

На правах рукописи



ОЙБОЛАТОВ

Уллубий Ирасханович

**АНЕСТЕЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ЭНДОСКОПИЧЕСКИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ ПО ПОВОДУ
КАМНЕЙ ПОЧЕК И МОЧЕТОЧНИКОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ
ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ СТРУЙНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ**

14.01.20 – анестезиология и реаниматология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Санкт-Петербург – 2021

Работа выполнена на кафедре безопасности жизнедеятельности, экстремальной и радиационной медицины института дополнительного профессионального образования «Экстремальная медицина» федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины имени А.М. Никифорова» Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (ФГБУ ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова МЧС России).

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, доцент **Колотилов Леонид Вадимович**

Официальные оппоненты:

Левшанков Анатолий Ильич – доктор медицинских наук, профессор, федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, кафедра анестезиологии и реаниматологии, профессор.

Мазурок Вадим Альбертович – доктор медицинских наук, профессор, федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра анестезиологии и реаниматологии, заведующий.

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Защита диссертации состоится «29» марта 2021 г. в 12:30 часов на заседании диссертационного совета Д 208.087.02 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2).

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России (194223, г. Санкт-Петербург, пр-кт Мориса Тореза, д. 39, корп. 3) и на сайте ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России <http://gpmu.org>

Автореферат разослан «___» _____ 2021 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета,

доктор медицинских наук, профессор

Жила Николай Григорьевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

В настоящее время для эндоскопического удаления камней верхних мочевых путей наиболее часто используются уретерореноскопия (УРС) с литотрипсией и литоэкстракцией, и перкутанная нефролитотомия (ПНЛ) (Аляев Ю.Г. и соавт., 2016). Активное использование УРС требует исследования интраоперационных сложностей, приводящих к увеличению длительности операции (Sorokin I. et al., 2016), наиболее частыми из них являются невозможность достижения и миграция камня (Акопян Г.Н. и соавт., 2018).

Несмотря на усовершенствование ультразвуковой и рентгеноскопической визуализации, видеооптических инструментов при данных вмешательствах сохраняется риск операционных осложнений, частота которых при ПНЛ может достигать до 15% (de la Rossette J. et al., 2011), а при УРС колеблется в диапазоне от 0,5 до 20% (Королев Д.О., 2017).

Важной задачей анестезиолога на этапах операций, требующих высокой точности, является уменьшение смещений почек, мочеточников и близлежащих органов, обусловленных экскурсиями диафрагмы и грудной клетки как при спонтанной, так и искусственной вентиляции легких (ИВЛ) (Malik I. et al., 2016; Kourmpetis V. et al., 2018).

Актуальность данного исследования определяется поиском безопасной и оптимальной анестезиологической методики, способной уменьшить дыхательную подвижность операционного поля и тем самым улучшить результаты трансуретральных и перкутанных вмешательств по поводу камней почек и верхней трети мочеточников в условиях общей комбинированной анестезии (ОКА) с использованием современных ингаляционных анестетиков.

Степень разработанности темы исследования

Показана возможность прецизионной лазерной нефролитотрипсии при использовании методики периодического апноэ (ПА) во время ИВЛ в условиях тотальной внутривенной анестезии под контролем показателей пульсоксиметрии (Emiliani E. et al., 2016). Для понимания безопасности применения ПА при УРС и ПНЛ требуется дальнейшее изучение этой методики.

Имеется сообщение об улучшении результатов УРС в условиях малообъемной ИВЛ (МИВЛ) (Kourmpetis V. et al., 2018), однако, недостатком этой методики является развитие гиперкапнии и как следствие ограничение продолжительности применения (Peng L. et al., 2020).

Существует возможность повышения точности лазерной фрагментации камней при ретроградной интратренальной хирургии в условиях тотальной внутривенной анестезии с использованием высокочастотной струйной вентиляции (ВЧСВ) легких (Hasan M.N. et al., 2019), но известны ограничения мониторинга показателей вентиляции и использования ингаляционных анестетиков при ВЧСВ легких в условиях открытого дыхательного контура (Зислин Б.Д. и соавт., 2010; Колотилов Л.В., 2013; Bailey A., 2017).

Общим недостатком этих исследований является отсутствие данных газового состава и кислотно-основного состояния (КОС) крови пациентов.

Цель исследования: Улучшить результаты трансуретральных и перкутанных вмешательств по поводу камней почек и мочеточников путем совершенствования анестезиологического обеспечения с применением высокочастотной струйной вентиляции легких.

Задачи исследования:

1. Оценить показатели вентиляции, газообмена, кислотно-основного состояния и гемодинамики пациентов при сочетании катетерной высокочастотной струйной вентиляции и малообъемной искусственной вентиляции легких с различными параметрами.

2. Установить оптимальные параметры сочетания высокочастотной струйной вентиляции и малообъемной искусственной вентиляции легких, позволяющие уменьшить дыхательную подвижность операционного поля при уретерореноскопии в условиях общей комбинированной анестезии с ингаляцией севофлурана в концентрациях, обеспечивающих достаточную глубину угнетения сознания пациента.

3. Оценить показатели газообмена, кислотно-основного состояния и возможность применения периодического апноэ в условиях общей комбинированной анестезии с использованием севофлурана в концентрациях, поддерживающих достаточную глубину угнетения сознания пациента.

4. Оценить хирургические условия и сравнить качества выполнения литотрипсии и литоэкстракции методом гибкой уретерореноскопии в условиях сочетанной искусственной вентиляции легких (СИВЛ) и периодического апноэ во время общей комбинированной анестезии.

5. Оценить хирургические условия и сравнить качества выполнения этапа пункции чашечно-лоханочной системы почек при перкутанной нефролитотомии в условиях сочетанной искусственной вентиляции легких и периодического апноэ во время общей комбинированной анестезии.

Научная новизна исследования

Разработана методика анестезиологического обеспечения с применением высокочастотной струйной вентиляции в условиях общей комбинированной анестезии, поддерживающая адекватную вентиляцию легких и позволяющая значительно уменьшить подвижность почек и верхней трети мочеточников, обусловленную традиционной искусственной вентиляцией легких (ТИВЛ). Доказана возможность сочетания катетерной высокочастотной струйной вентиляции и малообъемной искусственной вентиляции легких в условиях использования ингаляционного анестетика севофлурана в концентрациях, обеспечивающих достаточную глубину угнетения сознания пациента. Показана возможность обеспечения кратковременной неподвижности операционного поля при применении периодического апноэ с поддержанием достаточной глубины угнетения сознания пациента в условиях общей комбинированной анестезии с ингаляцией севофлурана. Предложена шкала оценки степени дыхательной подвижности операционного поля и хирургических условий при уретерореноскопии с литотрипсией и перкутанной нефролитотомии.

Научно обоснована эффективность применения высокочастотной струйной вентиляции и периодического апноэ в обеспечении необходимых хирургических условий для прецизионной работы, и тем самым позволяющих значительно улучшить результаты гибкой уретерореноскопии с литотрипсией и перкутанной нефролитотомии в условиях общей комбинированной анестезии.

Теоретическая и практическая значимость работы

Разработана анестезиологическая методика, позволяющая непрерывно мониторировать параметры вентиляции и концентрации севофлурана при сочетании в условиях герметичного дыхательного контура катетерной высокочастотной струйной вентиляции с малообъемной искусственной вентиляцией легких. Установлены оптимальные параметры сочетанной искусственной вентиляции легких, обеспечивающие адекватную респираторную поддержку и достаточную глубину угнетения сознания пациента в условиях общей комбинированной анестезии с использованием севофлурана. Внедрена в практику анестезиологическая методика, позволяющая значительно улучшить результаты гибкой уретерореноскопии с литотрипсией и литоэкстракцией в условиях общей комбинированной анестезии. Показана возможность обеспечения достаточной глубины угнетения сознания пациента при использовании периодического апноэ в условиях общей комбинированной анестезии с использованием севофлурана. Подтверждена эффективность применения методики периодического апноэ, позволяющей обеспечить неподвижность операционного поля и тем самым повысить скорость и точность пункции чашечно-лоханочной системы почки при перкутанной нефролитотомии в условиях общей комбинированной анестезии. Внедрена в практику шкала оценки степени дыхательной подвижности операционного поля и хирургических условий, показавшая соответствие с объективными результатами уретерореноскопии и перкутанной нефролитотомии, что указывает на ценность и валидность разработанной шкалы.

Методология и методы исследования

В методологическую основу диссертации вошло изучение отечественной и зарубежной литературы по теме научного исследования, использование современных клинических, инструментальных, лабораторных и статистических методов исследования. В исследование были включены взрослые пациенты, которым на базе клиники № 2 ФГБУ ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова МЧС России выполнялись плановые УРС и ПНЛ по поводу камней почек и верхней трети мочеточников в условиях ОКА с ИВЛ. Для реализации поставленной цели научной работы были использованы современные наркозно-дыхательные аппараты и следящие мониторы, высокотехнологичное лабораторное оборудование, современные методы статистической обработки и оценки полученных в ходе исследования данных.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Содержание диссертации соответствует специальности 14.01.20 – анестезиология и реаниматология (медицинские науки).

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Сочетание катетерной высокочастотной струйной вентиляции и мало-объемной искусственной вентиляции легких в условиях общей комбинированной анестезии с использованием севофлурана позволяет обеспечивать адекватную респираторную поддержку, достаточную глубину угнетения сознания пациента и значительно улучшает хирургические условия для литотрипсии и литоэкстракции методом гибкой уретерореноскопии.

2. Применение периодического апноэ в условиях общей комбинированной анестезии с использованием севофлурана, позволяет поддерживать достаточную глубину угнетения сознания пациента, обеспечивать кратковременную неподвижность операционного поля при уретерореноскопии и сопровождается умеренной гиперкапнией с респираторным ацидозом.

3. Применение сочетанной искусственной вентиляции легких при уретерореноскопии позволяет значительно повысить скорость литотрипсии и литоэкстракции, по сравнению с методикой периодического апноэ и традиционной искусственной вентиляцией легких, а применение периодического апноэ при перкутанной нефролитотомии значительно повысить точность и скорость пункции чашечно-лоханочной системы почек, по сравнению с традиционной искусственной вентиляцией легких и незначительно, по сравнению с сочетанной искусственной вентиляцией легких.

Степень достоверности и апробация результатов исследования

Достоверность и обоснованность полученных результатов научной работы обеспечена детальным теоретическим анализом проблемы, репрезентативным объемом выборки обследованных пациентов, достаточным количеством проведенных исследований и адекватным статистическим анализом полученных данных. Сформированные и обследованные группы (подгруппы) пациентов сопоставимы по основным антропометрическим и клиническим данным, репрезентативны по количеству.

Научные положения, выводы и практические рекомендации, сформулированные в диссертации, подкреплены статистически и клинически значимыми результатами. Статистический анализ полученных данных выполнен с использованием рекомендованных методов и современных программ обработки информации.

Результаты и основные положения диссертационного исследования доложены и представлены на международных, российских и региональных научно-практических мероприятиях: II Съезде анестезиологов-реаниматологов Северо-Запада России с участием медицинских сестер анестезистов (Санкт-Петербург, 4 – 7 октября 2017 г.); 606 и 614 Заседаниях научно-практического общества анестезиологов и реаниматологов Санкт-Петербурга (Санкт-Петербург, 29 ноября 2017 г. и 28 ноября 2018 г.); V Съезде экспертов секции уролитиаза Европейской ассоциации урологов «EUILIS». (Милан, 3 – 5 октября 2019 г.). Апробация диссертации с положительным заключением состоялась на заседании научно-технического совета № 1 ФГБУ ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова МЧС России 08 октября 2020 года.

Внедрение и реализация результатов исследования

Результаты диссертационного исследования внедрены в учебный процесс института дополнительного профессионального образования «Экстремальная медицина» кафедры хирургии и инновационных технологий, а также в лечебный процесс отдела анестезиологии, реанимации и интенсивной терапии ФГБУ ВЦЭРМ им. А.М. Никитина МЧС России и в комплекс анестезиологического обеспечения урологических операций городского центра эндоскопической урологии и новых технологий СПб ГБУЗ Клинической больницы имени Святителя Луки (профессора медицины В.Ф. Войно-Ясенецкого).

Личный вклад автора

Автором проведен обзор литературы по проблеме дыхательной подвижности операционного поля при малоинвазивных вмешательствах по поводу камней почек и мочеточников. Автором проведены консультации, сбор клинических данных и анестезиологическое обеспечение операций у пациентов, включенных в исследование. Автор принимал непосредственное участие в разработке методики анестезиологического обеспечения прецизионных этапов УРС и ПНЛ с применением ВЧСВ легких. Автором проведена статистическая обработка и научное обоснование полученных результатов исследования, осуществлено написание и оформление диссертационной работы.

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена в виде рукописи и включает введение, четыре главы, заключение, выводы, практические рекомендации и список литературы. Работа изложена на 108 печатных страницах и содержит 28 таблиц и 10 рисунков. Список литературы включает 137 источников литературы, из них 43 отечественных и 94 зарубежных.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материал и методы исследования

В исследование включили 140 пациентов, оперированных по поводу камней почек и верхней трети мочеточников методом УРС и ПНЛ в условиях ОКА в период с октября 2016 года по сентябрь 2019 года на базе многопрофильной клиники № 2 ФГБУ ВЦЭРМ им. А.М. Никитина МЧС России.

Исследование соответствует международным и этическим нормам, изложенным в Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Рекомендации для врачей, занимающихся биомедицинскими исследованиями с участием людей», одобрено локальным этическим комитетом и проведено с информированного добровольного согласия пациентов.

В исследование не включили пациентов, имеющих в анамнезе бронхиальную астму, хроническую обструктивную болезнь легких, ишемическую болезнь сердца, заболевания центральной нервной системы и пациентов, относящихся к классу IV по шкале американского общества анестезиологов (ASA).

Выполнили одноцентровое рандомизированное контролируемое исследование. Распределение пациентов в соответствии с Рисунком 1, на первом этапе осуществили в зависимости от метода эндоскопического вмешательства. Из 140 пациентов 75 пациентам выполнили УРС и 65 пациентам выполнили ПНЛ.

Случайность распределения пациентов на группы при УРС и ПНЛ провели методом закрытых конвертов, соотношение числа пациентов Г.1А (СИВЛ) к числу пациентов Г.2А (ПА) и Г.3А (ТИВЛ) при рандомизации составило 3:1, а соотношение числа пациентов Г.2Б (ПА) к числу пациентов Г.1Б (СИВЛ) и Г.3Б (ТИВЛ) составило 2:1 и 1,5:1, соответственно. Г.1А – для определения оптимальных параметров СИВЛ разделили на три подгруппы (Рисунок 1).

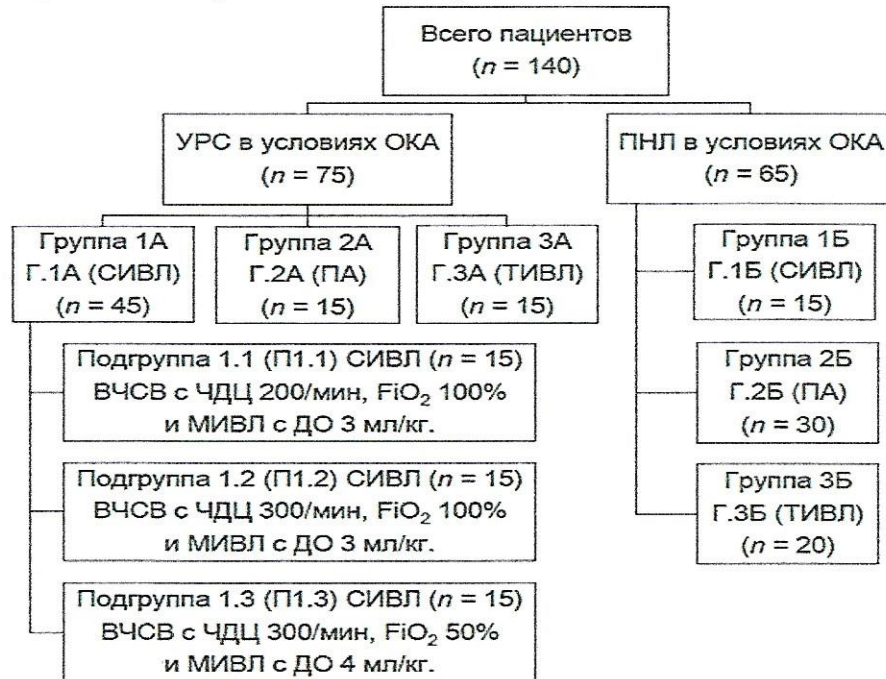


Рисунок 1 – Распределение пациентов в зависимости от метода хирургического вмешательства, методики анестезиологического обеспечения и параметров сочетанной искусственной вентиляции легких, применяемых на прецизионных этапах операций (разработан автором)

В экспериментальных группах до и после прецизионных этапов, а в контрольных группах в течение всей операции проводили ОКА с ТИВЛ.

Индукцию анестезии осуществляли внутривенным введением пропофола 2 – 2,5 мг/кг и фентанила 0,1 – 0,3 мг, миорелаксацию – рокурония бромидом 0,6 – 1,0 мг/кг. Интубацию трахеи выполняли эндотрахеальной трубкой (ЭТТ) соответствующего размера. ИВЛ проводили с помощью наркозно-дыхательного аппарата (НДА) WATO EX-65 (Mindray, Китай) с параметрами: дыхательный объем (ДО) из расчета 8 мл/кг на должную массу тела (ДМТ), частота дыхания (ЧД) 8 – 14 в мин, фракция кислорода в инспираторном газе (FiO_2) 40%, отношение времени вдоха к времени выдоха (I:E) 1:2, положительное давление в конце выдоха (РЕЕР) 5 – 6 см вод. ст.

Анестезию поддерживали ингаляцией севофлурана в концентрациях 1,8 – 2,6 об% в потоке свежего газа (ПСГ) 1,0 л/мин и дробным в/в введением фентанила по 0,05 – 0,1 мг. Миорелаксацию при необходимости пролонгировали внутривенным введением рокурония бромидом по 0,15 – 0,2 мг/кг.

Контроль частоты сердечных сокращений (ЧСС) с оценкой сердечных комплексов в 2 стандартных отведениях, артериального давления (АД), показателей пульсоксиметрии (SpO_2) проводили с помощью монитора IMEC 12 (Mindray, Китай). С помощью газоанализатора ABL 800 FLEX (Radiometer, Дания) оценивали показатели парциального давления кислорода, углекислого газа (PaO_2 , $PaCO_2$), КОС (pH) и избытка/дефицита оснований (BE) артериальной (a) крови. С помощью монитора НДА контролировали показатели пикового и среднего давления в дыхательных путях (P_{peak} , P_{mean}) и РЕЕР, минутный объем вентиляции (V_E), концентрации севофлурана в инспираторном и конечном экспираторном газе ($FiSev$, $EtSev$), минимальную альвеолярную концентрацию (MAC) анестетика, показатели парциального давления углекислого газа в конце выдоха ($P_{ET}CO_2$). Контроль глубины угнетения сознания пациента проводили с помощью монитора биспектрального индекса (BIS) (Covidien, Швейцария).

Степень дыхательной подвижности операционного поля и хирургические условия оценивали три врача-уролога, являющиеся экспертами (с опытом более 1000 операций) в эндоскопическом лечении уrolитиаза. Оценку осуществляли согласно разработанной пятибалльной шкалы в соответствии с Таблицей 1 при УРС методом эндовидеоскопической визуализации, а при ПНЛ методами ультразвуковой и рентгеноскопической визуализации.

Таблица 1 – Шкала оценки степени дыхательной подвижности операционного поля и хирургических условий на этапах вмешательств

Степень подвижности	Хирургические условия	Баллы
Выраженная	Плохие	1
Значительная	Неудовлетворительные	2
Частичная	Удовлетворительные	3
Незначительная	Хорошие	4
Неподвижная	Отличные	5

Методика сочетанной искусственной вентиляции легких – В условиях ТИВЛ после увеличения $FiSev$ до 8 об% переходили на СИВЛ. В зависимости от подгруппы пациентов (Рисунок 1) МИВЛ осуществляли НДА уменьшением ДО до 3,0 или 4,0 мл/кг и ЧД до 4 в мин, увеличением I:E до 1:3, снижением FiO_2 до 21%, отключением РЕЕР. ВЧСВ проводили аппаратом ZISLINE JV-100 (Тритон-ЭлектроникС, Россия) через герметично введенный в ЭТТ катетер диаметром 2 мм с частотой дыхательных циклов (ЧДЦ) 200 или 300 в мин, I:E 1:3, FiO_2 50 или 100%. Рабочее давление (РД) подбирали таким образом, чтобы P_{peak} при СИВЛ соответствовало таковой при ТИВЛ.

Методика периодического апноэ – Перед этапом литотрипсии, не меняя других параметров, проводили ТИВЛ с FiO_2 100% в течение 5 мин. Далее переводом на ручной режим при установленном на нулевой отметке регулятора клапана давления в дыхательном контуре (APL) НДА останавливали ИВЛ. При этом подачу севофлурана с исходно подобранными концентрациями не отключали. Указанным способом осуществляли периодическое апноэ.

Критериями прекращения СИБЛ и ПА были завершение этапа операции, $SpO_2 \leq 94\%$, $BIS \geq 60$, $P_{peak} \geq 30$ см вод. ст., а также значимые электрокардиографические или гемодинамические нарушения. Повторное применение СИБЛ и ПА допускали после восстановления исходных показателей газообмена, гемодинамики и глубины угнетения сознания пациента.

Регистрировали продолжительность дробления и удаления камней почек и верхней трети мочеточников при УРС, а также продолжительность и количество попыток пункции ЧЛС почек при ПНЛ.

Статистический анализ данных выполнили с использованием программ PAST, v. 4.032; 06.2020, JASP, v. 0.13.1; 16.07.2020 и jamovi, v. 1.6.4; 23.10.2020. Оценки показателей средних (M), коэффициентов корреляции (r) представлены в виде трех чисел: точечная оценка и значения границ 95%-ных доверительных интервалов (ДИ).

Межгрупповое сравнение полученных данных осуществляли с использованием однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA). Только когда выявляли статистически значимую неоднородность между всеми группами (подгруппами), приступали к отдельным попарным сравнениям между группами (подгруппами). В данном исследовании использовали критерий *post hoc* HSD (honestly significant difference) – Тьюки и критерий Манна-Уитни с поправкой на множественность сравнений по Бонферрони.

Статистически значимыми считали эффекты, для которых p -значения не превышали уровень значимости $\alpha = 0,005$. Кроме этого обращали внимание на значения стандартизированного размера эффекта по Коуэну (SES). Результаты, в которых 95%-ный ДИ $SES \geq 1$ рассматривали как практически (клинически) важные.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анестезиологические показатели и хирургическая оценка при сочетанной искусственной вентиляции легких с различными параметрами

Сравнительный анализ антропометрических и клинических данных пациентов показал статистическую однородность трех сформированных подгрупп. Анализ показателей газообмена пациентов, полученных при ТИВЛ и в конце СИБЛ во всех трех подгруппах, выявил статистически значимое ($p < 0,005$) различие почти всех представленных (Таблица 2) значений.

При этом показатели SpO_2 , $P_{ET}CO_2$, газового состава и КОС(а) крови кроме PaO_2 при ТИВЛ и СИБЛ были в пределах референсных значений и не имели существенной клинической значимости (95%-ный ДИ $SES < 1,0$). Сочетание МИВЛ с FiO_2 21% и ВЧСВ с FiO_2 100% в П1.1 и П1.2 привело к выраженной гипероксемии с повышением PaO_2 в 2 раза относительно уже имевшихся высоких значений при ТИВЛ с FiO_2 40%. Однако сочетание ВЧСВ с FiO_2 50% в П1.3 позволило значимо ($p < 0,005$) уменьшить гипероксемию при СИБЛ, по сравнению с П1.1 и П1.2, в которых сочетали ВЧСВ с FiO_2 100%. По сравнению с ТИВЛ в конце СИБЛ отмечалось значимое повышение показателей $P_{ET}CO_2$ и $PaCO_2$ во всех трех подгруппах, но в пределах нормокапнии, а также значимые изменения показателей pH и BE, не выходящие за референсный диапазон.

Таблица 2 – Результаты анализа данных пульсоксиметрии, капнометрии, газового состава и КОС(а) крови пациентов трех подгрупп до и после применения СИВЛ с различными параметрами

Показатели	Подгруппы	Среднее с 95%-ным ДИ		Разность средних с 95%- ным ДИ	Стандар- тизиро- ванный размер эффекта с 95%- ным ДИ	<i>p</i> -значе- ние
		ТИВЛ	СИВЛ			
		M_b	M_a	$M_b - M_a$	SES	p
SpO ₂ (%)	1.1	97 98 98	99 100 100	-2,7 -2,0 -1,3	-2,4 -1,6 -0,8	< 0,005
	1.2	97 98 99	99 100 100	-2,3 -1,6 -0,9	-2,1 -1,4 -0,6	< 0,005
	1.3	97 98 98	98 99 99	-1,8 -0,9 -0,1	-1,2 -0,6 -0,1	0,03
P _{ЕТ} CO ₂ (мм рт.ст.)	1.1	36 37 37	39 40 40	-3,7 -2,9 -2,2	-3,0 -2,1 -1,2	< 0,005
	1.2	35 36 37	39 40 41	-5,0 -3,7 -2,4	-2,3 -1,6 -0,8	< 0,005
	1.3	36 36 37	39 41 42	-6,3 -4,2 -2,1	-1,7 -1,1 -0,4	< 0,005
PaO ₂ (мм рт.ст.)	1.1	154 163 172	289 310 330	-171 -147 -124	-4,8 -3,5 -2,1	< 0,005
	1.2	160 168 176	331 341 351	-184 -174 -163	-12 -9,0 -5,7	< 0,005
	1.3	154 166 179	231 251 270	-94 -85 -75	-8,9 -6,2 -3,5	< 0,005
PaCO ₂ (мм рт.ст.)	1.1	38,8 39,6 40,4	41,2 42,2 43,1	-3,6 -2,6 -1,6	-2,2 -1,5 -0,7	< 0,005
	1.2	38,4 39,2 40,0	42,2 44,0 45,8	-6,9 -4,9 -2,9	-2,0 -1,3 -0,6	< 0,005
	1.3	38,6 39,4 40,2	41,9 43,8 45,6	-6,5 -4,4 -2,2	-2,2 -1,4 -0,5	< 0,005
pH	1.1	7,35 7,37 7,39	7,32 7,34 7,36	0,02 0,03 0,05	0,4 1,1 1,7	< 0,005
	1.2	7,36 7,38 7,40	7,34 7,35 7,37	0,02 0,03 0,03	1,5 2,5 3,6	< 0,005
	1.3	7,35 7,38 7,40	7,33 7,35 7,37	0,02 0,03 0,03	1,4 2,7 4,0	< 0,005
BE (ммоль/л)	1.1	-2,5 -1,8 -1,0	-2,3 -1,6 -0,9	-0,2 -0,2 -0,1	-1,6 -1,0 -0,3	< 0,005
	1.2	-2,4 -1,7 -1,0	-2,2 -1,5 -0,7	-0,3 -0,2 -0,1	-1,7 -1,0 -0,4	< 0,005
	1.3	-2,7 -2,1 -1,4	-2,4 -1,8 -1,2	-0,4 -0,3 -0,1	-2,0 -1,2 -0,4	< 0,005
Примечание: здесь и далее M_b – среднее до «before», M_a – среднее после «after»						

Проведение ОКА в условиях ТИВЛ с FiSev 2,2 – 2,3 об% с последующим увеличением на испарителе НДА концентрации севофлурана до 8 об% в течение нескольких дыхательных циклов и переход на СИВЛ позволяет поддерживать FiSev на уровне 7,2 – 7,6 об%. При этом результаты показателей EtSev и МАС во всех трех подгруппах были статистически значимо ($p < 0,005$) ниже, а результаты показателей BIS соответственно выше (Таблица 3), чем при ТИВЛ.

Таблица 3 – Результаты сравнений данных концентраций севофлурана и BIS пациентов трех подгрупп до и после СИВЛ с различными параметрами

Показатели	Подгруппы	Среднее с 95%-ным ДИ		Разность средних с 95%- ным ДИ	Стандар- тизиро- ванный размер эффекта с 95%- ным ДИ	<i>p</i> -значе- ние
		ТИВЛ	СИВЛ			
		M_b	M_a	$M_b - M_a$	SES	p
FiSev (об%)	1.1	2,0 2,2 2,3	7,3 7,3 7,4	-5,3 -5,2 -5,1	-34 -25 -16	< 0,005
	1.2	2,0 2,2 2,3	7,1 7,2 7,4	-5,3 -5,1 -4,9	-20 -15 -9,2	< 0,005
	1.3	2,2 2,3 2,4	7,5 7,6 7,6	-5,3 -5,2 -5,1	-32 -24 -15	< 0,005
EtSev (об%)	1.1	1,8 1,9 2,0	0,9 0,9 1,0	0,9 1,0 1,1	2,9 4,7 6,4	< 0,005
	1.2	1,7 1,8 2,0	1,0 1,0 1,1	0,7 0,8 1,0	1,8 3,1 4,3	< 0,005
	1.3	1,8 1,9 2,0	1,1 1,2 1,3	0,6 0,7 0,8	2,0 3,3 4,6	< 0,005
MAC	1.1	0,8 0,9 0,9	0,4 0,5 0,5	0,3 0,4 0,5	2,3 3,8 5,3	< 0,005
	1.2	0,8 0,9 1,0	0,5 0,5 0,5	0,3 0,4 0,4	2,3 2,8 5,3	< 0,005
	1.3	0,9 1,0 1,0	0,6 0,6 0,7	0,3 0,4 0,4	2,0 3,3 4,6	< 0,005
BIS	1.1	42 44 46	56 58 61	-19 -15 -10	-4,0 -2,6 -1,2	< 0,005
	1.2	42 43 45	54 57 60	-17 -14 -10	-2,9 -2,0 -1,1	< 0,005
	1.3	42 44 46	46 48 50	-6,5 -4,3 -2,1	-1,7 -1,1 -0,4	< 0,005

Сочетание ВЧСВ в П1.1 (ЧДЦ 200 в мин, РД 0,7 атм), в П1.2 (ЧДЦ 300 в мин, РД 0,5 атм) и МИВЛ с ДО 3 мл/кг, ЧД 4 в мин обеспечило средние показатели EtSev 0,9 об% с MAC 0,5. При этом в П1.1 и П1.2 в условиях СИВЛ средние показатели BIS составили 58 – 57, что статистически ($p < 0,005$) значимо выше, чем при ТИВЛ. Сочетание ВЧСВ в П1.3 с ЧДЦ 300 в мин, РД 0,4 атм и МИВЛ с ДО 4 мл/кг, ЧД 4 в мин обеспечило статистически значимое ($p < 0,005$) повышение средних показателей EtSev до 1,2 об%, MAC до 0,6, по сравнению с П1.1 и П1.2. Выборочный «тест с мешком Амбу» показал соответствие концентраций EtSev и MAC данным НДА, полученным в условиях СИВЛ у нескольких пациентов всех подгрупп. В П1.3 в условиях СИВЛ средние показатели BIS составили 48, что статистически значимо ($p < 0,005$), но клинически не значимо (95%-ный ДИ $SES < 1,0$) выше, чем при ТИВЛ. Из 15 исследуемых П1.3 ни у одного пациента не регистрировались показатели BIS выше 55.

В условиях СИВЛ выявлено статистически значимое ($p < 0,005$), но клинически незначимое (95%-ный ДИ $SES < 1,0$) повышение диастолического АД у пациентов П1.1 и П1.3. По данным ЭКГ показатели ЧСС оставались в пределах нормальных значений, ни у одного пациента не было зафиксировано гемодинамически значимых нарушений ритма сердца, а также отклонений сегмента ST на 2 мм и более от изолинии.

Во всех подгруппах пациентов условия выполнения УРС с литотрипсией и литоэкстракцией при СИВЛ с различными параметрами получили статистически ($p < 0,005$) и клинически (95%-ный ДИ $SES \geq 1,0$) значимую более высокую хирургическую оценку (П1.1 = $2,6 \ 3,0 \ 3,3$; П1.2 = $3,5 \ 3,9 \ 4,1$; П1.3 = $3,6 \ 3,9 \ 4,1$) балла, чем при ТИВЛ (П1.1 = $1,7 \ 2,1 \ 2,3$; П1.2 = $1,5 \ 2,1 \ 2,6$; П1.3 = $1,6 \ 2,0 \ 2,3$) балла.

В П1.2 и П1.3, в которых применяли ВЧСВ с ЧДЦ 300 в мин, получили статистически и клинически значимо ($p < 0,005$; 95%-ный ДИ $SES \geq 1,0$) более высокую хирургическую оценку, чем в П1.1 с ЧДЦ 200 в мин. Это объясняется тем, что при ВЧСВ с ЧДЦ 200 в мин подаваемые аппаратом ВЧ-ИВЛ объемы газа и соответственно передаточная дыхательная подвижность камней почек и верхней трети мочеточников была больше, чем при использовании ВЧСВ с ЧДЦ 300 в мин.

Анестезиологические показатели при методике периодического апноэ

Анализ данных SpO_2 , $P_{ET}CO_2$, газового состава и КОС(а) крови, полученных при ТИВЛ с FiO_2 100% в течение 5 мин с данными, полученными в конце эпизодов апноэ, показал (Таблица 4) значимое ($p < 0,005$) различие всех представленных показателей. В конце эпизодов апноэ показатели PaO_2 снизились в два раза, по сравнению с таковыми, полученными до апноэ. В конце первых эпизодов апноэ при SpO_2 до 94% и возобновлении ТИВЛ с FiO_2 100%, у 4 из 15 пациентов показатели SpO_2 снизились до 93%, а еще у 4 до 92%.

ПА сопровождалось значимым ($p < 0,005$) повышением показателей $P_{ET}CO_2$ и $PaCO_2$, по сравнению с нормальными значениями, полученными при ТИВЛ. Результатом такой гиперкапнии явился респираторный ацидоз, а статистически значимое увеличение показателей ВЕ, но в пределах референсного диапазона, можно объяснить компенсаторной реакцией на гиперкапнию.

Таблица 4 – Результаты анализа данных пульсоксиметрии, капнометрии, газового состава и КОС(а) крови пациентов до и в конце апноэ

Показатели	Среднее с 95%-ным ДИ		Разность средних с 95%- ным ДИ	Стандар- тизиро- ванный размер эффекта с 95%- ным ДИ	p-значе- ние
	ТИВЛ	ПА			
	M_b	M_a	$M_b - M_a$	SES	p
SpO_2 (%)	99 99 100	93 94 95	4,0 5,2 6,4	1,3 2,4 3,3	$< 0,005$
$P_{ET}CO_2$ (мм рт.ст.)	36 37 37	49 51 53	-17 -15 -12	-4,4 -3,2 -1,9	$< 0,005$
PaO_2 (мм рт.ст.)	177 187 197	84 96 108	79 91 103	2,5 4,1 5,6	$< 0,005$
$PaCO_2$ (мм рт.ст.)	38,6 39,2 39,9	53,2 55,4 57,6	-19 -16 -14	-4,7 -3,4 -2,0	$< 0,005$
pH	7,36 7,37 7,39	7,26 7,28 7,30	0,1 0,1 0,1	1,1 2,1 2,9	$< 0,005$
ВЕ (ммоль/л)	-2,0 -1,5 -1,0	-1,6 -1,0 -0,4	-0,6 -0,5 -0,4	-3,5 -2,5 -1,4	$< 0,005$

Сравнительный анализ концентраций севофлурана в конце эпизодов апноэ при ПА выявил статистически значимое ($p < 0,005$) снижение средних показателей FiSev на 0,1 об% и EtSev на 0,1 об%, чем при ТИВЛ. При этом показатели FiSev, EtSev, MAC и BIS, зарегистрированные в конце эпизодов апноэ при методике ПА не имели клинически значимого различия (95%-ный ДИ $SES < 1,0$), по сравнению с показателями при ТИВЛ (Таблица 5).

Таблица 5 – Результаты анализа данных концентраций севофлурана и BIS до и в конце эпизодов апноэ у пациентов при методике ПА

Показатели	Среднее с 95%-ным ДИ		Разность средних с 95%-ным ДИ	Стандар- тизиро- ванный раз- мер эффекта с 95%-ным ДИ	p -значе- ние
	ТИВЛ	ПА			
	M_b	M_a			
FiSev (об%)	2,0 2,2 2,3	2,0 2,1 2,2	0,05 0,1 0,15	0,5 1,2 1,8	$< 0,005$
EtSev (об%)	1,7 1,8 1,9	1,6 1,8 1,9	0,03 0,07 0,1	0,4 1,1 1,7	$< 0,005$
MAC	0,8 0,9 0,9	0,8 0,9 0,9	0,01 0,03 0,06	0,1 0,7 1,2	0,020
BIS	41 43 44	43 45 46	-3,3 -2,0 -0,7	-1,7 -1,0 -0,3	0,006

В условиях прекращения ингаляции севофлурана при апноэ и соответственно выведения анестетика в конце эпизодов апноэ показатели EtSev составили 1,6 1,8 1,9 об%, а MAC 0,8 0,9 0,9. Такие концентрации севофлурана при методике ПА поддерживали показатели BIS на уровне 43 45 46, что соответствует рекомендованным значениям BIS в пределах 45 – 60 для обеспечения достаточного угнетения сознания пациента в условиях общей анестезии.

Результаты выборочного «теста с мешком Амбу» соответствия концентраций EtSev и MAC данным НДА, полученным в конце первых выдохов после возобновления ТИВЛ у 5 пациентов из 15, показали идентичные концентрации севофлурана и не потребовали статистического анализа.

В основном продолжительность апноэ ограничивали по причине снижения показателей SpO_2 менее 94%. Ни у одного пациента не было показателей BIS более 50 и не отмечалось интраоперационного пробуждения.

Применение ПА согласно протоколу исследования, то есть прекращение апноэ при $SpO_2 \leq 94\%$, $BIS \geq 60$, значимых изменениях ЭКГ и АД, позволило обеспечить апноэ, соответственно неподвижность операционного поля в течение 3,1 3,7 4,2 мин. При этом время восстановления исходных показателей газообмена составило 5,9 6,7 7,5 мин, то есть в 2 раза дольше, чем сами эпизоды апноэ. Таким образом, для уменьшения дыхательной подвижности операционного поля на этапе литотрипсии и литоэкстракции при УРС потребовалось 3,4 4,3 5,1 полных циклов периодического апноэ.

Результаты уретерореноскопии с литотрипсией и литоэкстракцией в условиях применения различных анестезиологических методик

Сравнительный анализ данных возраста, пола, доли мужчин и женщин, индекса массы тела (ИМТ), ДМТ, по шкале ASA и характеристик камней (число, размер, плотность, объем, доля в почках и мочеточниках) пациентов трех групп показал статистическую однородность ($p > 0,005$) по всем выбранным показателям.

Проведенный анализ трех групп в соответствии с Рисунком 2 показал высокую корреляцию ($r = 0,75 - 0,82$) между временем, потраченным на литотрипсию и литоэкстракцию (Т, мин), с объемом камней (V, мм³). Учитывая результаты корреляционного анализа, скорость литотрипсии и литоэкстракции выразили отношением объема камней каждого пациента к продолжительности данного этапа УРС (V/T, мм³/мин). В соответствии с Рисунком 2, в Г.1А (СИВЛ) – V/T составила $_{13}^{17} 20$ мм³/мин, в Г.2А (ПА) – V/T составила $7^9 11$ мм³/мин, а в контрольной Г.3А (ТИВЛ) – V/T составила $5^7 9$ мм³/мин.

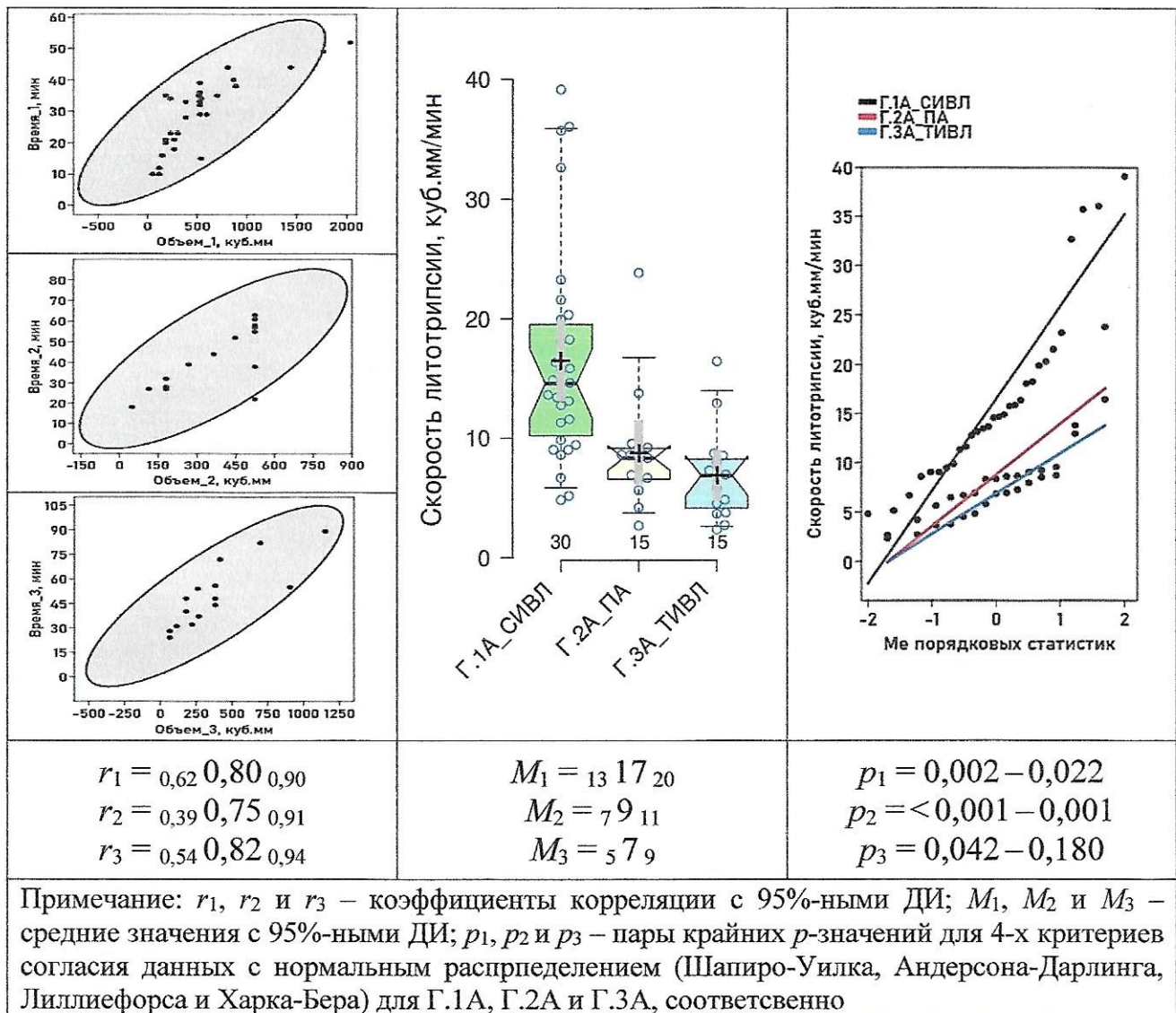


Рисунок 2 – Сравнительный анализ скорости литотрипсии и литоэкстракции трех групп пациентов при УРС в условиях применения различных анестезиологических методик

Попарные сравнения V/T в анализируемых группах выявили статистически значимые различия между Г.1А (СИВЛ) и Г.2А (ПА) ($p < 0,005$), а также между Г.1А (СИВЛ) и Г.3А (ТИВЛ) ($p < 0,005$), но не между Г.2А (ПА) и Г.3А (ТИВЛ) ($p = 0,47$). Клинически наиболее значимую ($SES = 0,6 \ 1,2 \ 1,9$) более высокую скорость литотрипсии и литоэкстракции получили в Г.1А (СИВЛ), по сравнению с контрольной Г.3А (ТИВЛ).

Сравнительный анализ степени дыхательной подвижности операционного поля и хирургических условий для литотрипсии и литоэкстракции при УРС показал статистически значимую ($p < 0,005$) более высокую хирургическую оценку в Г.1А (СИВЛ) = $3,6 \ 3,9 \ 4,1$ и в Г.2А (ПА) = $2,8 \ 3,1 \ 3,3$ балла, чем при ТИВЛ. В контрольной Г.3А (ТИВЛ) хирургическая оценка до и во время этапа литотрипсии и литоэкстракции не различалась и составила $1,8 \ 2,2 \ 2,5$ балла.

Попарный сравнительный анализ результатов хирургической оценки в условиях применения соответствующей анестезиологической методики на этапе литотрипсии и литоэкстракции при УРС показал статистически значимую ($p < 0,005$) более высокую хирургическую оценку в Г.1А (СИВЛ), по сравнению с Г.2А (ПА) и Г.3А (ТИВЛ). В Г.2А получили статистически значимую более высокую оценку, по сравнению с Г.3А.

Результаты перкутанной нефролитотомии в условиях применения различных анестезиологических методик

Сравнительный анализ данных возраста, пола, доли мужчин и женщин, ИМТ, ДМТ, шкалы ASA, характеристик камней, стороны пункции и позиционной укладки пациентов трех групп показал статистическую однородность ($p > 0,005$) по всем выбранным показателям.

В соответствии с Рисунком 3, в Г.1Б (СИВЛ) средняя продолжительность пункции ЧЛС почек составила 4 мин. При этом количество попыток составило не более 2. В Г.2Б (ПА) средняя продолжительность пункции составила 3 мин, и её преимущественно осуществляли с 1 попытки. В Г.3Б (ТИВЛ) средняя продолжительность пункции составила 5 мин. При этом выполнить пункцию ЧЛС почек в намеченной точке, как правило, удавалось с 2 или 3 попытки.

Попарный сравнительный анализ времени, потраченного на выполнение этапа пункции, при ПНЛ показал статистически значимую ($p < 0,005$) меньшую продолжительность пункции ЧЛС почек в Г.2Б (ПА), чем в Г.3Б (ТИВЛ).

Сравнение результатов продолжительности пункции Г.1Б (СИВЛ) с Г.2Б (ПА) не выявило статистически значимого различия ($p = 0,032$). Также не было статистически значимого различия ($p = 0,075$) при сравнении результатов продолжительности пункции Г.1Б (СИВЛ) с Г.3Б (ТИВЛ).

Попарный сравнительный анализ количества попыток пункции ЧЛС почек также показал эффективность ПА при ПНЛ. В Г.2Б потребовалось статистически значимое ($p < 0,005$) меньшее количество попыток пункции, чем в Г.3Б (ТИВЛ). Сравнения количества попыток пункции Г.1Б (СИВЛ) с Г.2Б (ПА) и Г.1Б (СИВЛ) с Г.3Б (ТИВЛ) не выявили статистически значимых различий ($p = 0,19$ и $p = 0,02$), соответственно.

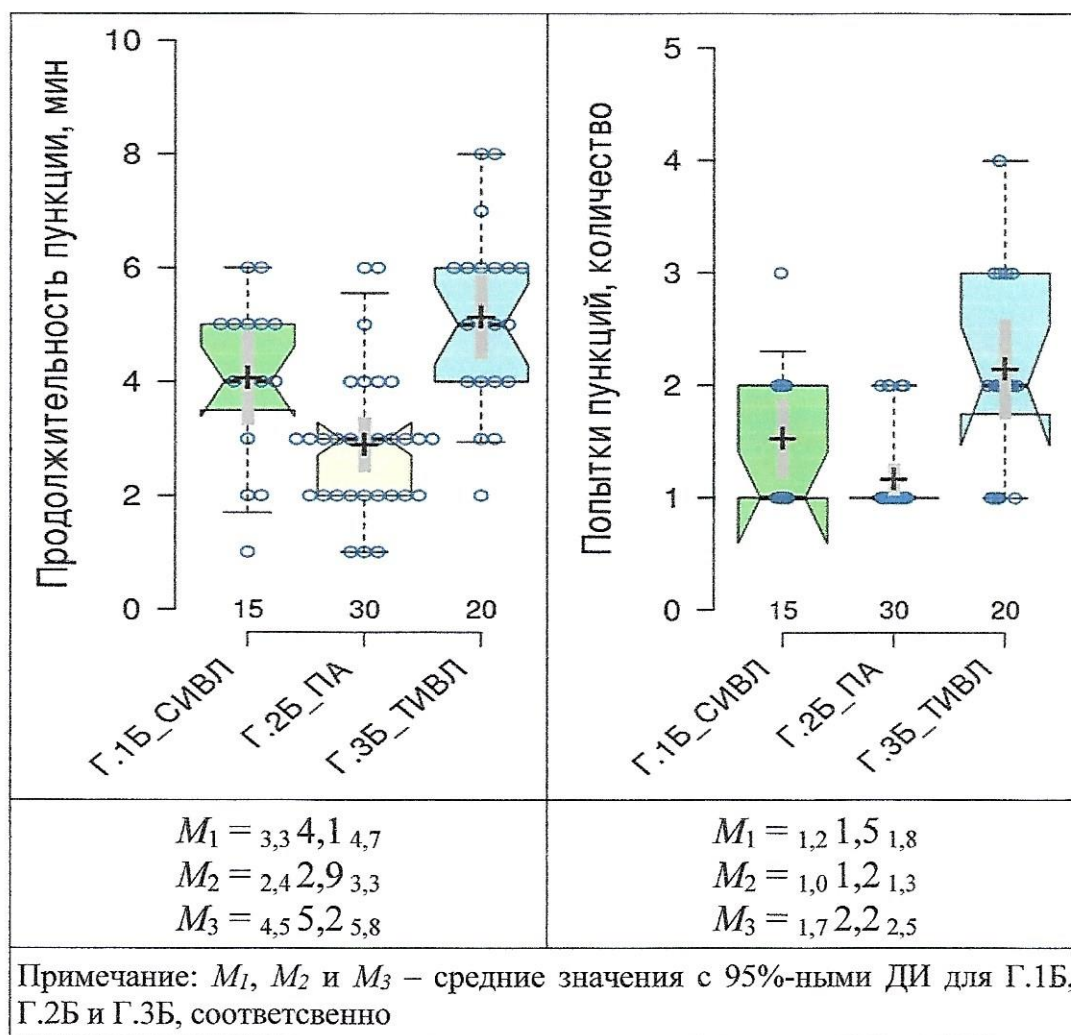


Рисунок 3 – Сравнение продолжительности и попыток пункции ЧЛС почек при ПНЛ в условиях применения различных анестезиологических методик

Сравнительный анализ степени дыхательной подвижности операционного поля и хирургических условий на этапе пункции ЧЛС почек после применения в Г.1Б методики СИВЛ и в Г.2Б методики ПА показал статистически ($p < 0,005$) и клинически (95%-ный ДИ $SES \geq 1,0$) значимую более высокую хирургическую оценку (3,3 3,7 3,9 и 4,7 4,8 4,9) балла, соответственно, чем при ТИВЛ.

В контрольной Г.3Б, в которой на всем протяжении ПНЛ проводилась ТИВЛ, хирургическая оценка до и во время пункции ЧЛС почек статистически значимо ($p > 0,005$) не различалась и составила 1,7 2,1 2,3 и 1,8 2,1 2,3 балла, соответственно.

Попарный сравнительный анализ результатов хирургической оценки на этапе пункции ЧЛС почек при ПНЛ показал статистически значимую ($p < 0,005$) более высокую оценку в Г.2Б (ПА), чем в Г.1Б (СИВЛ) и Г.3Б (ТИВЛ). В свою очередь в Г.1Б (СИВЛ) получили статистически значимую более высокую хирургическую оценку, по сравнению с Г.3Б (ТИВЛ).

ВЫВОДЫ

1. Сочетание катетерной высокочастотной струйной вентиляции и малообъемной искусственной вентиляции легких в условиях герметичного дыхательного контура обеспечивает адекватную респираторную поддержку, сопровождается пермиссивной гипероксемией и стабильной гемодинамикой.

2. Сочетание высокочастотной струйной вентиляции с частотой дыхательных циклов 300 в мин, рабочим давлением 0,4 – 0,5 атм и малообъемной искусственной вентиляции легких с дыхательным объемом 4 мл/кг, частотой дыхания 4 в мин позволяет осуществлять ингаляцию севофлурана в концентрациях поддерживающих достаточную глубину угнетения сознания пациента и улучшает хирургические условия при уретерореноскопии в большей степени, чем при использовании частоты дыхательных циклов 200 в мин и значительно, чем при традиционной искусственной вентиляции легких.

3. Применение периодического апноэ в условиях общей комбинированной анестезии с использованием севофлурана позволяет поддерживать достаточную глубину угнетения сознания пациента, сопровождается умеренной гиперкапнией с респираторным ацидозом.

4. Применение сочетанной искусственной вентиляции легких, позволяет значительно улучшить хирургические условия и тем самым сократить продолжительность дробления и удаления камней почек и верхней трети мочеточников при уретерореноскопии в условиях общей комбинированной анестезии, по сравнению с методикой периодического апноэ и традиционной искусственной вентиляцией легких.

5. Применение периодического апноэ при перкутанной нефролитотомии в условиях общей комбинированной анестезии обеспечивает полную неподвижность операционного поля и тем самым значительно повышает точность и скорость пункционного доступа к камням почек, по сравнению с традиционной искусственной вентиляцией легких и незначительно, по сравнению с сочетанной искусственной вентиляцией легких.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Сочетанную ИВЛ, включающую высокочастотную струйную вентиляцию и малообъемную ИВЛ, рекомендуется применять на этапе дробления и удаления камней почек и верхней трети мочеточников методом гибкой уретерореноскопии в условиях общей комбинированной анестезии с ИВЛ в случае значительной дыхательной подвижности операционного поля.

2. На аппарате ВЧ-ИВЛ заблаговременно следует выставить катетерный режим и настроить параметры высокочастотной струйной вентиляции с частотой дыхательных циклов 300 в мин, I:E 1:3, FiO₂ 50%, РД 0 атм и перевести в режим ожидания (выключить). Заранее подготовленный по длине эндотрахеальной трубки инсuffляционный катетер диаметром 2,0 мм следует ввести через герметичный адаптер коннектора дыхательного контура на 1 – 2 см выше дистального конца эндотрахеальной трубки.

3. Методику анестезиологического обеспечения с сочетанной ИВЛ рекомендуется применять согласно нижеописанной инструкции:

- в условиях традиционной ИВЛ зарегистрировать уровень P_{peak} , увеличить на испарителе подачу севофлурана до 8,0 об% и дожидаться достижения показателей FiSev не менее 7,0 об%;

- трансформировать традиционную ИВЛ в малообъемную ИВЛ путем уменьшения дыхательного объема до 4,0 мл/кг ДМТ и частоты дыхания до 4 в мин, увеличения I:E до 1:3, снизить FiO_2 до 21%, ПСГ оставить на уровне 1,0 л/мин и отключить РЕЕР;

- включить аппарат ВЧ-ИВЛ с установленными параметрами и отрегулировать рабочее давление (0,4 – 0,5 атм) таким образом, чтобы P_{peak} при сочетанной ИВЛ соответствовало исходным показателям при традиционной ИВЛ;

- после выполнения прецизионного этапа операции уменьшить подачу севофлурана на испарителе до исходных концентраций;

- при возобновлении традиционной ИВЛ регистрировать показатели P_{ETCO_2} .

4. Периодическое апноэ следует применять на этапе пункционного доступа к камням чашечно-лоханочной системы почек при перкутанной нефролитотомии в случае неудовлетворительных хирургических условий по следующей методике:

- в условиях традиционной ИВЛ увеличить FiO_2 до 100% и вентилировать пациента в течение 5 мин, не меняя других параметров с исходно подобранными концентрациями севофлурана;

- регулятор предохранительного клапана давления в дыхательном контуре (APL) наркозно-дыхательного аппарата установить на нулевую отметку и остановить ИВЛ путем переключения на ручной режим вентиляции;

- при необходимости указанным способом осуществлять повторные периоды апноэ.

5. Критериями прекращения сочетанной ИВЛ и периодического апноэ являются завершение этапа операции, $\text{SpO}_2 \leq 94\%$, $\text{BIS} \geq 60$, $P_{\text{peak}} \geq 30$ см вод. ст., а также значимые электрокардиографические или гемодинамические нарушения. Повторное применение цикла сочетанной ИВЛ и периодического апноэ рекомендуется только после восстановления исходных показателей газообмена, гемодинамики и глубины наркоза.

6. На этапе освоения анестезиологических методик с сочетанной ИВЛ и периодического апноэ рекомендуется контроль глубины угнетения сознания пациента с помощью BIS-мониторинга, а также контроль газового состава и кислотно-основного состояния артериальной крови.

7. У пациентов с риском развития гипоксемии и осложнений, связанных с гиперкапнией и респираторным ацидозом, при использовании периодического апноэ на этапе пункционного доступа к камням почек при перкутанной нефролитотомии рекомендуется применение сочетанной ИВЛ, включающей высокочастотную струйную вентиляцию, по вышеуказанной инструкции.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

С целью совершенствования анестезиологического обеспечения прецизионности и безопасности малоинвазивных диагностических и лечебных вмешательств на органах грудной клетки, верхнего этажа брюшной полости и забрюшинного пространства целесообразным представляется:

- изучение эффективности применения сочетанной искусственной вентиляции легких и методики периодического апноэ при малоинвазивных вмешательствах по поводу кист, абсцессов, опухолей легких, печени, поджелудочной железы, почек;
- апробация разработанной оценочной шкалы дыхательной подвижности операционного поля при вышеуказанных малоинвазивных хирургических вмешательствах, в том числе в условиях других медицинских центров;
- исследование возможности применения сочетанной искусственной вентиляции легких и методики периодического апноэ в условиях общей комбинированной анестезии с использованием современного ингаляционного анестетика десфлурана;
- оценка осуществления сочетанной искусственной вентиляции легких с использованием других моделей современных наркозно-дыхательных аппаратов и высокочастотных струйных респираторов.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Анестезиологическое обеспечение с применением высокочастотной струйной вентиляции легких и апноэ при ретроградной лазерной нефролитотрипсии и пункции чашечно-лоханочной системы почки при перкутанной нефролитотомии / Н.К. Гаджиев, Л.В. Колотилов, **У.И. Ойболатов**, С.Г. Парванян, С.Б. Петров, Р.Р. Геворкян, Г.Н. Акопян // **Вопросы урологии и андрологии**. — 2018. — Т. 6, № 3. — С. 5–10.

2. Анестезиологическое обеспечение прецизионности трансуретральной контактной нефролитотрипсии с применением высокочастотной струйной вентиляции легких / Л.В. Колотилов, **У.И. Ойболатов**, С.Г. Парванян, Н.К. Гаджиев // **Вестник анестезиологии и реаниматологии**. — 2019. — Т. 16, № 5. — С. 18–23.

3. Reducing kidney motion: optimizing anesthesia and combining respiratory support for retrograde intrarenal surgery: a pilot study / N. Gadzhiev, **U. Oibolatov**, L. Kolotilov, S. Parvanyan, G. Akopyan, S. Petrov, C. Cottone, J. Sung, Z. Okhunov // **BMC Urology**. — 2019. — Vol. 19, № 1. — P. 61.

4. Колотилов, Л.В. Инновационная модификация анестезиологического обеспечения эндоскопических урологических операций / Л.В. Колотилов, **У.И. Ойболатов** // Многопрофильная клиника XXI века. Инновации в медицине — 2017: материалы международного научного конгресса (15–17 июня 2017 года, Санкт-Петербург) / Под общ. ред. проф. С.С. Алексанина. — СПб: Астерион, 2017. — С. 169–170.

5. Колотилов, Л.В. Высокочастотная вентиляция легких как компонент анестезиологического обеспечения для оптимизации эндоскопических литотрипсических операций / Л.В. Колотилов, **У.И. Ойболатов** // VII Беломорский симпозиум: тезисы всероссийской конференции с международным участием. — Архангельск, 2017. — С. 129–131.

6. **Ойболатов, У.И.** Методика анестезиологического обеспечения для оптимизации высокотехнологичных эндоурологических лазерных литотрипсий / **У.И. Ойболатов, Л.В. Колотиллов, С.Г. Парванян** // Никифоровские чтения-2017: передовые отечественные и зарубежные медицинские технологии: материалы научно-практической конференции молодых ученых и специалистов с международным участием / под ред. С.С. Алексанина; сост. П.К. Котенко. — СПб, 2017. — С. 72–75.
7. Колотиллов, Л.В. Высокочастотная струйная вентиляция легких как компонент анестезиологического обеспечения для оптимизации эндоурологических литотрипсий / Л.В. Колотиллов, **У.И. Ойболатов** // Экстренная медицина. — 2017. — Т. 6, № 3. — С. 318–319.
8. **Ойболатов, У.И.** Адаптивная респираторная поддержка для оптимизации эндоурологических литотрипсий / **У.И. Ойболатов, Л.В. Колотиллов** // Материалы II Съезда анестезиологов-реаниматологов Северо-Запада России с участием медицинских сестер-анестезистов // Экстренная медицина. — 2017. — Т. 6, № 3. — С. 320–321.
9. **Ойболатов, У.И.** Высокочастотная струйная вентиляция легких для обеспечения эндоурологических литотрипсий под общей комбинированной анестезией / **У.И. Ойболатов, Л.В. Колотиллов, С.Г. Парванян** // Никифоровские чтения — 2018: передовые медицинские технологии: материалы научно-практической конференции молодых ученых и специалистов / под ред. проф. С.С. Алексанина. — СПб, 2018. — С. 97–99.
10. Высокочастотная струйная вентиляция легких в анестезиологическом обеспечении нефроуретеролитотрипсии / **У.И. Ойболатов, Л.В. Колотиллов, С.Г. Парванян, Д.А. Шелухин** // XVII Съезд Общероссийской общественной организации «Федерация анестезиологов и реаниматологов», Санкт-Петербург, 28–30 сентября 2018 г.: материалы съезда. — СПб.: Человек и его здоровье, 2018. — С. 156–157.
11. **Ойболатов, У.И.** Особенности анестезиологического обеспечения этапов эндоскопических вмешательств при хирургическом лечении мочекаменной болезни / **У.И. Ойболатов, Л.В. Колотиллов, С.Г. Парванян** // Многопрофильная клиника XXI века. Инновации в медицине — 2019: Материалы международного научного конгресса / под ред. проф. Алексанина С.С. — СПб, 2019. — С. 232–234.
12. Optimized anesthesia protocol for dusting retrograde intrarenal surgery: a pilot study / N. Gadzhiev, **U. Oibolatov**, L. Kolotilov, S. Parvanyan, G. Akopyan, S. Petrov, C. Cottone, Z. Okhunov // European Urology Supplements. — 2019. — Vol. 18, Issue 7. — P. e2865.
13. **Ойболатов, У.И.** Применение высокочастотной струйной вентиляции легких при анестезиологическом обеспечении ретроградной нефролитотрипсии / **У.И. Ойболатов, Л.В. Колотиллов, С.Г. Парванян** // XVIII Съезд Федерации анестезиологов и реаниматологов. Форум анестезиологов и реаниматологов России (ФАРР-2019): материалы форума. — СПб, 2019. — С. 215–216.
14. **Ойболатов, У.И.** Особенности анестезиологического обеспечения перкутанной нефролитотомии / **У.И. Ойболатов, Л.В. Колотиллов, С.Г. Парванян** // Многопрофильная клиника XXI века. Инновации в медицине: материалы международного научного конгресса / под ред. проф. Алексанина С.С. — СПб, 2020. — С. 203–205.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АД	артериальное давление
ВЧСВ	высокочастотная струйная вентиляция легких
ДМТ	должная (идеальная) масса тела
ДО	дыхательный объем
КОС	кислотно-основное состояние
ИВЛ	искусственная вентиляция легких
ИМТ	индекс массы тела
МИВЛ	малообъемная искусственная вентиляция легких
ОКА	общая комбинированная анестезия
ПА	периодическое апноэ
ПНЛ	перкутанная нефролитотомия
РД	рабочее давление аппарата для струйной вентиляции легких
СИВЛ	сочетанная искусственная вентиляция легких
ТИВЛ	традиционная искусственная вентиляция легких
УРС	уретерореноскопия с литотрипсией и литоэкстракцией
ЧД	частота дыхания в 1 мин
ЧДЦ	частота дыхательных циклов в 1 мин
ASA	американское общество анестезиологов
BE	избыток/дефицит оснований
BIS	биспектральный индекс
EtSev	концентрация севофлурана в конце выдоха
FiO ₂	фракция кислорода в инспираторном газе
FiSev	фракция севофлурана в инспираторном газе
I:E	отношение времени вдоха к времени выдоха
MAC	минимальная альвеолярная концентрация анестетика
PaCO ₂	парциальное давление углекислого газа в артериальной крови
PaO ₂	парциальное давление кислорода в артериальной крови
PEEP	положительное давление в конце выдоха
P _{ET} CO ₂	парциальное давление углекислого газа в конце выдоха
pH	условное обозначение концентрации водородных ионов
P _{mean}	среднее давление в дыхательных путях
P _{peak}	пиковое давление в дыхательных путях
SpO ₂	насыщение оксигемоглобина кислородом измеренное пульсоксиметром