

На правах рукописи

Корякин Альберт Геннадьевич

**ВЫБОР МЕТОДА НЕИНВАЗИВНОЙ РЕСПИРАТОРНОЙ ПОДДЕРЖКИ
ПРИ ЛЕЧЕНИИ ГИПОКСЕМИЧЕСКОЙ ОСТРОЙ ДЫХАТЕЛЬНОЙ
НЕДОСТАТОЧНОСТИ**

3.1.12. Анестезиология и реаниматология (медицинские науки)

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

д.м.н., доцент

Власенко Алексей Викторович

Москва 2026

Работа выполнена на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования "Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования" Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, доцент

Власенко Алексей Викторович

Официальные оппоненты:

Ярошецкий Андрей Игоревич – доктор медицинских наук, профессор кафедры пульмонологии ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России

Клыпа Татьяна Валерьевна – доктор медицинских наук, доцент, заместитель главного врача по анестезиологии и реанимации ФГБУ «ФНКЦ специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий» ФМБА России

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научно-клинический Центр реаниматологии и реабилитологии»

Защита диссертации состоится «__» _____ 2026 г. в __:__ часов на заседании диссертационного совета 21.1.044.01 при ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А. В. Вишневского» Минздрава России по адресу: 117997, г. Москва, ул. Большая Серпуховская, 27.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А. В. Вишневского» Минздрава России и на сайте www.vishnevskogo.ru или на сайте Высшей Аттестационной Комиссии (ВАК) – <http://vak.minobrnauki.gov.ru>

Ученый секретарь

Диссертационного совета 21.1.044.01

доктор медицинских наук

Сапелкин Сергей Викторович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования

Гипоксемическая острая дыхательная недостаточность (ОДН) представляет собой синдром, обусловленный нарушением вентиляционно-перфузионных отношений, повреждением альвеолокапиллярной мембраны и внутрилёгочным шунтированием. Терминальным фенотипом гипоксемической ОДН является острый респираторный дистресс-синдром (ОРДС), ассоциированный с пневмонией, сепсисом, политравмой, аспирацией и другими критическими состояниями [А. И. Ярошецкий и соавт., 2020].

Гипоксемическая ОДН остается одной из центральных проблем современной реаниматологии: частота её развития в отделениях реанимации (ОР) высока (18-56%), а летальность при ОРДС достигает 40% [Ярошецкий А. И. с соавт., 2019; J. Kempker et al., 2020; K. Lewandowski, 2003]. Основным методом лечения ОДН является респираторная поддержка (РП), однако выбор оптимальной неинвазивной стратегии при манифестации ОДН, в раннем постэкстубационном периоде и у пациентов-канюленосителей до сих пор не стандартизирован.

Наибольшее практическое значение в настоящее время имеют масочная неинвазивная вентиляция лёгких (НИВЛ) и высокопоточная оксигенотерапия (ВПО) [И. Н. Грачев с соавт., 2020; M. Antonelli et al., 2007; Ferreyro et al., 2020; J. P. Frat et al., 2015]. Оба метода позволяют сохранить спонтанное дыхание и уменьшить риск осложнений интубации трахеи, но имеют ограничения: НИВЛ нередко сопровождается низкой толерантностью, утечками и десинхрониями, тогда как ВПО не обеспечивает полноценного контроля механики дыхания [Ярошецкий А. И. с соавт., 2019; С. Л. Бабак, 2022; R. Williams et al., 1996].

Актуальными остаются вопросы прогнозирования неудачи неинвазивной РП, своевременности интубации, профилактики повторной интубации и выбора тактики у пациентов-канюленосителей при прекращении длительной ИВЛ [D. L. Grieco et al., 2021; B. Rochweg et al., 2017; P. Skilenka et al., 2023; A. W. Thille et al., 2013; K. Whitmore et al., 2020]. Это определило цель и задачи настоящего исследования.

Цель исследования

Улучшить результаты лечения пациентов с гипоксемической острой дыхательной недостаточностью на разных этапах лечения посредством оптимального выбора неинвазивной респираторной поддержки.

Задачи исследования

1. Изучить клиническую эффективность неинвазивной масочной вентиляции легких и высокопоточной оксигенотерапии, а также их сочетанного применения при развитии гипоксемической острой дыхательной недостаточности.
2. Определить предикторы интубации трахеи при развитии гипоксемической острой дыхательной недостаточности.
3. Изучить клиническую эффективность неинвазивной масочной вентиляции легких и высокопоточной оксигенотерапии, а также их сочетанного применения в раннем постэкстубационном периоде.
4. Изучить клиническую эффективность высокопоточной оксигенотерапии у пациентов-канюленосителей на этапе прекращения длительной искусственной вентиляции легких и выявить факторы, влияющие на внутригоспитальную летальность у данного контингента пациентов.
5. Научно обосновать, разработать и предложить эффективный и безопасный алгоритм применения неинвазивной масочной вентиляции легких и высокопоточной оксигенотерапии на разных этапах лечения пациентов с гипоксемической острой дыхательной недостаточностью.

Научная новизна работы

Выполнено сравнение клинической эффективности неинвазивной масочной вентиляции легких, высокопоточной оксигенотерапии, а также их сочетанного применения у пациентов при развитии гипоксемической острой дыхательной недостаточности и в раннем постэкстубационном периоде.

Изучены эффекты повышенного внутрибрюшного давления и продолжительности неинвазивной респираторной поддержки на вероятность

интубации трахеи у пациентов при манифестации гипоксемической острой дыхательной недостаточности.

Доказана клиническая эффективность сочетанного применения неинвазивной масочной вентиляции легких и высокопоточной оксигенотерапии у пациентов с тяжелой сочетанной травмой и абдоминальным сепсисом при развитии гипоксемической острой дыхательной недостаточности.

Обоснована эффективность сочетанного применения неинвазивной масочной вентиляции легких и высокопоточной оксигенотерапии у пациентов высокого риска повторной интубации с абдоминальным сепсисом с гипоксемической острой дыхательной недостаточностью в раннем постэкстубационном периоде.

Впервые доказаны преимущества применения высокопоточной оксигенотерапии у пациентов-канюленосителей на этапе прекращения искусственной вентиляции легких.

На основании результатов исследования был научно обоснован, разработан и предложен клинически эффективный алгоритм применения неинвазивной масочной вентиляции легких и высокопоточной оксигенотерапии при развитии гипоксемической острой дыхательной недостаточности и на этапе прекращения искусственной вентиляции легких.

Практическая значимость

Полученные данные имеют непосредственное прикладное значение для клинической практики в ОР. Обоснована целесообразность сочетанного применения масочной НИВЛ и ВПО у пациентов с тяжелой сочетанной травмой и абдоминальным сепсисом при манифестации гипоксемической ОДН, а также у пациентов высокого риска повторной интубации с абдоминальным сепсисом в раннем постэкстубационном периоде. Доказана прогностическая значимость величины внутрибрюшного давления в условиях любого метода неинвазивной РП и прогностическая значимость продолжительности РП в условиях сочетанного применения масочной НИВЛ и ВПО при прогнозировании эндотрахеальной интубации.

Доказаны значимые преимущества ВПО при отлучении от респиратора пациентов-канюленосителей, что позволяет предложить данный метод РП в качестве наиболее целесообразного на этапе прекращения ИВЛ.

На основании выполненного исследования научно обоснованы и предложены алгоритмы сочетанного применения масочной НИВЛ и ВПО как при развитии гипоксемической ОДН, так и в раннем постэкстубационном периоде, что позволит улучшить результаты лечения данного контингента пациентов.

Положения, выносимые на защиту

1. Сочетанное применение масочной НИВЛ и ВПО повышает клиническую эффективность неинвазивной РП у пациентов с тяжёлой сочетанной травмой и абдоминальным сепсисом при развитии гипоксемической ОДН, в том числе у пациентов высокого риска повторной интубации в раннем постэкстубационном периоде.

2. Предикторами интубации трахеи при развитии гипоксемической ОДН являются продолжительность РП более 4,5 суток в условиях сочетанного применения масочной НИВЛ и ВПО, а также уровень внутрибрюшного давления более 18 см вод. ст. независимо от метода РП.

3. Применение ВПО является наиболее эффективным методом респираторной поддержки у пациентов-канюленосителей на этапе прекращения ИВЛ.

4. Факторами, ассоциированными с повышением внутрибольничной летальности у пациентов-канюленосителей на этапе прекращения искусственной вентиляции лёгких, являются возраст старше 53 лет, реинтубация до формирования трахеостомы и канюленосительство после перевода из ОР.

Внедрение результатов исследования в практику

Предложенный подход, включая использование ВПО у канюленосителей, уже внедрён в работу отделений анестезиологии-реанимации ГБУЗ ММНKC им. С.П. Боткина ДЗМ. Результаты исследования могут быть использованы в клинических рекомендациях по ведению пациентов с острой дыхательной

недостаточностью, а также в образовательных программах для врачей анестезиологов-реаниматологов.

Апробация работы

Основные результаты и положения диссертационной работы доложены и обсуждены на XXIV и XXVI Всероссийской конференции с международным участием «Жизнеобеспечение при критических состояниях» (Москва, 2022, 2024 гг.), VII Образовательном Форуме «Ошибки, опасности и осложнения в анестезиологии и реаниматологии (Москва, 2023 г.), VIII, IX и X Московском городском съезде анестезиологов и реаниматологов (Москва, 2023, 2024, 2025 гг.), V, VI и VII Всероссийском конгрессе с международным участием «Актуальные вопросы медицины критических состояний» (Санкт-Петербург, 2023, 2024, 2025 гг.), Международном Форуме по респираторной поддержке (Красноярск, 2023, 2024 гг.), XXI, XXII Съезде Федерации анестезиологов и реаниматологов (Санкт-Петербург, 2023, 2024 гг.) и других ведущих отечественных научно-практических площадках.

Апробация диссертационной работы проведена на межкафедральной конференции, организованной кафедрой анестезиологии, реаниматологии и неотложной медицины ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России (протокол № 9 от 14.11.2025 г.).

Публикации

По материалам диссертации опубликовано 7 печатных работ в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ. Опубликовано 4 тезиса в сборниках материалов различных научно-практических конференций с международным участием. Получен 1 патент на изобретение.

Личный вклад автора

Автор непосредственно участвовал в разработке дизайна исследования, осуществлял проведение неинвазивной респираторной поддержки и готовил публикации результатов в научных журналах и сборниках тезисов. Автором выполнялись измерения, регистрация, первичная и статистическая обработка

данных, написание диссертации, автореферата и подготовка практических рекомендаций.

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на 142 страницах машинописного текста, состоит из введения, 4 глав (обзор литературы, материалы и методы, результаты собственных исследований, обсуждение результатов), заключения, выводов, практических рекомендаций. Библиографический список содержит 196 источников, из них 28 – отечественные и 168 – зарубежные. Работа иллюстрирована 34 таблицами, 29 рисунками.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования

Данная работа является одноцентровым проспективным когортным рандомизированным исследованием и основана на оптимизации неинвазивной РП у пациентов на разных этапах лечения гипоксемической ОДН. Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России (протокол № 3 от 15 мая 2023 года). Исследование проводилось в отделении анестезиологии-реанимации № 32 Центра анестезиологии-реанимации ГБУЗ г. Москвы ММНКЦ им. С. П. Боткина ДЗ г. Москвы.

Общие критерии включения:

- наличие гипоксемической острой дыхательной недостаточности;
- подписанное информированное согласие пациентом (или его родственниками, если пациент не мог изъявить свою волю) на участие в исследовании.

Критерии невключения:

- терминальная стадия неизлечимых заболеваний;

- исходная патология легких (хроническая бронхообструктивная болезнь легких, рак легкого) как причина развития ОДН;
- беременность;
- отказ от участия в исследовании.

Всего в исследование был включен 191 пациент. Пациенты в исследовании в зависимости от этапа лечения были распределены на три группы (рис. 1, табл. 1):

- в группе А (n=77) изучали клиническую эффективность сочетанного использования масочной НИВЛ и ВПО у пациентов при манифестации гипоксемической ОДН;
- в группе В (n=64) изучали клиническую эффективность сочетанного использования масочной НИВЛ и ВПО у пациентов в раннем постэкстубационном периоде;
- в группе С (n=50) изучали клиническую эффективность ВПО у пациентов-канюленосителей на этапе прекращения ИВЛ.

Пациенты были рандомизированы по подгруппам с использованием генератора случайных чисел. Регистрация показателей проводилась на следующих этапах:

- 0-й этап — до начала исследования;
- 1-й этап — через 1 и 6 ч после начала РП;
- 2-й этап — на 1, 2, 3, 5 и 7 сутки.

Таблица 1 – Характеристика групп и подгрупп

Группа	Условие	Подгруппа	N	Метод РП
А	Манифестация гипоксемической ОДН	А ₁	27	НИВЛ + НПО между сеансами
		А ₂	23	Непрерывная ВПО
		А ₃	27	НИВЛ + ВПО между сеансами
В	Постэкстубационный период	В ₁	21	НИВЛ + НПО между сеансами
		В ₂	21	Непрерывная ВПО
		В ₃	22	НИВЛ + ВПО между сеансами
С	Отлучение от ИВЛ	С ₁	25	НПО через фильтр
		С ₂	25	ВПО через трахеостомический коннектор

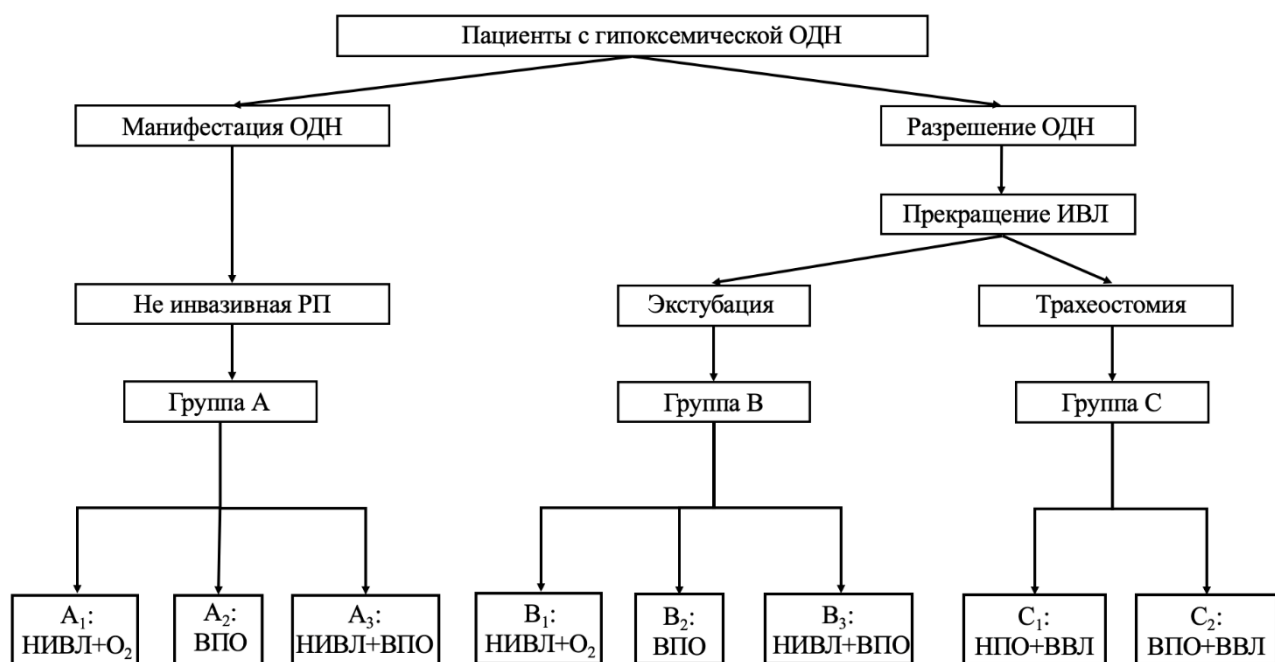


Рисунок 1. Схема включения в группы и распределения по подгруппам пациентов в исследовании

Критерии включения в каждую из групп:

Группа А: $P_{aO_2}/F_{iO_2} < 300$ мм рт. ст., $SpO_2 < 90\%$, ЧДД > 20 /мин, переносимость НИВЛ.

Группа В: ИВЛ > 24 ч, успешный тест спонтанного дыхания, признаки ОДН после экстубации.

Группа С: ясное сознание, регресс неврологического дефицита, положительный тест спонтанного дыхания.

Критерии исключения по группам:

Группа А: клиническая картина прогрессирующего шока, полиорганной недостаточности, нарушение уровня сознания (менее 12 баллов по ШКГ), непереносимость или наличие противопоказаний для НИВЛ, необходимость немедленной интубации трахеи и проведения ИВЛ.

Группа В: острое нарушение мозгового кровообращения как основная причина продленной ИВЛ, непереносимость или наличие противопоказаний для проведения масочной НИВЛ, отрицательный тест спонтанного дыхания перед экстубацией.

Группа С: наличие торакоабдоминального асинхронизма и/или значимых асинхроний, церебральная недостаточность, грубый неврологический дефицит.

Общая характеристика пациентов представлена в таблице 2. Характеристика показателей газообмена и системной гемодинамики в группах систематизирована в таблице 3. При сравнении каждого показателя в подгруппах значимых различий не было выявлено.

Таблица 2 – Демографические и клинические характеристики

Показатель	Группа А (n=77)	Группа В (n=64)	Группа С (n=50)
Пол (м/ж)	54/23	44/20	36/14
Возраст, лет (M±σ)	46,8 ± 11,8	53,7 ± 13,1	46,6 ± 14,2
ИМТ, кг/м ² (M±σ)	25,84 ± 3,93	28,07 ± 4,89	—
Длительность ИВЛ, ч (M±σ)	12 ± 6,03*	83,03 ± 49,9	8,68 ± 3,83 сут
APACHE-II (M±σ)	11,28 ± 3,95	15,5 ± 4,21	20,34 ± 5,99
SOFA (M±σ)	4,8 ± 1,54	7,1 ± 1,65	8,72 ± 2,77
LIS (M±σ)	—	1,72 ± 0,32	1,37 ± 0,71
ISS (M±σ)	22,13±5,28	23,32±3,75	29,22±11,52
Операции до ОР, n (%)	58 (75,3%)	51 (79,7%)	—
Сопутствующая патология, n (%)	44 (57,1%)	50 (78,1%)	—

*— на момент поступления в ОР

Таблица 3 – Характеристика показателей газообмена и системной гемодинамики

Показатель	Группа А (n=77)	Группа В (n=64)	Группа С (n=50)
SpO ₂ [%]	87,6±2,88	95,77±1,99	98±1,25
P _a O ₂ /F _i O ₂ [мм рт. ст.]	236,39±20,63	318,41±38,16	356,43±42,13
P _a CO ₂ [мм рт. ст.]	43,43±6,93	38,45±4,23	37,1±6,15
ЧДД [мин ⁻¹]	23,32±2,34	18,75±3,43	20,22±2,41
САД [мм рт. ст.]	88,62±10,7	77,13±6,92	92,28±11,19
ЧСС [уд/мин]	92,06±16,09	91,94±16,78	80,72±9,42
Симпатомиметики [n (%)]	35 (45,5)	45 (70,3)	48

Этиология ОДН:

Группа А: тяжелая сочетанная травма (n=39), абдоминальный сепсис (n=29), панкреонекроз (n=9). Группа В: абдоминальный сепсис (n=25), тяжелая сочетанная травма (n=22), внебольничная пневмония (n=13), медиастинит (n=4). Группа С: тяжелая сочетанная травма (n=16), внебольничная пневмония (n=15), абдоминальный сепсис (n=8), ЧМТ (n=7), энцефалопатия (n=4).

Характеристика проводимой РП обобщена в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристика проводимой респираторной поддержки

Метод	Аппаратура	Параметры	Особенности
НИВЛ	Draeger Evita, Hamilton G5	Поддержка давлением до ДО 6–8 мл/кг, ПДКВ 5–10 см вод. ст., FiO ₂ до SpO ₂ > 92–94%	Ороназальные/полнолицевые маски. Сеансы ≥ 6 ч/сут
ВПО	Airvo 2 (F&P)	Поток 50–60 л/мин, t° 31–37 °С, FiO ₂ до SpO ₂ > 92%	Дыхание через нос с закрытым ртом
НПО	Аппарат Боброва	Поток 0–15 л/мин	Через канюли или фильтр
ИВЛ	Draeger Evita, Hamilton G5	Протективная ИВЛ	Ограничение ДО, ПДКВ по биомеханике

Критерии интубации / реинтубации в группах А и В: PaO₂/FiO₂ < 150-200 мм рт. ст., ЧДД > 29-30 мин⁻¹ или ухудшение в условиях РП; ДО > 9-9,5 мл/кг в условиях НИВЛ; появление или нарастание признаков энцефалопатии; 10 и менее баллов по ШКГ; участие вспомогательной мускулатуры в акте дыхания; обильная бронхорея, невозможность адекватного удаления бронхиального секрета; клиническая картина прогрессирующего шока.

Прекращение РП: постепенное снижение FiO₂ и других параметров. Полная отмена при SpO₂ > 92% на атмосферном воздухе.

Успешное отлучение (группа С): спонтанное дыхание ≥ 24 ч без ИВЛ.

В группе А внутрибрюшная гипертензия выявлена у 31 (40,3%) пациента. В группе В 44 (68,7%) пациента относились к подгруппе высокого риска реинтубации (возраст > 65 лет, ИБС, АРАСНЕ-II > 12, длительная ИВЛ и др.).

В рамках методов обследования использовали газоанализ крови, стандартный мониторинг витальных функций, портативную рентгенографию и бронхоскопию. Эти методы использовали для оценки оксигенации и общего состояния пациентов, диагностики легочных осложнений и определения тактики ведения при ателектазах, трудной интубации и перед деканюляцией.

Статистическую обработку выполняли в программе SPSS 26 для Mac. Использовали критерий Колмогорова, U-критерий Манна–Уитни, критерий Уилкоксона, критерий Краскела–Уоллиса с поправкой Бонферрони, критерий Фридмана, χ^2 и точный критерий Фишера. Для оценки факторов риска интубации трахеи применяли логистическую регрессию и ROC-анализ; различия считали значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследования

В группе А при сравнении продолжительности РП выявили значимые различия. Среди не интубированных пациентов (респондеров) ($n=56$) продолжительность РП была в среднем на 20% меньше и составила 4 [3; 5] суток, среди интубированных пациентов ($n=21$) – 5 [4; 6] суток ($p=0,001$). Продолжительность РП у пациентов-респондеров составляла в подгруппе A_1 – 4,5 [4; 5,75] суток, A_2 – 4 [3,25; 5] суток, A_3 – 3 [3; 4] суток. Таким образом, в подгруппе A_3 длительность РП была короче на 33% по сравнению с подгруппой A_1 ($p=0,001$) и на 25% по сравнению с подгруппой A_2 ($p < 0,05$); у интубированных пациентов продолжительность РП была схожей.

В подгруппе A_3 продолжительность РП у пациентов-респондеров была значимо меньше, чем у интубированных пациентов этой подгруппы ($p < 0,05$). В других подгруппах такой взаимосвязи установлено не было (рис. 2).

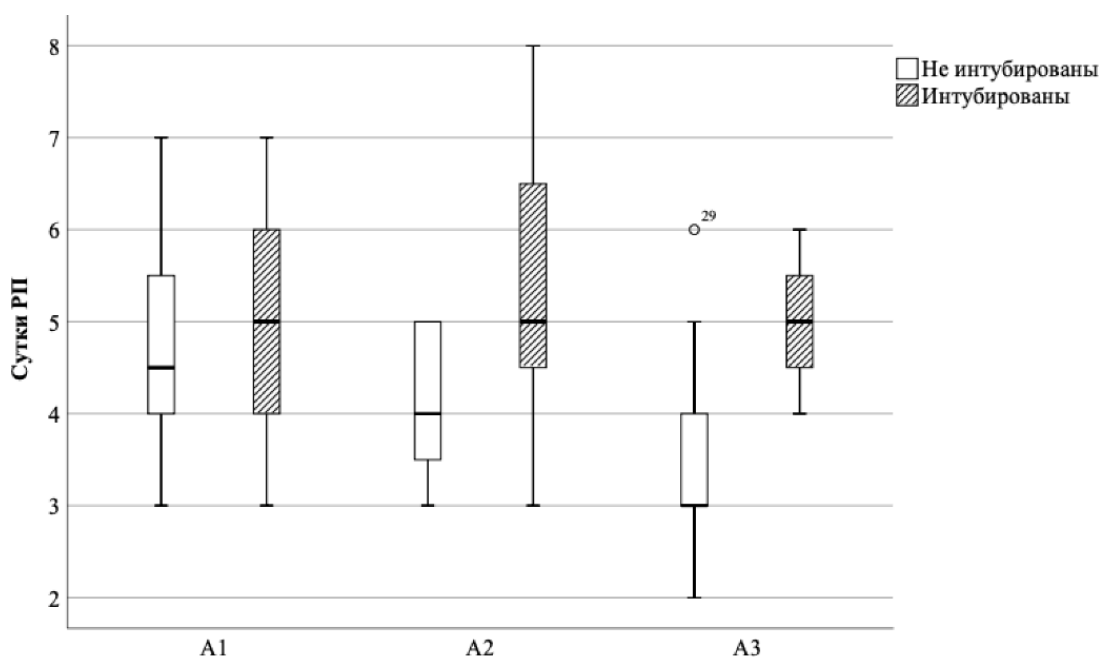


Рисунок 2. Продолжительность РП в подгруппах A_1 , A_2 и A_3 среди пациентов-респондеров ($n=56$) и интубированных пациентов ($n=21$). *Примечание:* здесь и далее на рис. 2, 3, 6, 8 «ящики» – 25%-75% перцентили, «усы» – максимальное и минимальное значения, жирные линии – медианы, кружки – выскакивающие значения, цифрами представлены номера пациентов

У пациентов-респондеров с диагнозом «Тяжелая сочетанная травма» продолжительность РП в подгруппе A_1 была 4 [4; 6] суток, A_2 – 4 [3; 5] суток, A_3

– 3 [2,5; 4] суток. Таким образом, продолжительность РП в подгруппе А₃ была в среднем на 25% меньше, по сравнению с подгруппой А₁ ($p < 0,05$) (рис. 3).

У пациентов-респондеров с диагнозом «Абдоминальный сепсис» продолжительность РП в подгруппе А₁ составила 5 [4; 5] суток, А₂ – 4 [4; 4,75] суток, А₃ – 3 [3; 3,25] суток (рис. 3). Таким образом, продолжительность РП у данного контингента пациентов в подгруппе А₃ была на 40% меньше, по сравнению с подгруппой А₁, ($p < 0,05$) (рис. 3).

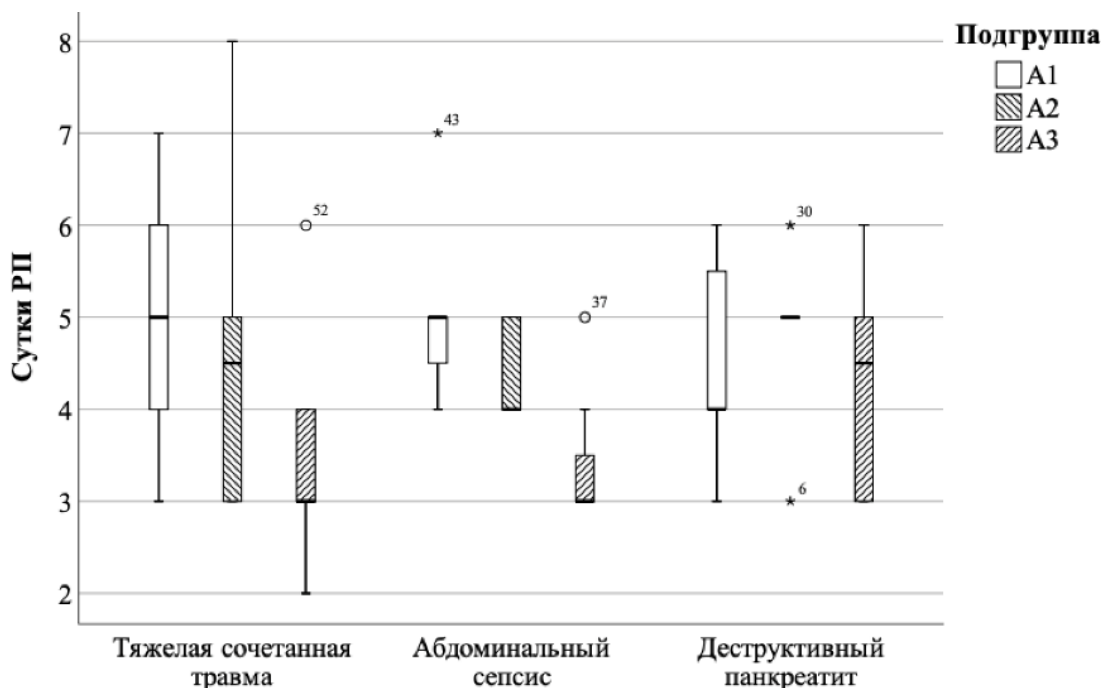


Рисунок 3. Продолжительность РП при различных нозологиях у пациентов-респондеров в подгруппах А₁, А₂ и А₃

В группе А частота интубаций составила 27,3% ($n=21$). Значимые различия в частоте интубаций были между подгруппами А₁ и А₃ (табл. 5).

Таблица 5 – Частота интубаций в подгруппах группы А

Подгруппа	Частота интубаций, n (%)
А ₁	11 (40,7)*
А ₂	7 (30,4)
А ₃	3 (11,1)

По данным проведенной логистической регрессии, независимыми предикторами интубации являлись:

– продолжительность РП $> 4,5$ суток (OR = 2,292; $p = 0,001$);

– ВБД > 18 см вод. ст. (OR = 1,145; p = 0,007).

ROC-анализ подтвердил прогностическую значимость продолжительности РП: AUC = 0,747 (95% ДИ 0,621–0,872), оптимальный порог – 4,5 суток (чувствительность 67%, специфичность 68%) (рис. 4).

Ранее показано, что длительность РП связана с вероятностью интубации в подгруппе А₃ (рис. 2).

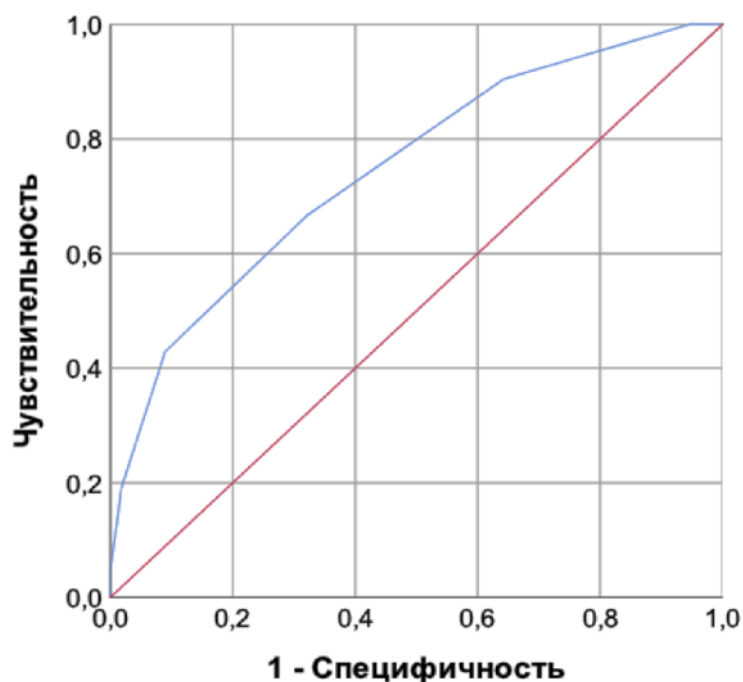


Рисунок 4. ROC-анализ зависимости продолжительности РП и вероятности интубации, AUC ROC=0,747

Величина ВБД так же обладает средней прогностической значимостью, AUC ROC – 0,757 с 95%-ДИ 0,631-0,883 (рис. 5). После вычисления индекса Юдена установлено, что вероятность интубации растет при ВБД более 18 см вод. ст. (чувствительность 62%, специфичность 80%).

Общая частота развития НП составила 35,1% (n=27), из них 44,4% (12/27) – ВАП (табл. 6). НП развивалась в среднем на 4-е сутки и ассоциировалась с удвоенной продолжительностью ИВЛ (74 [49; 164] против 33 [26; 43] ч; p = 0,005). Среди пациентов-респондеров частота НП была значительно ниже в подгруппе А₃ – 7,4%, по сравнению с А₁ – 26% (p = 0,018). У интубированных пациентов НП наблюдали реже в подгруппе А₂ по сравнению с А₁ (11,1% и 7,4% против 37%; p = 0,047).

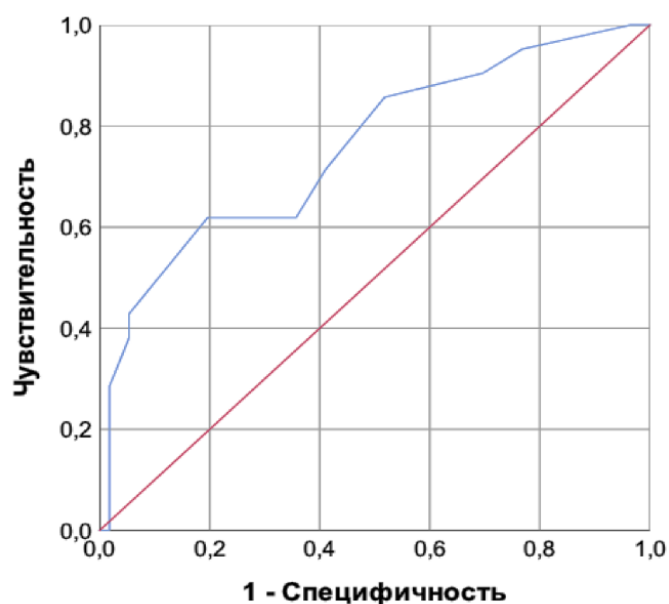


Рисунок 5. ROC-анализ зависимости величины ВБД и вероятности интубации, AUC ROC=0,757

У пациентов с тяжёлой сочетанной травмой в подгруппе A_3 не было зарегистрировано ни одного случая НП среди респондеров, по сравнению с подгруппой A_1 , где было выявлено 6 случаев ($p = 0,002$).

Продолжительность пребывания в ОР была наименьшей в подгруппе A_3 – 7 [6; 8] суток, что на 30% меньше, чем в A_1 – 10 [7; 13] суток ($p < 0,05$) (табл. 6). Различий в длительности госпитализации и летальности между подгруппами не выявлено.

Таблица 6 – Частота развития НП и длительность лечения в ОР в подгруппах

Показатель	A_1	A_2	A_3	p
НП у респондеров, %	26,0	11,1	7,4	0,018 (A_1 vs A_3)
НП у интубированных, %	37,0	11,1	7,4	0,047 (A_1 vs A_2)
НП при травме (пациенты-респондеры), n	6	3	0	0,002 (A_1 vs A_3)
Продолжительность лечения в ОР, сут (Ме [МКИ])	10 [7; 13]	8 [6; 12]	7 [6; 8]	$< 0,05$ (A_1 vs A_3)

Примечание: МКИ — межквартильный интервал

В группе В при сравнении продолжительности РП выявили значимые различия. Продолжительность РП у пациентов-респондеров ($n=46$) составила 5 [4; 6] суток, среди интубированных повторно пациентов ($n=18$) – 8 [5,8; 9] суток ($p < 0,001$). Продолжительность РП у пациентов-респондеров значимо различалась (рис. 6). В подгруппе B_1 она составила 5 [5; 6] суток, B_2 – 5 [4; 6] суток, B_3 – 4 [3; 5]

суток. Таким образом, в подгруппе В₃ продолжительность РП была короче в среднем на 16,7% по сравнению с подгруппой В₁ ($p=0,01$), и подгруппой В₂ ($p < 0,05$), соответственно.

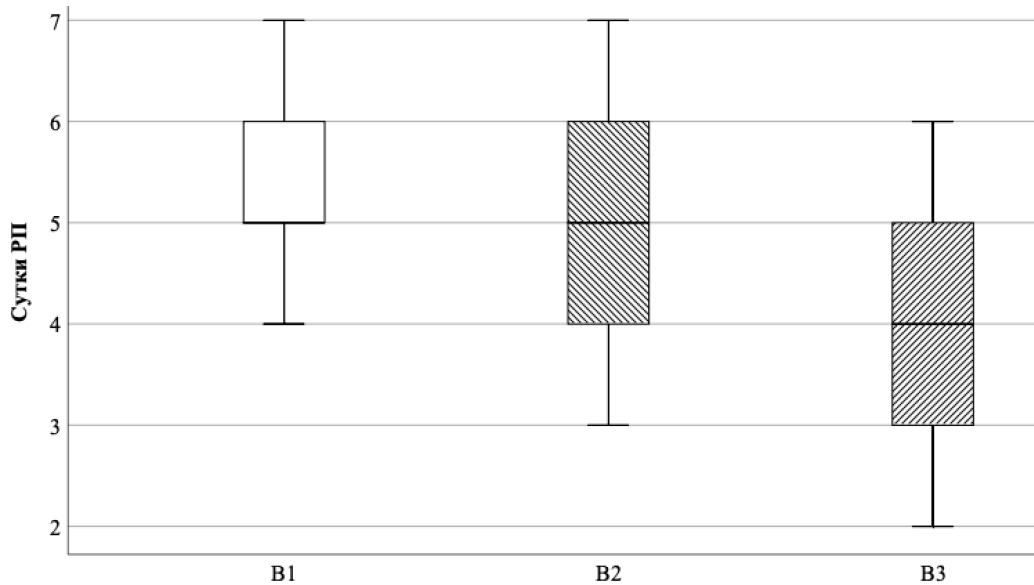


Рисунок 6. Продолжительность РП у пациентов-респондеров ($n=47$) в подгруппах В₁, В₂ и В₃

У пациентов-респондеров с диагнозом «Абдоминальный сепсис» продолжительность РП в подгруппе В₁ составила 6,5 [5,3; 7] суток, в подгруппе В₂ – 5,5 [5; 6,8] суток, в подгруппе В₃ – 3 [3; 5] суток. Таким образом, продолжительность РП у данного контингента пациентов в среднем короче на 53,9% в подгруппе В₃ по сравнению с В₁ ($p < 0,05$).

Частота повторных интубаций трахеи среди пациентов группы В составила 28,1% ($n=18$). Время от экстубации до повторной интубации трахеи и продолжительность ИВЛ были сопоставимы в подгруппах. Среди пациентов высокого риска повторной интубации установили значительно большую частоту реинтубаций – 36,3% ($n=16$) по сравнению с пациентами низкого риска – 10% ($n=2$, $p < 0,05$) и рост летальности (рис. 7).

При построении обобщенной линейной модели с бинарным логистическим распределением выявили снижение частоты повторных интубаций на 55,6% в подгруппе В₂ по сравнению с подгруппой В₁ ($p < 0,05$) и в подгруппе В₃ – на 66,7% по сравнению с подгруппой В₁ ($p < 0,05$) (табл. 7).

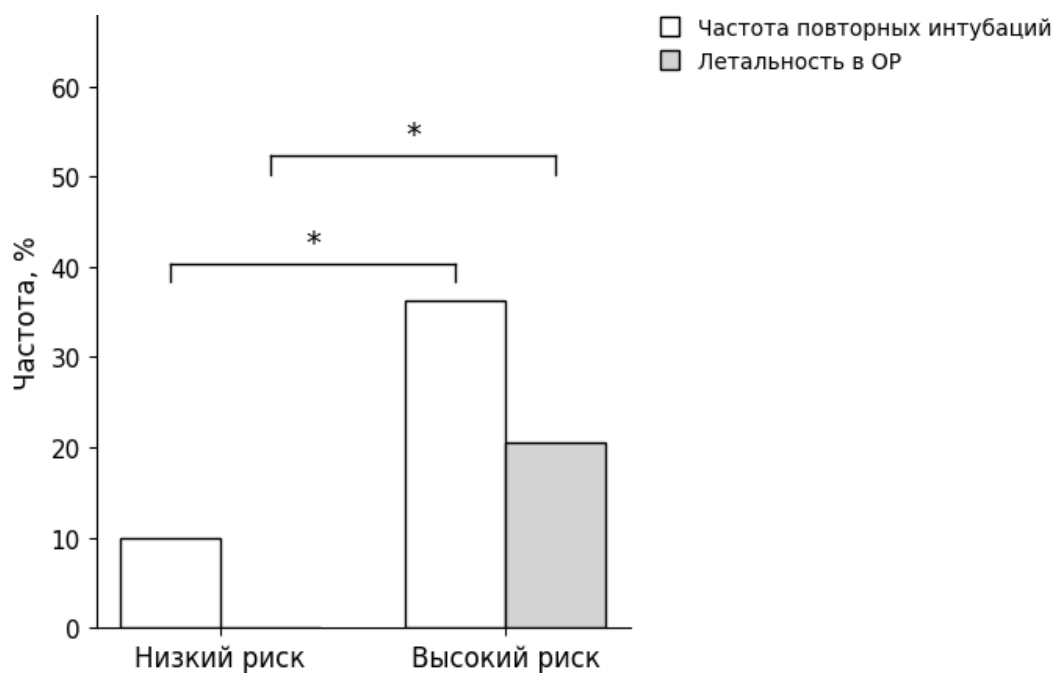


Рисунок 7. Частота повторных интубаций трахеи среди пациентов различного риска. *Примечание:* * – статистическая значимость различий изучаемых показателей между подгруппами (Хи-квадрат Пирсона, $p < 0,05$)

Таблица 7 – Частота повторных интубаций трахеи у пациентов высокого риска реинтубации

Подгруппа	Частота реинтубаций, n (%)
B ₁ (n=13)	9 (69,2) *
B ₂ (n=16)	4 (25) #
B ₃ (n=15)	3 (20)

Примечание: * – достоверно выше по сравнению с B₃ ($p < 0,05$); # – статистическая значимость достоверно выше по сравнению с B₂ ($p < 0,05$)

Длительность лечения в ОР в подгруппе B₁ составила 14 [10; 16] суток, в подгруппе B₂ – 12 [9; 13,5] суток, в подгруппе B₃ – 9 [8; 11] суток и, таким образом, была меньше в подгруппе B₃ на 35,7% по сравнению с подгруппой B₁ ($p < 0,05$).

В группе С при сравнении оксигенирующей и вентиляционной функций легких установили значимое улучшение в подгруппе С₂ по сравнению с С₁. При сравнении продолжительности сеансов спонтанного дыхания выявили значимое увеличение в подгруппе С₂ по сравнению с подгруппой С₁ на протяжении 1–3 суток ($p < 0,001$). В подгруппе С₁ продолжительность отлучения составила 7,5 [5; 9] суток, в подгруппе С₂ – 4 [4; 6] суток, что короче в среднем на 46,7% ($p < 0,001$) (рис. 8).

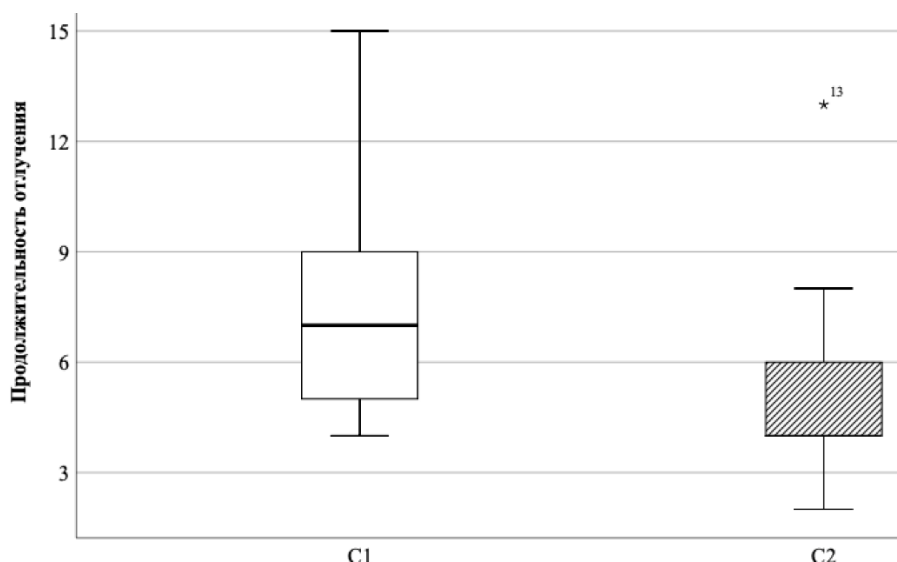


Рисунок 8. Продолжительность отлучения от респиратора в подгруппах C₁ и C₂

Развитие или рецидив НП являлись ключевым фактором неудачного отлучения от респиратора в нашем исследовании. НП развивалась реже в подгруппе C₂ на 61,5% по сравнению с подгруппой C₁ (рис. 9). у пациентов с исходной внебольничной пневмонией не было зафиксировано случаев рецидива НП на этапе ИВЛ в подгруппе C₂, тогда как в подгруппе C₁ – 4 случая ($p < 0,05$). Наличие ВАП до начала отлучения у 60% ($n=30$) пациентов не оказывало влияния на сроки отлучения и на вероятность наступления неблагоприятного исхода (неудача при отлучении, НП, летальный исход в ОР / стационаре).

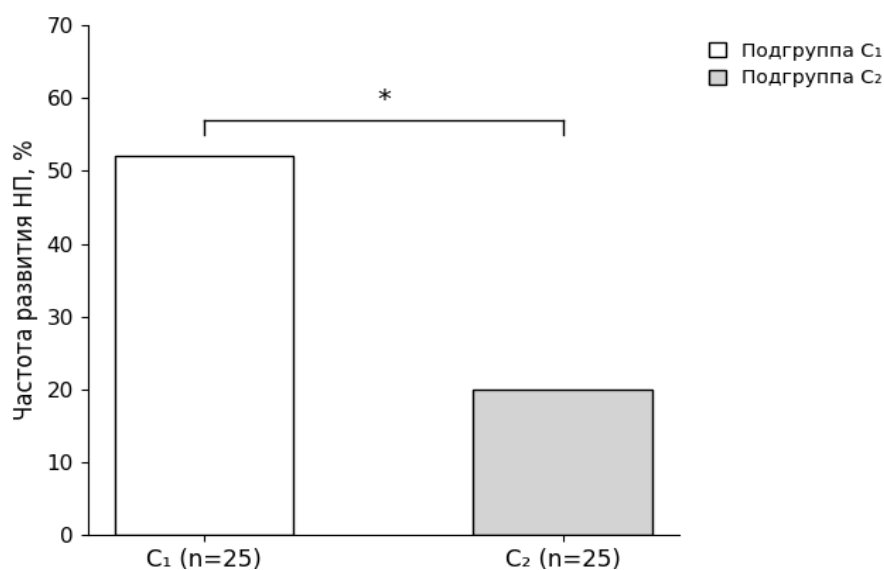


Рисунок 9. Частота развития или рецидива НП у пациентов в подгруппах C₁ и C₂. *Примечание:* * – статистическая значимость различий изучаемых показателей в группах при $p < 0,05$ (точный критерий Фишера)

Продолжительность лечения в ОР и госпитализации в подгруппе С₂ была в среднем меньше на 26,1% и 23,5%, соответственно, по сравнению с подгруппой С₁ (табл. 8). Показатели летальности в подгруппах не различались.

Таблица 8 – Продолжительность лечения и летальность в группе С

Показатель	Подгруппа		p
	С ₁	С ₂	
Продолжительность лечения в ОР (Ме [МКИ])	23 [15; 27]	17 [15; 20]	< 0,05
Летальность в ОР, n (%)	6 (24)	4 (16)	–
Продолжительность госпитализации (Ме [МКИ])	34 [23,5; 60,5]	26 [25; 31]	< 0,05
Внутрибольничная летальность, n (%)	9 (36)	7 (28)	–

В качестве факторов, оказывающих значимое влияние на внутрибольничную летальность, выявили возраст, реинтубацию пациента до формирования трахеостомы и канюленосительство к моменту перевода пациента из ОР.

Возраст выживших и погибших пациентов значимо различался и составил 40,5 [31; 49,8] лет и 61 [53,3; 69,8] год, соответственно ($p < 0,001$). Возраст, согласно проведенному ROC-анализу, обладает хорошей прогностической значимостью. Из рисунка 10 видно, что площадь под кривой составила 0,856 (95%-ДИ 0,722-0,989, $p < 0,001$). Самый высокий индекс Юдена выявили при возрасте 53 года (чувствительность 81,3%, специфичность 85,3%).

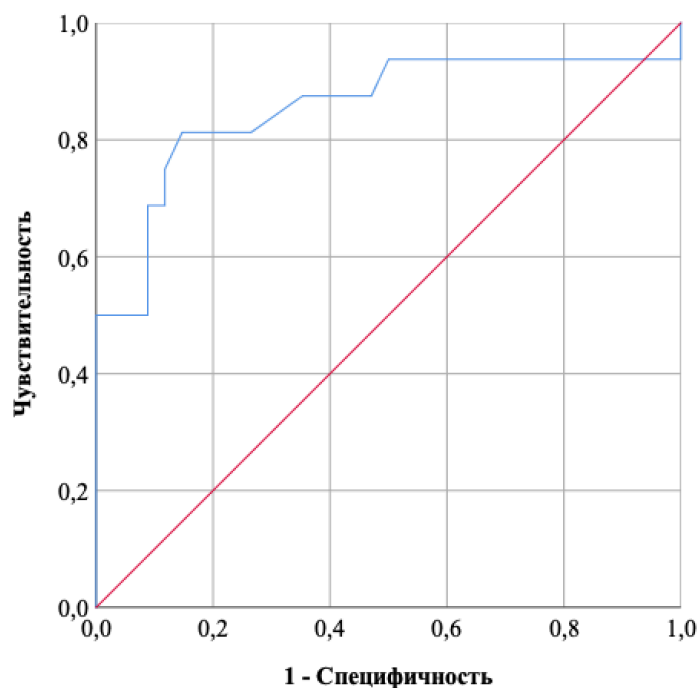


Рисунок 10. ROC-анализ зависимости возраста и вероятности летального исхода у пациентов-канюленосителей, AUC ROC 0,856

Перед формированием трахеостомы были неудачно экстубированы и повторно интубированы 30% пациентов (n=15). Установили, что среди погибших пациентов 10 (62,5%) были реинтубированы до формирования трахеостомы, среди выживших – 5 (14,7%), соответственно ($p=0,001$) (рис. 11). Риск летального исхода у реинтубированных пациентов увеличивался (ОШ=9,667, 95%-ДИ 2,414-38,713).

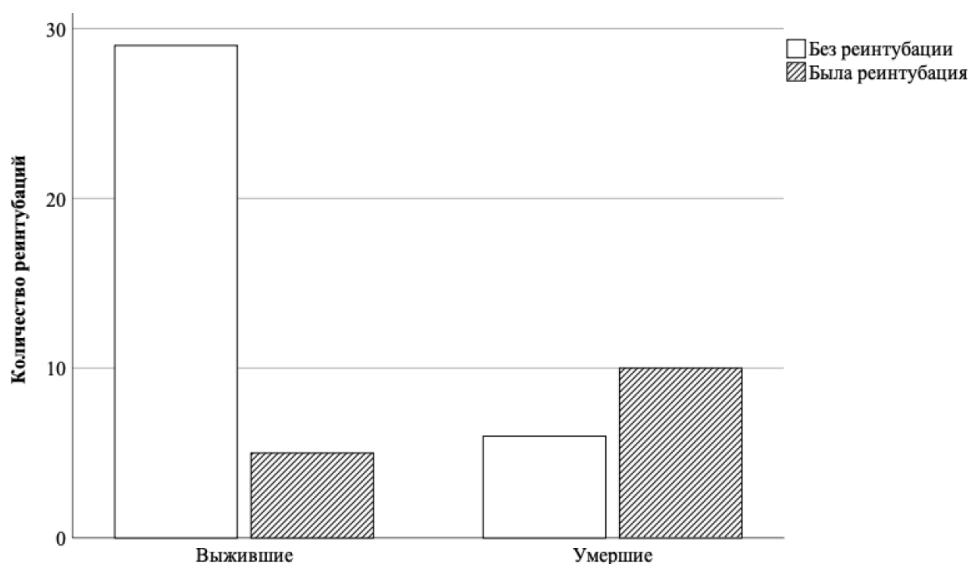


Рисунок 11. Частота реинтубаций среди выживших и погибших пациентов

Среди всех пациентов на момент перевода из ОР были деканюлированы 15 (30%) пациентов, канюленосителями остались 25 (50%), соответственно. Среди 15 деканюллированных пациентов не зафиксировали случаев летального исхода, в то время как 6 погибших после перевода из ОР пациентов оставались канюленосителями ($p < 0,05$).

ВЫВОДЫ

1. При развитии гипоксемической острой дыхательной недостаточности сочетанное применение масочной неинвазивной вентиляции легких и высокопоточной оксигенотерапии сокращало продолжительность респираторной поддержки на 33%, по сравнению с масочной неинвазивной вентиляцией легких ($p=0,001$), и на 25%, по сравнению с высокопоточной оксигенотерапией ($p < 0,05$), частоту интубаций на 72,7% ($p < 0,05$), частоту развития нозокомиальной пневмонии у не интубированных пациентов на 71,4% ($p = 0,018$) и длительность лечения в отделении реанимации на 30% ($p < 0,05$), по сравнению с неинвазивной

вентиляцией легких. Сочетанное применение масочной неинвазивной вентиляции легких и высокопоточной оксигенотерапии у не интубированных пациентов с тяжелой сочетанной травмой сокращало продолжительность респираторной поддержки на 25% без развития нозокомиальной пневмонии ($p = 0,002$ по сравнению с неинвазивной вентиляцией легких), а при абдоминальном сепсисе – на 40% ($p < 0,05$), по сравнению с неинвазивной вентиляцией легких.

2. Предикторами интубации трахеи при развитии гипоксемической острой дыхательной недостаточности являлись продолжительность сочетанного применения масочной неинвазивной вентиляции легких и высокопоточной оксигенотерапии более 4,5 суток (чувствительность 67%, специфичность 68%, AUC ROC 0,747 с 95%-ДИ 0,621-0,872), а также внутрибрюшное давление выше 18 см вод. ст. для любого метода респираторной поддержки (чувствительность 62%, специфичность 80%, AUC ROC 0,757 с 95%-ДИ 0,631-0,883).

3. У пациентов с гипоксемической острой дыхательной недостаточностью в раннем постэкстубационном периоде сочетанное применение масочной неинвазивной вентиляции легких и высокопоточной оксигенотерапии сокращало продолжительность респираторной поддержки на 16,7%, по сравнению с неинвазивной вентиляцией легких и с высокопоточной оксигенотерапией ($p=0,01$ и $p < 0,05$), продолжительность лечения в отделении реанимации на 35,7%, по сравнению с неинвазивной вентиляцией легких ($p < 0,05$). Применение высокопоточной оксигенотерапии или сочетание ее с неинвазивной вентиляцией легких снижало частоту реинтубаций на 55,6% и 66,7%, по сравнению с масочной неинвазивной вентиляцией легких ($p < 0,05$) у пациентов высокого риска. Сочетанное применение масочной неинвазивной вентиляции легких и высокопоточной оксигенотерапии у пациентов-респондеров с абдоминальным сепсисом уменьшало продолжительность респираторной поддержки на 53,9% ($p < 0,05$), по сравнению с неинвазивной вентиляцией легких.

4. У пациентов-канюленосителей на этапе прекращения искусственной вентиляции легких высокопоточная оксигенотерапия сокращала продолжительность отлучения от респиратора на 46,7% ($p < 0,001$), частоту

развития нозокомиальной пневмонии на 61,5% ($p < 0,05$), в том числе у пациентов с тяжелой внебольничной пневмонией ($p < 0,05$), продолжительность лечения в отделении реанимации на 26,1% ($p < 0,05$) и госпитализации на 23,5% ($p < 0,05$), по сравнению с низкопоточной оксигенотерапией.

5. Значимое влияние на внутрибольничную летальность у пациентов-канюленосителей на этапе прекращения искусственной вентиляции легких оказывали возраст старше 53 лет (чувствительность 81,3%, специфичность 85,3%, AUC ROC 0,856 (95%-ДИ 0,722-0,989), реинтубация до формирования трахеостомы ($p=0,001$, ОШ=9,667, 95%-ДИ 2,414-38,713), канюленосительство после перевода из отделения реанимации ($p < 0,05$).

6. Предложенный к использованию алгоритм сочетанного применения неинвазивной масочной вентиляции легких и высокопоточной оксигенотерапии позволил сократить частоту интубаций трахеи на 72,7%, частоту реинтубации среди пациентов высокого риска на 55-66,7% и продолжительность лечения в отделении реанимации на 35,7%, а у пациентов-канюленосителей – сократить продолжительность отлучения от респиратора на 46,7%, частоту развития нозокомиальной пневмонии на 61,5%, длительность лечения в отделении реанимации на 26,1% и госпитализации на 23,5%.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Сочетанное применение неинвазивной масочной вентиляции легких и высокопоточной оксигенотерапии является приоритетным методом неинвазивной респираторной поддержки:

а) при развитии гипоксемической ОДН у пациентов с тяжелой сочетанной травмой и абдоминальным сепсисом;

б) в раннем постэкстубационном периоде у пациентов высокого риска повторной интубации трахеи и с абдоминальным сепсисом.

2. При манифестации гипоксемической ОДН целесообразно использовать следующий алгоритм сочетанного использования масочной НИВЛ и ВПО:

а) необходимо сразу начать сеанс масочной НИВЛ. Параметры вентиляции следует настраивать таким образом, чтобы ДО соответствовал 6-8

мл/кг идеальной массы тела, ПДКВ – в пределах 5-10 см вод. ст., FiO_2 до достижения SpO_2 более 92-94%. В течение сеанса НИВЛ следует мониторировать объем утечек и асинхронии, которые требуют немедленной коррекции, так как потенциально снижают эффективность процедуры;

б) по окончании сеанса масочной НИВЛ следует сразу начать ВПО со скоростью потока 50-60 л/мин, температурой газовой смеси 31 С, FiO_2 до достижения SpO_2 более 92-94%. ВПО следует использовать непрерывно до следующего сеанса НИВЛ;

в) количество и длительность сеансов масочной НИВЛ следует устанавливать индивидуально, но не менее 6 часов в сутки;

г) при эффективности проводимой терапии и разрешении клинико-лабораторных признаков гипоксемической ОДН целесообразно сокращать сначала общую продолжительность масочной НИВЛ вплоть до ее отмены, а затем дезэскалировать ВПО путем снижения FiO_2 , а затем скорости потока;

д) решение об интубации трахеи следует принимать на основании динамики общепринятых показателей, а также следует учитывать наличие внутрибрюшной гипертензии 1 степени и выше, как независимый фактор неэффективности любого метода РП.

е) при продолжительности неинвазивной РП в условиях сочетанного применения масочной НИВЛ и ВПО более 4,5 суток следует рассмотреть необходимость интубации трахеи ввиду низкой эффективности проводимой терапии, а также целесообразно провести скрининг с целью поиска не дренированных очагов инфекции, поддерживающих клиническую картину ОДН.

3. В раннем постэкстубационном периоде целесообразно использовать следующий алгоритм сочетанного использования масочной НИВЛ и ВПО:

а) при наличии признаков гипоксемической ОДН после экстубации необходимо сразу начать сеанс масочной НИВЛ. Параметры вентиляции следует настраивать таким образом, чтобы ДО соответствовал 6-8 мл/кг идеальной массы тела, ПДКВ – в пределах 5-10 см вод. ст., FiO_2 до достижения SpO_2 более 92-94%. В течение сеанса НИВЛ следует мониторировать объем утечек и асинхронии,

которые требуют немедленной коррекции, так как потенциально снижают эффективность процедуры;

б) по окончании сеанса масочной НИВЛ следует сразу начать ВПО со скоростью потока 50-60 л/мин, температурой газовой смеси 31 С, FiO_2 до достижения SpO_2 более 92-94%. ВПО следует использовать непрерывно до следующего сеанса НИВЛ;

в) количество и длительность сеансов масочной НИВЛ следует устанавливать индивидуально, но не менее 6 часов в сутки;

г) при плохой переносимости масочной НИВЛ возможно использование только ВПО со схожей клинической эффективностью;

д) при эффективности проводимой терапии и разрешении клинико-лабораторных признаков гипоксемической ОДН целесообразно сокращать сначала общую продолжительность масочной НИВЛ вплоть до ее отмены, а затем деэскалировать ВПО путем снижения FiO_2 , а затем скорости потока;

е) решение о реинтубации трахеи следует принимать на основании динамики общепринятых показателей.

4. При низком риске повторной интубации и наличии признаков гипоксемической ОДН будет эффективен любой метод неинвазивной РП.

5. Следует использовать ВПО при отлучении от респиратора пациентов-канюленосителей, в том числе при наличии у них признаков вентилятор-ассоциированной пневмонии. Целесообразно использовать следующий алгоритм отлучения:

а) провести тест спонтанного дыхания одним из принятых способов для оценки готовности пациента к прекращению ИВЛ;

б) ВПО следует начинать со скоростью потока 50-60 л/мин, температурой газовой смеси 37 С, FiO_2 до достижения SpO_2 более 92-94%. ВПО следует использовать непрерывно до возобновления ВВЛ (при необходимости);

в) ВПО целесообразно проводить сеансами нарастающей длительности в зависимости от толерантности пациента, по потребности возобновляя ВВЛ;

г) отлучение от респиратора является успешным при спонтанном дыхании пациента без необходимости возобновления ВВЛ в течение 24 последовательных часов.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Власенко, А. В. Высокопоточная оксигенотерапия при лечении острой дыхательной недостаточности различного генеза: возможности и перспективы / А. В. Власенко, **А. Г. Корякин**, Е. А. Евдокимов // *Медицинский алфавит*. – 2017. – Т. 3. – № 29. – С. 16-26. ISSN: 2078-5631
2. Власенко, А. В. Защита верхних дыхательных путей пациента в условиях респираторной поддержки: современное состояние вопроса / А. В. Власенко, **А. Г. Корякин**, Е. А. Евдокимов, Д. А. Еремин // *Медицинский алфавит*. – 2019. – Т. 1. – № 16. – С. 30-36. DOI: 10.33667/2078-5631-2019-1-16(391)-30-36
3. Власенко, А. В. Неинвазивная вентиляция легких в отделении реанимации: вчера, сегодня, завтра (обзор литературы) / А. В. Власенко, **А. Г. Корякин**, Е. А. Евдокимов, И. С. Ключев // *Медицинский алфавит*. – 2021. – № 25. – С. 42-51. DOI: 10.33667/2078-5631-2021-25-42-51
4. Корякин, А. Г. Прикладные аспекты респираторной биомеханики (современное состояние проблемы) / **А. Г. Корякин**, А. В. Власенко, Е. А. Евдокимов, Е. П. Родионов // *Медицинский алфавит*. – 2022. – № 9. – С. 56-68. DOI: 10.33667/2078-5631-2022-9-56-68
5. Корякин, А. Г. Асинхронии при респираторной поддержке / **А. Г. Корякин**, А. В. Власенко, Е. А. Евдокимов, Е. П. Родионов // *Медицинский алфавит*. 2022. – № 17. – С. 50-61. DOI: 10.33667/2078-5631-2022-17-50-61
6. Корякин, А. Г. Высокопоточная оксигенотерапия при отлучении от респиратора пациентов-канюленосителей / **А. Г. Корякин**, А. В. Власенко, Е. А. Евдокимов, В. И. Маковой, В. В. Ерофеев, С. А. Осипов, Е. П. Родионов, Е. Д. Слестников, И. С. Ключев // *Медицинский алфавит*. – 2023. – № 6. – С. 39-49. DOI: 10.33667/2078-5631-2023-6-39-49
7. Корякин, А. Г. Варианты оптимизации неинвазивной респираторной поддержки при манифестации гипоксемической острой дыхательной

недостаточности / **А. Г. Корякин**, А. В. Власенко, Е. А. Евдокимов, В. И. Маковой, В. В. Ерофеев, С. А. Осипов, Е. П. Родионов // *Вестник анестезиологии и реаниматологии*. – 2024. – Т. 21, № 5. – С. 28-41. DOI: 10.24884/2078-5658-2024-21-5-28-41

8. Патент 2819519 С1 Рос. Федерация: МПК *A61N 31/00, A61M 16/00* Способ прекращения длительной искусственной вентиляции легких у пациентов-канюленосителей с высоким риском неэффективного отлучения от респиратора / Власенко А. В., **Корякин А. Г.**, Евдокимов Е. А., Родионов Е. П., Шабунин А. В. – Заявитель и патентообладатель: ФГБОУ ДПО Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования Минздрава РФ. – Заявка: 2023124422. Дата регистрации: 21.05.2024. Дата публикации: 21.05.2024 <https://www.fips.ru/cdfi/fips.dll/ru?ty=29&docid=2819519>

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВАП – вентилятор-ассоциированная пневмония
ВБД – внутрибрюшное давление
ВПО – высокопоточная оксигенотерапия
ДО – дыхательный объем
ИВЛ – искусственная вентиляция легких
ИМТ – индекс массы тела
НИВЛ – неинвазивная вентиляция легких
НП – нозокомиальная пневмония
НПО – низкопоточная оксигенотерапия
ОДН – острая дыхательная недостаточность
ОР – отделение реанимации
ОРДС – острый респираторный дистресс синдром
ПДКВ – положительное давление в конце выдоха
РП – респираторная поддержка
САД – среднее артериальное давление
ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких
ЧДД – частота дыхательных движений
ЧСС – частота сердечных сокращений
ШКГ – шкала ком Глазго
APACHE II – шкала Acute Physiology and Chronic Health Evaluation
AUC-ROC – площадь под кривой ошибок (ROC-кривой)
COVID-19 – Coronavirus disease 2019 (новая коронавирусная инфекция 2019)
CPIS – clinical pulmonary infection score (шкала клинической оценки легочной инфекции)
 FiO_2 – фракция кислорода во вдыхаемой газовой смеси
ISS – injury severity score (шкала тяжести травматических повреждений)
LIS – lung injury score (шкала оценки повреждения легких, шкала Мюррея)
 PaO_2/FiO_2 – индекс оксигенации (ИО)
 $PaCO_2$ – парциальное давление углекислого газа в артериальной крови
SOFA – sequential organ failure assessment score (шкала последовательной оценки органной дисфункции)
 SpO_2 – насыщение артериальной крови кислородом, выраженное в процентах
VILI – ventilator-induced lung injury (вентилятор-индуцированное повреждение легких)