retrospective observational study / E. Picetti, A. Fornaciari, F. S. Taccone [et al.] // *PLoS One*. – 2020. – Vol. 15, № 9 : e0240014. – <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0240014>.
243. Safety recommendations for evaluation and surgery of the head and neck during the COVID-19 pandemic / B. Givi, B. A. Schiff, S. B. Chinn [et al.] // *JAMA otolaryngology–head & neck surgery*. – 2020. – Vol. 146, № 6. – P. 579-584.
244. Sanabria, A. Which percutaneous tracheostomy method is better? A systematic review // *Respiratory care*. – 2014. – Vol. 59, № 11. – P. 1660-1670.
245. Seldinger, S. I. Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography: a new technique // *Acta Radiologica*. – 1953. – Vol. 39, № 5. – P. 368-376.
246. Semi-surgical percutaneous dilatational tracheostomy vs. conventional percutaneous dilatational tracheostomy: A prospective randomized trial / N. Nikbakhsh, F. Amri, M. Monadi [et al.] // *Caspian journal of internal medicine*. – 2021. – Vol. 12, № 3. – P. 249-255.
247. Shlugman, D. Acute fatal haemorrhage during percutaneous dilatational tracheostomy / D. Shlugman, R. Satya-Krishna, L. Loh // *British Journal of Anaesthesia*. – 2003. – Vol. 90, № 4. – P. 517-520.
248. Singer, A. J. Cutaneous wound healing / A. J. Singer, R. A. Clark // *New England Journal of Medicine*. – 1999. – Vol. 341, № 10. – P. 738-746.
249. *Smith's Textbook of Endourology* / A. D. Smith, M. Glenn, M. D. Preminger [et al.]. – 4th ed. – Wiley-Blackwell, 2019. – <https://doi.org/10.1002/9781119245193>.
250. Sollid, S. J. Human factors play a vital role in the outcome of percutaneous dilatational tracheostomy / S. J. Sollid, E. Soreide // *Critical Care*. – 2014. – Vol. 18, № 1 : 409. – <https://doi.org/10.1186/cc13739>.

251. Success and Complications of Endotracheal Intubation in Critical Care Settings under COVID-19 Protocols / K. Dullemond, C. Renschler, J. Trojanowski [et al.] // *Canadian Journal of Emergency Medicine*. – 2021. – Vol. 23, № 4. – P. 512-517.

252. Successful percutaneous tracheostomy via puncture through the thyroid isthmus / C. W. Duann, M. S. Hsieh, P. T. Chen [et al.] // *Respirology Case Reports*. – 2014. – Vol. 2, № 2. – P. 57-60.

253. Surgical correction of a percutaneous dilatational tracheostomy: A case report / R. Aldemyati, M. Paparoupa, S. Kluge [et al.] // *International journal of surgery case reports*. – 2022. – Vol. 95 : 107248. – <https://doi.org/10.1016/j.ijscr.2022.107248>.

254. Surgical tracheostomy outcomes in COVID-19-positive patients / A. Courtney, L. Lignos, P. A. Ward, M. P. Vizcaychipi // *OTO Open*. – 2021. – Vol. 5, № 1 : 2473974X20984998. – <https://doi.org/10.1177/2473974X20984998>.

255. Surgical versus percutaneous tracheostomy: an evidence-based approach / S. Pappas, P. Maragoudakis, P. Vlastarakos [et al.] // *European archives of oto-rhinolaryngology*. – 2011. – Vol. 268. – P. 323-330.

256. Surveillance and management practices in tracheotomy patients / H. Zhu, P. Das, J. Brereton [et al.] // *The Laryngoscope*. – 2012. – Vol. 122, № 1. – P. 46-50.

257. Systematic review and meta-analysis of tracheostomy outcomes in COVID-19 patients / A. Ferro, S. Kotecha, G. Auzinger [et al.] // *British journal of oral and maxillofacial surgery*. – 2021. – Vol. 59, № 9. – P. 1013-1023.

258. Systematic review of international guidelines for tracheostomy in COVID-19 patients / C. M. Chiesa-Estomba, J. R. Lechien, C. Calvo-Hernández [et al.] // *Oral oncology*. – 2020. – Vol. 108 : 104844. – <https://doi.org/10.1016/j.oraloncology.2020.104844>.

259. Tavakoli, R. Hemostasis at the vascular access site after percutaneous procedures: a review of mechanisms and methods / R. Tavakoli, Z. Sahraei, K. Rakhshan // *Journal of Vascular Access*. – 2018. – Vol. 19, № 1. – P. 1-8.

260. Tay, J. K. Surgical considerations for tracheostomy during the COVID-19 pandemic: lessons learned from the severe acute respiratory syndrome outbreak /

J. K. Tay, M. L. Khoo, W. S. Loh // JAMA otolaryngology-head & neck surgery. – 2020. – Vol. 146, № 6. – P. 517-518.

261. The changing epidemiology of mechanical ventilation: a population-based study / S. S. Carson, C. E. Cox, G. M. Holmes [et al.] // Journal of intensive care medicine. – 2006. – Vol. 21, № 3. – P.173-182.

262. The epidemiology of mechanical ventilation use in the United States / H. Wunsch, W. T. Linde-Zwirble, D. C. Angus [et al.] // Critical care medicine. – 2010. – Vol. 38, № 10. – P. 1947-1953.

263. The impact of time to tracheostomy on mechanical ventilation duration, length of stay, and mortality in intensive care unit patients / Y. M. Arabi, J. A. Alhashemi, H. M. Tamim [et al.] // Critical care. – 2009. – Vol. 24, № 3. – P. 435-440.

264. The safety and efficacy of tracheostomy in patients diagnosed with COVID-19: an analysis of 143 patients at a major NYC medical center / S. Krishnamoorthy, A. Polanco, N. Coleman [et al.] // Annals of surgery. – 2022. – Vol. 276, № 5 : e342-e346. – <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000004612>.

265. The safety of percutaneous tracheostomy in patients with coagulopathy or thrombocytopenia / A. Al Dawood, S. Haddad, Y. Arabi [et al.] // Middle East J Anaesthesiol. – 2007. – Vol. 19, № 1. – P. 37-49.

266. The timing of tracheotomy in critically ill patients undergoing mechanical ventilation: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. / F. Wang, Y. Wu, L. Bo [et al.] // Chest. – 2011. – Vol. 140, № 6. – P. 1456-1465.

267. The ultrasound neck imaging for tracheostomy study: a study prompting ultrasound screening prior to percutaneous tracheostomy procedures to improve patient outcomes / J. Rees, Y. Haroon, C. Hogan [et al.] // Journal of the intensive care society. – 2018. – Vol. 19, № 2. – P. 107-113.

268. Timing and clinical outcomes of tracheostomy in patients with COVID-19 / D. Ahn, G. J. Lee, Y. S. Choi [et al.] // British journal of surgery. – 2021. – Vol. 108, № 1 : e27-e28. – <https://doi.org/10.1093/bjs/znaa064>.

269. Timing of tracheostomy in critically ill patients: a meta-analysis / H. Huang, Y. Li, F. Ariani [et al.] // *PloS one.* – 2014. – Vol. 9, № 3 : e92981. – <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0092981>.

270. Timing of tracheotomy in ICU patients: a systematic review of randomized controlled trials / K. Hosokawa, M. Nishimura, M. Egi, J. L. Vincent // *Critical care.* – 2015. – Vol. 19 : 424. – <https://doi.org/10.1186/s13054-015-1138-8>.

271. Timing, complications, and safety of tracheotomy in critically ill patients with COVID-19 / F. X. Avilñs-Jurado, D. Prieto-Alhambra, N. Gonzłez-Słnchez [et al.] // *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* – 2021. – Vol. 147, № 1 : 1-8. – <https://doi.org/10.1001/jamaoto.2020.3641>.

272. Topcu, H. Comparative effectiveness of real-time ultrasound-guided tracheostomy and anatomic landmark percutaneous dilatational tracheostomy: a retrospective cohort study / H. Topcu, S. Ozçiftçi, Y. Şahiner // *European review for medical & pharmacological sciences.* – 2022. – Vol. 26, № 21. – P. 7883-7891.

273. Tracheal stenosis after tracheostomy or intubation: review with special regard to cause and management / A. Sarper, A. Ayten, I. Eser [et al.] // *Texas heart institute journal.* – 2005. – Vol. 32, № 2. – P. 154.

274. Tracheostomies after SARS-CoV-2 intubation, performed by academic otorhinolaryngologists in the Paris area of France: preliminary results / S. Bartier, C. La Croix, D. Evrard [et al.] // *European annals of oto-rhino-laryngology, head and neck diseases.* – 2021. – Vol. 138, № 6. – P. 443-449.

275. Tracheostomy care and decannulation during the COVID-19 pandemic. A multidisciplinary clinical practice guideline / A. Rovira, D. Dawson, A. Walker [et al.] // *European archives of oto-rhino-laryngology.* – 2021. – Vol. 278. – P. 313-321.

276. Tracheostomy considerations during the COVID-19 pandemic / T. Shiba, S. Ghazizadeh, D. Chhetri [et al.] // *OTO open.* – 2020. – Vol .4, № 2 : 2473974X20922528. – <https://doi.org/10.1177/2473974X20922528>.

277. Tracheostomy in patients with SARS-CoV-2 reduces time on mechanical ventilation but not intensive care unit stay / N. Mata-Castro, L. Sanz-Lypez, P. Pinacho-

Martinez [et al.] // American journal of otolaryngology. – 2021. – Vol. 42, № 2 : 102867. – <https://doi.org/10.1016/j.amjoto.2020.102867>.

278. Tracheostomy in the coronavirus disease 2019 patient: evaluating feasibility, challenges and early outcomes of the 14-day guidance / N. Glibbery, K. Karamali, C. Walker [et al.] // The journal of laryngology & otology. – 2020. – Vol. 134, № 8. – P. 688-695.

279. Tracheostomy in the COVID-19 era: global and multidisciplinary guidance / B. A. McGrath, M. J. Brenner, S. J. Warrillow [et al.] // The Lancet Respiratory Medicine. – 2020. – Vol. 8, № 7. – P. 717-725.

280. Tracheostomy in the COVID-19 era: the apneic approach / G. Papathanakos, I. Andrianopoulos, X. Zikou [et al.] // Otolaryngology-head and neck surgery. – 2020. – Vol. 163, № 6. – P. 1283-1284.

281. Tracheostomy is safe during extracorporeal membrane oxygenation support / M. Salna, Y. Tipograf, P. Liou [et al.] // American society for artificial internal organs journal. – 2020. – Vol. 66, № 6. – P. 652-656.

282. Tracheostomy management in patients with severe acute respiratory distress syndrome receiving extracorporeal membrane oxygenation: An international multicenter retrospective study / M. Schmidt, C. Fisser, G. Martucci [et al.] // Critical Care. – 2021. – Vol. 25, № 1 : 238. – <https://doi.org/10.1186/s13054-021-03649-8>.

283. Tracheostomy outcomes in critically ill patients with COVID-19: a systematic review, meta-analysis, and meta-regression / D. Battaglini, L. Premraj, N. White [et al.] // British journal of anaesthesia. – 2022. – Vol. 129, № 5. – P. 679-692.

284. Tracheostomy procedures in the intensive care unit: an international survey / M. Vargas, Y. Sutherasan, M. Antonelli [et al.] // Critical care. – 2015. – Vol. 19, № 1 : 291. – <https://doi.org/10.1186/s13054-015-1013-7>.

285. Tracheostomy timing and clinical outcomes in ventilated COVID-19 patients: a systematic review and meta-analysis. / Y. Ji, Y. Fang, B. Cheng [et al.] // Critical Care. – 2022. – Vol. 26, № 1. – P. 40.

286. Tracheostomy tube placement: early and late complications / S. Fernandez-Bussy, B. Mahajan, E. Folch [et al.] // *Journal of bronchology & interventional pulmonology*. – 2015. – Vol. 22, № 4. – P. 357-364.

287. Tracheostomy, ventilatory wean, and decannulation in COVID-19 patients / C. Tornari, P. Surda, A. Takhar [et al.] // *European archives of oto-rhino-laryngology*. – 2021. – Vol. 278. – P. 1595-1604.

288. Tracheotomy complications: A retrospective study of 1130 cases / D. Goldenberg, E. G. Ari, A. Golz [et al.] // *Otolaryngology – head and neck surgery*. – 2000. – Vol. 123, № 4. – P. 495-500.

289. Tracheotomy in COVID-19 patients: optimizing patient selection and identifying prognostic indicators / T. J. Stubington, A. Mallick, G. Garas [et al.] // *Head & neck*. – 2020. – Vol. 42, № 7. – P. 1386-1391.

290. Tracheotomy in patients COVID-19: a necessary high-risk procedure. Two center experience / E. Martinez-Tellez, C. Dotu, J. Trujillo-Reyes [et al.] // *Archivos de bronconeumologia*. – 2020. – Vol. 56, № 10. – P. 673-674.

291. Tracheotomy in the intensive care unit: guidelines from a French expert panel / J. L. Trouillet, O. Collange, F. Belafia [et al.] // *Annals of intensive care*. – 2018. – Vol. 8, № 1 : 37. – <https://doi.org/10.1186/s13613-018-0381-y>.

292. Tracheotomy outcomes and complications: a national perspective / R. K. Shah, L. Lander, J. G. Berry [et al.] // *The Laryngoscope*. – 2012. – Vol. 122, № 1. – P. 25-29.

293. Tracheotomy outcomes in 64 ventilated COVID-19 patients at a high-volume center in Bronx, NY / Y. Ahmed, A. Cao, A. Thal [et al.] // *The Laryngoscope*. – 2021. – Vol. 131, №. 6 : e1797-e1804. – <https://doi.org/10.1002/lary.29391>.

294. TracMan Collaborators. Effect of early vs late tracheostomy placement on survival in patients receiving mechanical ventilation: the TracMan randomized trial / D. Young, D. A. Harrison, B. H. Cuthbertson, K. Rowan // *JAMA*. – 2013. – Vol. 309, № 20. – P. 2121-2129.

295. Two-year follow-up after percutaneous dilatational tracheostomy in a surgical ICU / M. T. Voelker, M. Wiechmann, A. Dietz [et al.] // *Respiratory care*. – 2017. – Vol. 62, № 7. – P. 963-969.

296. Ultrasound-guided percutaneous dilational tracheostomy versus bronchoscopy-guided percutaneous dilational tracheostomy in critically ill patients (TRACHUS): a randomized noninferiority controlled trial / A. L. Gobatto, B. A. Besen, P. F. Tierno [et al.] // *Intensive care medicine*. – 2016. – Vol. 42, № 3. – P. 342-351.

297. Use of tracheostomy during the COVID-19 pandemic: American College of Chest Physicians American Association for Bronchology and Interventional Pulmonology Association of Interventional Pulmonology Program Directors expert panel report / C. R. Lamb, N. R. Desai, L. Angel [et al.] // *Chest*. – 2020. – Vol. 158, № 4. – P. 1499-1514.

298. Valchanov, K. Percutaneous dilatational tracheostomy in coronavirus disease 2019 extracorporeal membrane oxygenation patients: a case series / K. Valchanov, K. Salaunkey, J. Parmar // *Journal of cardiothoracic and vascular anesthesia*. – 2021. – Vol. 35, № 1. – P. 348-350.

299. Virological assessment of hospitalized patients with COVID-2019 / R. Wölfel, V. M. Corman, W. Guggemos [et al.] // *Nature*. – 2020. – Vol. 581, № 7809. – P. 465-469.

300. Walz, M. K. Tracheal lesion caused by percutaneous dilatational tracheostomy – a clinico-pathological study / M. K. Walz, U. Schmidt // *Intensive Care Medicine*. – 1999. – Vol. 25, № 1. – P. 102-105.

301. Weissman, D. N. COVID-19 and risks posed to personnel during endotracheal intubation / D. N. Weissman, M. A. de Perio, L. J. Radonovich // *JAMA*. – 2020. – Vol. 323, № 20. – P. 2027-2028.

302. When is surgical tracheostomy indicated? Surgical «U-shaped» versus percutaneous tracheostomy / D. Kilic, A. Fındıkcıoğlu, S. Akin [et al.] // *Annals of thoracic and cardiovascular surgery*. – 2011. – Vol. 17, № 1. – P. 29-32.

303. Williams, T. Tracheostomy for COVID-19: evolving best practice / T. Williams, B. A. McGrath // Annual update in intensive care and emergency medicine. – 2021. – P. 125-137.

304. With the current COVID pandemic: should we use single-use flexible bronchoscopes instead of conventional bronchoscopes? / P. M. Honore, A. Mugisha, L. Kugener [et al.] // Critical care. – 2020. – Vol. 24, № 1 : 234. – <https://doi.org/10.1186/s13054-020-02965-9>.

305. Wood, D. E. Late complications of tracheotomy / D. E. Wood, D. J. Mathisen // Clinics in chest medicine. – 1991. – Vol. 12, № 3. – P. 597-609.

306. World health organization : Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard / World health organization : [сайт] – 2020. – URL: <https://data.who.int/dashboards/covid19/cases> (дата обращения: 15.11.2021).

307. Wu, Z. Characteristics of and important lessons from the corona virus disease 2019 (COVID-19) outbreak in China: Summary of a report of 72314 cases from the Chinese center for disease control and prevention / Z. Wu, J.M. McGoogan // Jama. – 2020. – Vol. 323, № 13. – P. 1239-1242.

308. Yu, M. Tracheostomy patients on the ward: multiple benefits from a multidisciplinary team? // Critical care. – 2010. – Vol. 14, № 1 :109. – <https://doi.org/10.1186/cc8218>.

309. Zgoda, M. A. Balloon-facilitated percutaneous dilational tracheostomy tube placement: preliminary report of a novel technique / M. A. Zgoda, R. Berger // Chest. – 2005. – Vol. 128, № 5. – P. 3688-3690.

310. Zhang, B. Comparison of ventilator-associated pneumonia and surgical site infection between two methods of tracheostomy / B. Zhang, C. Chen // Computational and mathematical methods in medicine. – 2022. – Vol. 2022 : 3186634. – <https://doi.org/10.1155/2022/3186634>.

311. Zollinger's atlas of surgical operations / R. M. Jr Zollinger, E.C. Ellison, M. Bitans [et al.] // The American journal of surgery. – 2003. – Vol. 186, № 3. – P. 211-216.

СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА

Таблица 1. Распределение по гендерному признаку	46
Таблица 2. Распределение пострадавших по возрасту	46
Таблица 3. Распределение по месту первичной госпитализации.....	47
Рисунок 1. Внешний вид набора «ULTRApers»	50
Рисунок 2. Схема операции одноступенчатой дилатационной трахеостомии	50
Рисунок 3. Выполнение поперечного разреза в проекции трахеостомии	51
Рисунок 4. Расширение мягких тканей и вид света бронхоскопа.....	51
Рисунок 5. Одевание на проводник расширителя.....	51
Рисунок 6. Этапное расширение раны для трахеостомии	51
Рисунок 7. Введение трахеостомической трубки	52
Рисунок 8. Подшивание трахеостомы.....	52
Рисунок 9. Обработка и обкладывание операционным бельем операционного поля	54
Рисунок 10. Определение уровня трахеостомии с использованием чрескожной транслюминацией	54
Рисунок 11. Пункция трахеи иглой с пластиковой канюлей 14 G.....	54
Рисунок 12. Насечка кожи 2 мм в горизонтальной плоскости.....	54
Рисунок 13. Расширение мягких тканей преддилататором	55
Рисунок 14. Формирование стомы дилататором	55
Рисунок 15. Непрерывный обвивной чрескожный шов.....	55
Рисунок 16. Вид через 4 месяца после деканюляции	55
Таблица 4. Продолжительность искусственной вентиляции легких до выполнения дилатационной трахеостомии	65
Таблица 5. Продолжительность искусственной вентиляции легких через дилатационной трахеостомии	66
Таблица 6. Число смены повязок вокруг трахеостомы (сравнение в группах).....	67

Рисунок 17. Число смены повязок вокруг трахеостомы (сравнение в подгруппах).....	67
Таблица 7. Время деканюляции в группах	68
Таблица 8. Сутки эпителизации в группах	69
Рисунок 18. Сроки эпителизации раны после проведения дилатационной трахеостомии в подгруппах	69
Таблица 9. Анализ коагулограммы в исследуемых группах	70
Рисунок 19. Зависимость тяжести кровотечений от уровня D-димера	71
Рисунок 20. Частота возникновения кровотечений в зависимости от методики трахеостомии	72
Рисунок 21. Уровень фибриногена и тяжесть кровотечений	72
Рисунок 22. Частота ранних осложнений (кровотечений) в зависимости от методики трахеостомии	73
Рисунок 23. Анализ уровня тромбоцитов в исследуемых группах.....	74
Таблица 10. Дозировка эноксапарина в исследуемых группах.....	74
Рисунок 24. Ранние осложнения: клинические примеры разрывов трахеи	75
Рисунок 25. Поздние осложнения: клинические примеры посттрахеостомического стеноза трахеи и трахеопищеводных свищей.....	76
Таблица 11. Частота ранних осложнений (кровотечения).....	77
Таблица 12. Частота ранних негеморрагических осложнений.....	78
Таблица 13. Сравнение частоты поздних осложнений в группах (среди выживших)	78
Таблица 14. Уровень летальности после операции	79
Рисунок 26. Вид операционного поля перед выполнением модифицированной методики (пациент К., 42 года)	81
Рисунок 27. Свет бронхоскопа с определением чрескожной транслюминации (пациент К., 42 года).....	81
Рисунок 28. Пункция трахеи иглой с пластиковой канюлей 14 G (пациент К., 42 года)	81

Рисунок 29. Кожная насечка 2 мм в горизонтальной плоскости (пациент К., 42 года).....	81
Рисунок 30. Выполнение стомы дилататором (пациент К., 42 года).....	82
Рисунок 31. Наложение обвивного чрескожного шва (пациент К., 42 года)	82
Рисунок 32. Результат в конце операции (пациент К., 42 года).....	82
Рисунок 33. Обработка и обкладывание операционным бельем операционного поля (пациентка З., 27 лет).....	83
Рисунок 34. Определение уровня трахеостомии под контролем фибробронхоскопа (пациентка З., 27 лет)	83
Рисунок 35. Выполнение кожного разреза (пациентка З., 27 лет).....	84
Рисунок 36. Диссекция мягких тканей до претрахеальной фасции (пациентка З., 27 лет).....	84
Рисунок 37. Пункция трахеи (пациентка З., 27 лет).....	84
Рисунок 38. Установка канюли в просвете (пациентка З., 27 лет).....	84
Рисунок 39. Установка гибкого проводника и преддилатация (пациентка З., 27 лет)	85
Рисунок 40. Формирование стомы дилататором (пациентка З., 27 лет)	85
Рисунок 41. Установка трахеостомической канюли (пациентка З., 27 лет)	85
Рисунок 42. Окончательный вид (пациентка З., 27 лет)	85
Рисунок 43. Клиническое наблюдение – осложнение открытой трахеостомии	86
Таблица 15. Отличия выполнения дилатационной трахеостомии различными способами.....	89

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Патент на изобретение

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2818748

СПОСОБ ВЫПОЛНЕНИЯ ДИЛАТАЦИОННОЙ
ТРАХЕОСТОМИИ

Патентообладатели: *Государственное бюджетное учреждение здравоохранения "Научно-исследовательский институт - краевая клиническая больница N 1 имени профессора С.В. Очаповского" Министерства здравоохранения Краснодарского края (ГБУЗ "НИИ-ККБ N 1 им. проф. Очаповского" Минздрава Краснодарского края) (RU), Порханов Владимир Алексеевич (RU), Штрауб Владимир Владимирович (RU), Богданов Сергей Борисович (RU)*

Авторы: *Порханов Владимир Алексеевич (RU), Штрауб Владимир Владимирович (RU), Богданов Сергей Борисович (RU)*

Заявка № 2023106080

Приоритет изобретения 14 марта 2023 г.

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений
Российской Федерации 03 мая 2024 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 14 марта 2043 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов



Приложение Б

Акт об использовании предложения

УТВЕРЖДАЮ

Главный врач

ГБУЗ «НИИ-ККБ №1

им. проф. С.В. Очаповского»

министерства здравоохранения

Краснодарского края

Академик РАН, д.м.н., профессор

В.А. Порханов

23.07.2024



АКТ

Об использовании предложения

НАЗВАНИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ: способ выполнения дилатационной трахеостомии.

АВТОРЫ ПРЕДЛОЖЕНИЯ: главный врач ГБУЗ «НИИ-ККБ №1» Порханов В.А., врач торакальный хирург торакального отделения №1 Штрауб В.В., заведующий ожоговым отделением Богданов С.Б.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ в реанимационных отделениях с 2019 г.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕДЛОЖЕНИЯ. Способ позволяет дополнительно определить уровень трахеостомии, превентивно защитить пациентов от развития осложнения в виде профузного кровотечения при коморбидных коагулопатиях и на фоне применения лечебных дозировок кроверазжижающих средств, уменьшить риск декануляции, улучшить функциональные и косметические результаты лечения в следствии меньшей травматизации кожи.

Заведующий торакальным отделением №1 _____ А.Л. Коваленко

Заведующий торакальным отделением №2 _____ А.А. Сирота

Авторы предложения

_____ В.А. Порханов

_____ В.В. Штрауб

_____ С.Б. Богданов



Приложение В**СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Особенности выполнения дилатационной трахеостомии у пациентов с COVID-19: тактика ведения пациента, методика и перспективы / В. А. Порханов, **В. В. Штрауб**, С. Б. Богданов [и др.] // Политравма. – 2023. – № 2. – С. 29-35. – <https://doi.org/10.24412/1819-1495-2023-2-29-35>. (МБД Scopus)

2. Современные возможности выполнения дилатационной трахеостомии / В. А. Порханов, **В. В. Штрауб**, С. Б. Богданов [и др.] // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. – 2023. – Т. 26, № 4(87). – С. 49-57. – <https://doi.org/10.52581/1814-1471/87/05>. (Перечень ВАК, К2)

3. Опыт усовершенствования методики выполнения дилатационной трахеостомии / В. А. Порханов, **В. В. Штрауб**, С. Б. Богданов [и др.] // Инновационная медицина Кубани. – 2023. – Т. 8, № 3. – С. 94-98. – <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2023-26-3-94-98>. (МБД Scopus)

4. Патент № **2818748 С1 Российская Федерация**, МПК А61В 17/24 (2006.01), А61В 17/02 (2006.01), А61В 5/097 (2006.01). Способ выполнения дилатационной трахеостомии : № 2023106080 : заявлено 14.03.2023 : опубликовано 03.05.2024 / В. А. Порханов, **В. В. Штрауб**, С. Б. Богданов ; заявители и патентообладатели Государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 имени профессора С. В. Очаповского» министерства здравоохранения Краснодарского края, В. А. Порханов, **В. В. Штрауб**, С. Б. Богданов. – 2024. – Бюл. № 13. – 11 с.

5. Трахеостомия: изменение тактики перкуторной трахеостомии в условиях многопрофильного стационара. Потенциальные осложнения и ошибки / В. А. Порханов, И. С. Поляков, А. Л. Коваленко, **В. В. Штрауб** // Актуальные вопросы хирургической тактики в современных условиях (15-16 мая 2025 года, Нальчик) : материалы VIII Конгресса хирургов Юга России. – Нальчик, 2025. – С. 147.