

**Пшеничный  
Тимофей Андреевич**

**Выбор режима искусственной вентиляции лёгких  
у кардиохирургических пациентов,  
оперируемых в условиях искусственного кровообращения**

**14.01.20 – анестезиология и реаниматология**

**АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук**

**Москва 2019**

Работа выполнена в ФГАОУ ВО Первый Московский Государственный Медицинский Университет имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский университет)

**Научный руководитель:**

доктор медицинских наук

**Аксельрод Борис Альбертович**

**Официальные оппоненты:**

**Козлов Игорь Александрович** – доктор медицинских наук, профессор, ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского», факультет усовершенствования врачей, кафедры анестезиологии и реаниматологии, профессор кафедры

**Рыбка Михаил Михайлович** – доктор медицинских наук, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии имени А.Н. Бакулева» Министерства здравоохранения Российской Федерации, отделение анестезиологии и реанимации, заведующий отделением

**Ведущая организация:**

ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита состоится «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г. в \_\_\_\_\_ часов на заседании Диссертационного Совета Д 208.040.11 при ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) по адресу: 119991, Москва, ул. Б. Пироговская, дом 2, стр.1

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной научной медицинской библиотеке ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) по адресу: 119034, г. Москва, ул. Зубовский бульвар, д. 37/1, и на сайте организации: <http://sechenov.ru/>

Автореферат разослан «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

Ученый секретарь Диссертационного Совета

доктор медицинских наук

**Тельпухов Владимир Иванович**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность исследования.** Современные достижения в хирургии и анестезиологии позволяют выполнять большое разнообразие кардиохирургических (КХ) операций в условиях искусственного кровообращения (ИК). Актуальной проблемой кардиоанестезиологии остается периоперационное повреждение лёгких и профилактика связанных с ним интра - и послеоперационных легочных осложнений (ПЛО). Ранняя дыхательная недостаточность (ДН) после КХ операций может возникать у 8,1 – 15 % пациентов (Faker A.A., 2013; Rahmanian P.V. et al., 2013). Самым ранним проявлением ДН после операций с ИК может быть нарушение оксигенирующей функции лёгких (НОФЛ) (Дементьева И.И. и соавт., 2004). Во время операции с ИК НОФЛ возникает у 20% пациентов (Козлов И. А., Романов А. А., 2007). Частота острого респираторного дистресс-синдрома после КХ операций может составлять менее 1%, однако летальность при этом достигает 40,5% (Kogan A., Preisman S., Levin S., 2014). До 22,7 % пациентов по разным причинам могут нуждаться в продлённой ИВЛ (Trouille J., 2009), что увеличивает риск неблагоприятного исхода лечения. Госпитальная летальность вследствие ПЛО может достигать 18,5% (Rahmanian P.V. et al., 2013).

Мер интраоперационной профилактики и лечения этих осложнений в арсенале анестезиолога существует достаточно много, но эффективность и патофизиологическая обоснованность их применения продолжает обсуждаться. Для профилактики респираторного дистресс-синдрома взрослых (ОРДС) у КХ пациентов предлагается применять комплекс мер, включающий предоперационную побудительную спирометрию и маневр мобилизации альвеол (ММА) по показаниям (Козлов И.А. и соавт., 2009). В настоящей работе предлагается использовать защитную искусственную вентиляцию лёгких (ЗВЛ) в качестве метода профилактики НОФЛ и ПЛО во время анестезиологического обеспечения КХ операций. До настоящего времени выполнено большое количество экспериментальных и клинических исследований по сравнению режимов ИВЛ, однако защитный режим до сих пор не вошёл в практику кардиоанестезиологии.

Традиционные «стереотипы» препятствует внедрению ЗВЛ в практику анестезиологического обеспечения КХ операций. Нередко анестезиологи выбирают управление по объёму, устанавливают большой дыхательный объём (ДО) и малый или нулевой уровень положительного давления в конце выдоха (ПДКВ). Появление новых данных невозможно без разработки информативных и точных средств мониторинга функции лёгких и способов биохимической и молекулярной диагностики их повреждения. Технологический прогресс привел к появлению нового средства неинвазивного мониторинга вентиляции лёгких – электроимпедансной томографии лёгких (ЭИТЛ). В основном, ЭИТЛ применяется в интенсивной терапии для оптимизации респираторной поддержки пациентов с ДН, в том числе

и при ОРДС. Публикаций по применению ЭИТЛ в операционной крайне мало. В качестве средства диагностики повреждения лёгких целесообразно изучение биомаркеров воспаления лёгких, которое имеет место при ВИПЛ и усугубляется под действием ИК и других факторов. Существует опыт применения профилактической интраоперационной фибротрехеобронхоскопии (ФТБС) как метода защиты лёгких при высоком риске развития НОФЛ и ПЛО (Айрапетян А. М., 1996), однако в практике интраоперационного ведения КХ больных метод ФТБС широко не применяется. Эти факты свидетельствуют об актуальности проблемы и послужили стимулом для проведения исследования по сравнению традиционной и ЗВЛ у КХ пациентов при операциях с ИК.

### **Цель исследования**

Изучить влияние традиционного и защитного режима искусственной вентиляции на функцию лёгких во время операции и в ближайшем послеоперационном периоде у плановых кардиохирургических больных, оперируемых в условиях ИК.

### **Задачи исследования**

1. Создать систему предоперационной стратификации риска интраоперационного нарушения оксигенирующей функции лёгких и послеоперационных лёгочных осложнений.
2. Разработать протокол защитной ИВЛ и тактику выбора режима интраоперационной ИВЛ у КХ больных.
3. Оценить эффективность и безопасность защитной ИВЛ с помощью электроимпедансной томографии лёгких
4. Определить показания к профилактической интраоперационной фибротрехеобронхоскопии у кардиохирургических больных и оценить ее безопасность и эффективность
5. Сравнить влияние традиционной и защитной ИВЛ на биомаркеры системного и локального воспалительного ответа лёгких
6. Проанализировать особенности ближайшего послеоперационного периода в ОРИТ в зависимости от режимов интраоперационной ИВЛ.

### **Научная новизна**

Проведено комплексное сравнительное исследование защитного и традиционного режима ИВЛ во время плановых ОКШ в условиях ИК. Впервые в условиях операционной использована новое неинвазивное средство мониторинга вентиляции лёгких - электроимпедансная томография лёгких. Изучено влияние ряда факторов на глобальную и регионарную вентилируемость лёгких: положение тела, седация, масочная вентиляция, режимы ИВЛ и уровень ПДКВ, процедура ФТБС. Показана возможность оптимизации режима защитной ИВЛ с помощью ЭИТЛ. Подтверждена необходимость профилактической

интраоперационной ФТБС у пациентов с высоким риском развития ПЛО на фоне нарушения МЦТ. Впервые проведено исследование про- и противовоспалительных интрелейкинов в смывах бронхоальвеолярного лаважа и сыворотке крови для сравнения эффективности и безопасности предложенных режимов интраоперационной ИВЛ у КХ больных.

#### **Практическая значимость**

1. Разработана и внедрена в клиническую практику система стратификации риска развития интраоперационного нарушения оксигенирующей функции лёгких и послеоперационных лёгочных осложнений и стратегия выбора режима интраоперационной ИВЛ во время плановых операций коронарного шунтирования в условиях искусственного кровообращения.

2. Создан эффективный протокол интраоперационной защитной ИВЛ, который используется в практической работе отделения анестезиологии и реанимации II ФГБНУ «Российский научный центр хирургии им. акад. Б.В. Петровского»

3. В анестезиологическое обеспечение кардиохирургических операций внедрена электроимпедансная томография лёгких для мониторинга вентилируемости и подбора параметров ИВЛ

4. Успешный опыт применения защитной ИВЛ во время операций реваскуляризации миокарда может быть использован при других сердечно-сосудистых операциях.

#### **Основные положения, выносимые на защиту**

1. При выборе режима интраоперационной ИВЛ у кардиохирургических пациентов следует учитывать риск периоперационных лёгочных осложнений.

2. Защитная ИВЛ – это простой, эффективный и безопасный метод профилактики НОФЛ и ПЛО при выполнении плановых операций реваскуляризации миокарда в условиях ИК

3. Электроимпедансную томографию лёгких нужно использовать в научно-исследовательских целях, для оптимизации режима ИВЛ и ПДКВ у пациентов с высоким риском лёгочных осложнений и для контроля его эффективности в начале и в конце кардиохирургических операций.

4. Профилактическая (санационная) интраоперационная фибротрехеобронхоскопия уменьшает вероятность появления лёгочных осложнений у пациентов с ХОБЛ, длительным стажем курения и другими состояниями, которые негативно влияют на мукоцилиарный транспорт.

5. При проведении защитной ИВЛ у пациентов с высоким риском НОФЛ и ПЛО выраженность локального воспалительного ответа лёгких уменьшается по сравнению с традиционной ИВЛ.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Для получения результатов автор использовал критический анализ и обобщение данных специальной литературы, ретро - и проспективный анализ клинических и лабораторно-инструментальных данных, достоверность которых подтверждена методами медицинской статистики, а также двухэтапную группировку пациентов. Опыт применения защитной искусственной вентиляции позволил внедрить ее практическую работу отделения анестезиологии и реанимации II ФГБНУ «РНЦХ» имени акад. Б.В. Петровского. Результаты и основные положения работы доложены на Немецком анестезиологическом конгрессе (2015 г.); V Международном конгрессе «Актуальные направления современной кардиоторакальной хирургии» (2015 г.); III Научно-практической конференции «Современные стандарты в кардиоанестезиологии. От науки к практике» (2015 г.); Всероссийской конференции с международным участием «Шестой Беломорский симпозиум» (2015 г.); VI Международной конференции «Проблема безопасности в анестезиологии», (2015 г.); XVII Всероссийской конференции с международным участием «Жизнеобеспечение при критических состояниях» и ежегодной конференции молодых ученых «Современные методы диагностики и лечения в реаниматологии» (2015 г.), XVIII (выездной) сессии Московского научного общества анестезиологов и реаниматологов (2017 г.). Апробация работы состоялась на совместном заседании кафедры анестезиологии и реаниматологии Первого МГМУ имени И.М. Сеченова и отдела анестезиологии и реанимации ФГБНУ «РНЦХ имени акад. Б.В. Петровского».

### **Публикации**

По теме диссертации опубликовано 3 публикации в журналах рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки РФ.

### **Соответствие диссертации паспорту научной специальности**

Диссертация соответствует паспорту специальности 14.01.20 – анестезиология и реаниматология и области исследования п.2 – Изучение синдромов критических состояний организма и внедрение в клиническую практику новых методов искусственной вентиляции лёгких, искусственного кровообращения, экстракорпоральной детоксикации, гипербарической оксигенации.

### **Личное участие автора в получении результатов**

Автором проведен анализ литературы по проблеме выбора режима искусственной вентиляции лёгких у КХ больных, осуществлялось анестезиологическое обеспечение операций у пациентов, включенных в проспективную фазу, выполнен, сбор и анализ ретроспективных клинических данных, обеспечение отбора проб крови и БАЛ для исследования интерлейкинов. С помощью ЭИТЛ автор проводил оценку факторов, влияющие на изменение вентилируемости лёгких, и оптимизацию защитного режима ИВЛ в условиях операционной. Выполнена

статистическая обработка результатов, осуществлено написание и оформление диссертационной работы.

### **Объем и структура диссертации**

Диссертация написана и оформлена в виде рукописи в соответствии с национальным государственным стандартом РФ ГОСТ Р 7.0.11— 2011 и включает введение, три главы, заключение, выводы, практические рекомендации и список литературы. Работа изложена на 126 страницах и содержит 13 таблиц, 3 схемы и 23 рисунка. Библиографический указатель включает 133 источника литературы, из них 21 отечественных и 112 зарубежных.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Методология и методы исследования.**

Одноцентровое сравнительное клиническое исследование проводилось на кафедре анестезиологии и реаниматологии ФГАОУ ВО ПМГМУ (далее - ПМГМУ) и в отделении анестезиологии и реанимации II ФГБНУ «Российский Научный Центр Хирургии имени акад. Б.В. Петровского» в период с 2014 по 2017 год. В **критерии включения** вошли: наличие подписанного информированного добровольного согласия на участие в исследовании; возраст - 18 - 70 лет, первичные плановые операции коронарного шунтирования (ОКШ) на работающем сердце в условиях ИК, отсутствие выраженного снижения глобальной систолической функции ЛЖ (ФИ ЛЖ > 45%). **Дооперационные критерии исключения:** ОНМК или ИМ за последние 6 месяцев, декомпенсация сахарного диабета, тяжелые нарушения ритма сердца, а также торакальные или абдоминальные операции, злокачественные новообразования, аутоиммунные и аутовоспалительные заболевания в анамнезе. К **интраоперационным критериям исключения** относились: необходимость в наложении зажима на аорту и проведения кардиopleгии, выраженная нестабильность гемодинамики после основного этапа, синдром малого сердечного выброса после основного этапа, необходимость в проведении одноплеменной ИВЛ, реакции гиперчувствительности немедленного типа, массивная кровопотеря, хирургические осложнения.

**Ретроспективная фаза исследования.** Для создания системы предоперационной стратификации риска НОФЛ и ПЛО было проанализировано 80 историй болезней пациентов, перенесших плановые ОКШ на работающем сердце с ИК. В целях уменьшения влияния хирургических факторов на функцию лёгких были внесены дополнительные критерии исключения: длительность операции более 4 часов, длительность ИК более 90 минут, вскрытие и дренирование плевральной полости. Проведен поиск и анализ следующих факторов риска: ожирение; курение; хроническое обструктивное (БА, ХОБЛ) или рестриктивное заболевание лёгких;  $ОФВ_1 < 80\%$ ; хроническое затруднение носового дыхания; СОАГС; рентгенологические

признаки застоя жидкости в малом круге кровообращения или пневмосклероза на фоне эмфиземы, или бронхоэктазов, или хронического бронхита; SpO<sub>2</sub> на спонтанном дыхании менее 94%.

**Перспективная фаза исследования.** В проспективной фазе обследовано 245 пациентов и 10 здоровых добровольцев. В ходе работы было проведено четыре отдельных исследования: одно – в предоперационном периоде и три – в интраоперационном (рисунок 1).

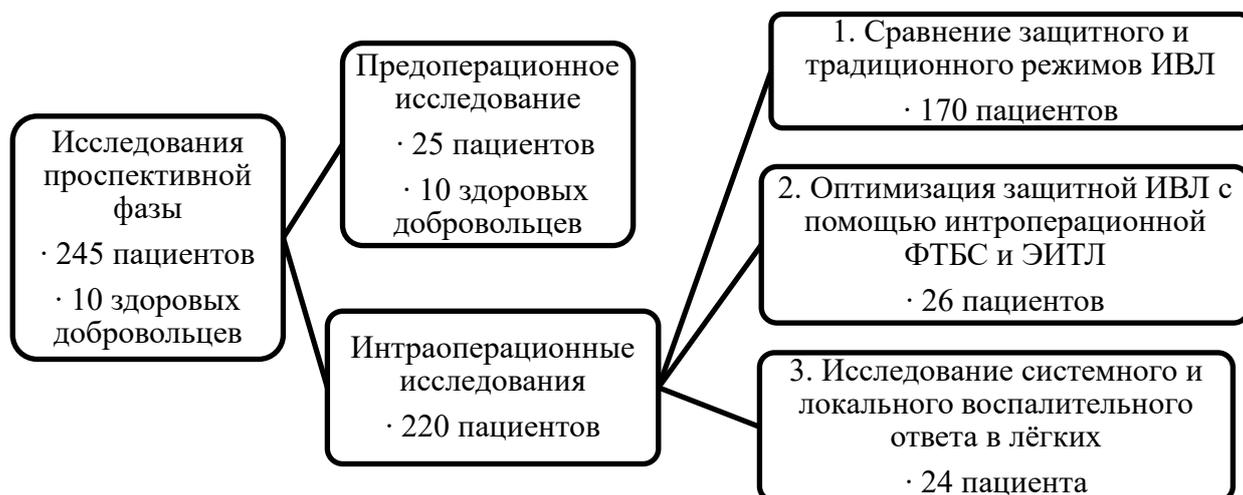


Рисунок 1 – Исследования проспективной фазы и количество участников

В предоперационном исследовании для оценки глобальной и регионарной вентилируемости лёгких и измерения ДО во время самостоятельного дыхания, глубоких вдохов и при смене положения тела на горизонтальное использовался электроимпедансный томограф PulmoVista 500 (Dräger, Германия) и побудительный спирометр Coach2 (DHD Healthcare, США). Сравнивались показатели между пациентами и здоровыми добровольцами.

Для сравнения режимов ИВЛ было обследовано 170 пациентов, которых сначала распределяли в группы риска НОФЛ и ПЛО, потом случайным образом им назначалась защитная (ЗВЛ) или традиционная (ТВЛ) ИВЛ (таблица 1). В итоге было создано 4 группы (рисунок 2).

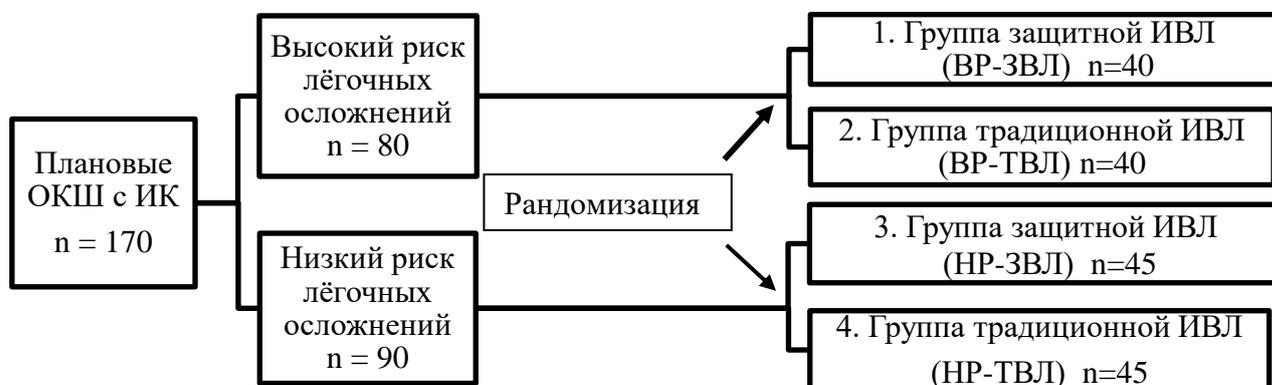


Рисунок 2 – Распределение пациентов в группы для интраоперационного сравнения режимов искусственной вентиляции лёгких

Таблица 1 - Характеристика режимов ИВЛ

Параметр	Традиционная ИВЛ	Защитная ИВЛ
Управление	По объёму	По давлению
Дыхательный объём, мл/кг	9 – 10	6 – 8
Частота вдохов	По достижению EtCO <sub>2</sub> – 35 - 42 мм рт. ст.	
Соотношение вдоха к выдоху	1:2; не меняется	1:1,5-1:1; меняется
ПВД, см вод.ст.	Нет ограничения	Не более 20 .
ПДКВ, см вод.ст.	0 – 4	5 – 10
FiO <sub>2</sub> при ИВЛ, %	70 – 80	45 – 60
Преоксигенация: FiO <sub>2</sub> ; газоток	100%; 10 л/мин	70%; 10 л/мин
ИВЛ во время ИК	Постоянное давление 5 см вод.ст.	ДО 4 мл/кг; ПДКВ 5 см вод.ст.
Манёвр открытия альвеол	Не выполняется	Выполняется

В качестве критериев сравнения были определены пиковое инспираторное давление (ПВД), ПДКВ, динамическая торакопульмональная податливость (ДТП), соотношение PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> (соотношение P<sub>a</sub>O<sub>2</sub>/F<sub>i</sub>O<sub>2</sub>) и расчетная фракция внутрилёгочного шунтирования (ФВШ), ЧСС, систолическое и среднее АД, ЦВД. Сравнение проводилась в исходе (15 минут после начала ИВЛ), перед основным этапом (перед гепаринизацией) и после основного этапа (15 минут после нейтрализации гепарина) между группами 1 и 2 и между группами 3 и 4. В послеоперационном периоде оценивалась длительность ИВЛ и пребывания в ОРИТ, а также частота НОФЛ (соотношение P<sub>a</sub>O<sub>2</sub>/F<sub>i</sub>O<sub>2</sub><250), ателектазов, пневмоний и пневмотораксов, обострений ХОБЛ.

Для оптимизации ЗВЛ у пациентов с ВР НОФЛ и ПЛЮ было отдельно обследовано 26 пациентов. Факторами ВР были: ХОБЛ и/или, многолетний стаж курения, и/или неэффективный кашель и эвакуация мокроты. Всем пациентам проводилась ЗВЛ, а накануне операции, при поступлении в операционную, во время вводной анестезии, до начала и после окончания операции была проведена ЭИТЛ. У 15 пациентов (группа ЭИТЛ + ФТБС) подбор параметров ИВЛ во время операции осуществлялся по данным ЭИТЛ и дважды (после интубации трахеи и после основного этапа) выполнялась профилактическая интраоперационная ФТБС. В группе сравнения (n=11) подбор параметров ИВЛ происходил по усмотрению анестезиолога и ФТБС не выполнялась. Посредством ЭИТЛ оценивалась глобальная, регионарная вентилируемость и их изменение в зависимости от положения тела, седации и масочной вентиляции, режимов ИВЛ и уровней ПДКВ. При подборе целевого ДО и ПДКВ и после него оценивалась эффективность и безопасность ЗВЛ. С помощью ФТБС определялось количество и характер отделяемого, а также состояние слизистой трахео-бронхиального дерева. Также оценивалось влияние ФТБС на биомеханику дыхания, вентилируемость и газообмен в лёгких, на частоту НОФЛ и послеоперационных ателектазов.

Исследование маркеров воспалительного ответа. Обследовано 24 пациента с ВР НОФЛ и ПЛО, которые были распределены в группы ТВЛ и ЗВЛ. В качестве биомаркеров воспаления выбраны провоспалительные интерлейкины (ИЛ) 6, ИЛ-8 и противовоспалительный ИЛ-10. Локальный воспалительный ответ из лёгких оценивался по динамике интерлейкинов и их соотношении в смывах бронхо-альвеолярного лаважа (БАЛ), а системный ответ - в центральной венозной крови. Оценку проводили на тех же этапах, что и при рутинном сравнении.

### Статистическая обработка

Для статистического анализа использовались параметрический однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) и непараметрические критерии  $\chi^2$ , U-критерий Манна-Уитни, критерий Вилкоксона, критерии множественного сравнения (Фридмана).

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

**Ретроспективный этап.** В предоперационном обследовании факторы риска НОФЛ и ПЛО обнаружены у 70%(56 из 80) пациентов. В зависимости от выраженности и количества факторов риска было сформировано четыре категории пациентов: 1) отсутствие факторов риска; 2) наличие одного из факторов с незначительной выраженностью: ХОБЛ-1, рестриктивные заболевания лёгких с ДН 1 степени, ожирение 1 степени, ИКЧ < 10 пачка-лет, СОАГС лёгкой степени, незначительное нарушение носового дыхания, ОФВ<sub>1</sub>80 - 70 %; 3) наличие одного из факторов со значительной выраженностью: ХОБЛ-2, ХОБЛ-3, рестриктивные заболевания лёгких с ДН 2 степени, ожирение 2-3 степени, ИКЧ > 10 пачка-лет, СОАГС умеренной степени, значительное нарушение носового дыхания, ОФВ<sub>1</sub> 69 – 50, SpO<sub>2</sub>< 94%; 4) наличие более одного фактора риска. Распределение пациентов в категории риска показано на рисунке 3. Пациентов 3 и 4 категории было решено расценивать как обладателей ВР НОФЛ и ПЛО, 1 и 2 категории – как обладателей НР.

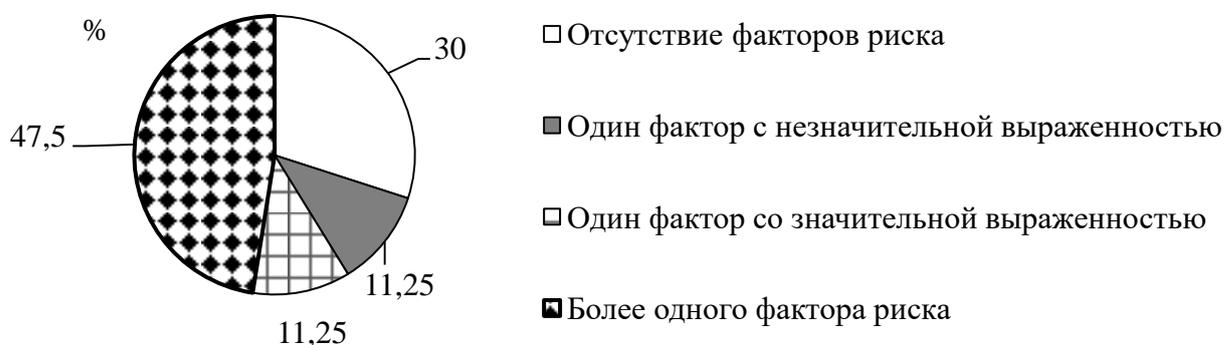


Рисунок 3 – Распределение пациентов по категориям выраженности факторов риска

У 41,25% пациентов был НР, 58,75% - ВР. В группе ВР обнаружена тенденция к увеличению длительности ИВЛ в ОРИТ ( $8,6 \pm 2,1$  ч против  $7,8 \pm 3,3$  ч в группе НР,  $p=0,07$ ). Длительность пребывания в ОРИТ не отличалась. ПЛО в группе НР возникали реже (9,19% против 29,8% в группе ВР,  $p=0,0004$ ). Чаще встречались НОФЛ и обострения ХОБЛ (табл. 2).

Таблица 2 – Ретроспективный анализ послеоперационных лёгочных осложнений

Осложнение	Группа низкого риска лёгочных осложнений n = 33	Группа высокого риска лёгочных осложнений n = 47	P
Есть осложнения	9,1%	29,8%	<b>0,0004</b>
НОФЛ	3,03%	14,89%	<b>0,0058</b>
Ателектазы	3,03%	6,38%	0,42
Пневмония	0%	2,12%	0,42
Обострение ХОБЛ	0%	6,38%	<b>0,025</b>
Пневмоторакс	3,03%	0%	0,2

Эти результаты послужили основанием для использования такой системы стратификации риска в проспективной фазе исследования.

**Проспективный этап. Предоперационное исследование.** Глобальная вентилируемость лёгких в положении на спине реже снижалась у добровольцев (20% против 58% у пациентов;  $p < 0,05$ ). Объём глубокого вдоха у добровольцев в положении стоя был больше, чем у пациентов в положении сидя ( $3890 \pm 200$  мл против  $3322 \pm 180$  мл;  $p = 0,035$ ). Объём глубокого вдоха у добровольцев в положении лёжа на спине в среднем составил 3680 мл, тогда как у пациентов – 2889 мл ( $p = 0,029$ ).

**Сравнение режимов ИВЛ.** Между группами ВР обнаружены отличия по ПИД, ПДКВ и динамической торакопультмональной податливости (ДТП). На всех этапах наблюдения ПИД в группе ВР-ЗВЛ было меньше, чем в группе ВР-ТВЛ. После основного этапа операции обнаружен рост ПИД в группе ВР-ТВЛ по сравнению с группой ВР-ЗВЛ (рисунок 4.).

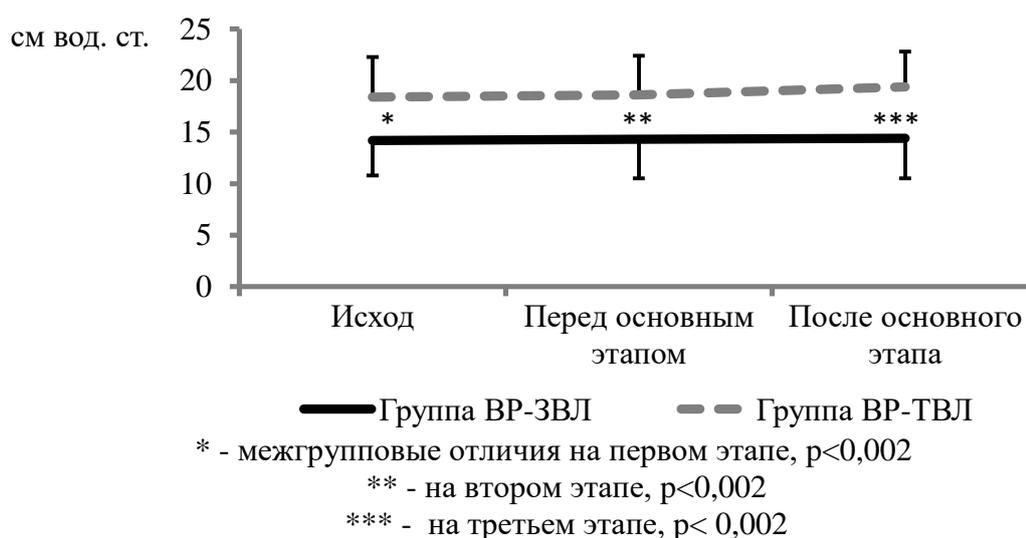


Рисунок 4 - Пиковое инспираторное давление в группах высокого риска лёгочных осложнений

В исходе ПИД в группе ВР-ЗВЛ было на уровне  $13,9 \pm 3,8$  см вод.ст. и было ниже чем в группе ВР-ТВЛ ( $p = 0,059$ ). После основного этапа в группе ВР-ЗВЛ ПИД было на уровне  $14,4 \pm 3,3$  см вод.ст., что на  $4,1$  см вод. ст. меньше чем, в группе ТВЛ ( $p = 0,042$ ) (рисунок 5).

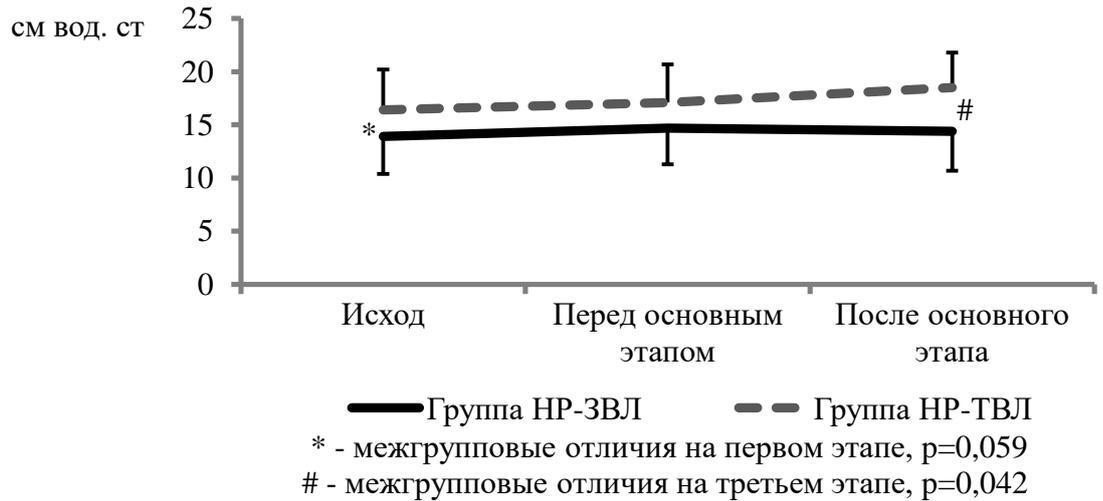


Рисунок 5 - Пиковое инспираторное давление в группах низкого риска лёгочных осложнений

Уровень ПДКВ был выше на всех этапах наблюдения в группе ВР-ЗВЛ (рисунок 6).

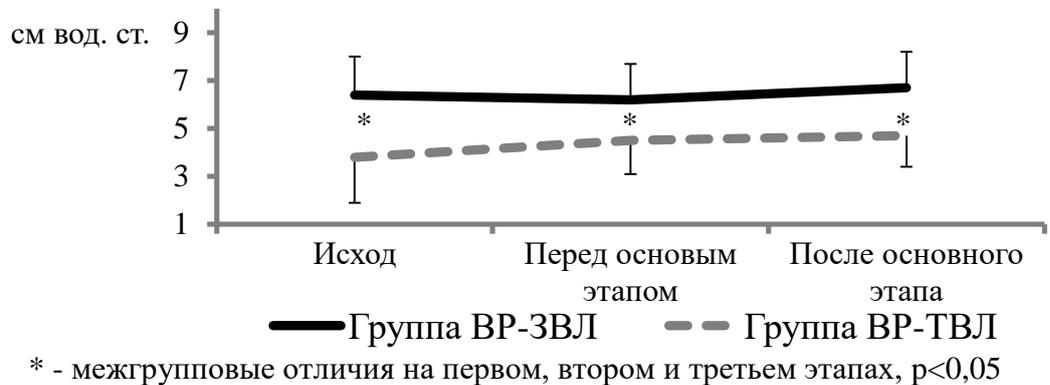


Рисунок 6 - Уровень ПДКВ в группах высокого риска лёгочных осложнений

ПДКВ в группе НР-ЗВЛ было выше, чем в группе НР-ТВЛ, но достоверное различие обнаружилось только после окончания основного этапа (рисунок 7). В группе НР-ЗВЛ ПДКВ составило  $5,9 \pm 1,1$  см вод.ст., что на 1,4 см вод.ст. больше чем при ТВЛ ( $p= 0,042$ ).

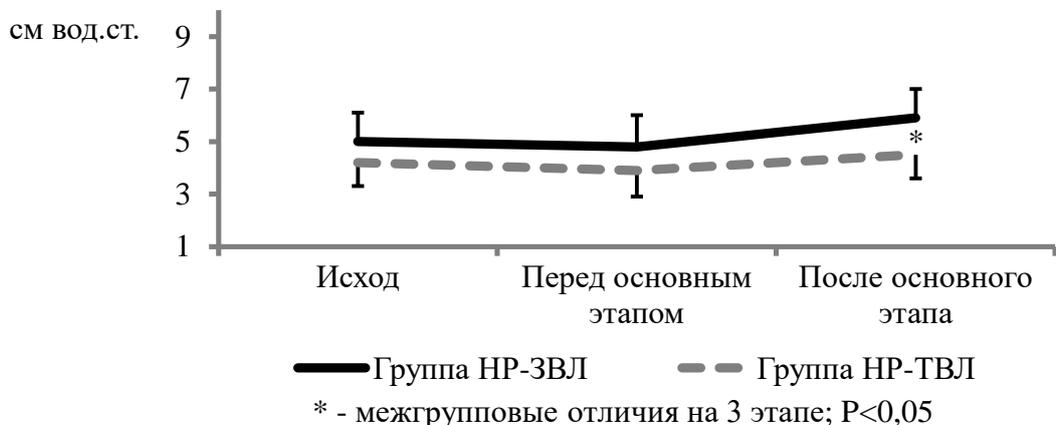


Рисунок 7 - Уровень ПДКВ в группах низкого риска лёгочных осложнений

ДТП на всех этапах наблюдения была значительно выше в группе ВР-ЗВЛ, чем в группе ВР-ТВЛ (рисунок 8). Между группами НР не обнаружено явных отличий в ДТП (рисунок 9).



Рисунок 8 - Динамическая торакопульмональная податливость в группах высокого риска лёгочных осложнений

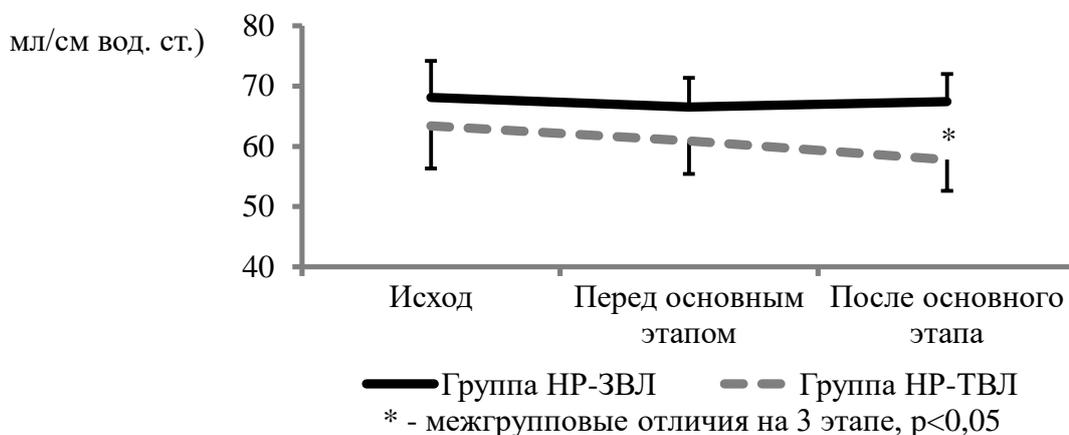


Рисунок 9 - Динамическая торакопульмональная податливость в группах низкого риска лёгочных осложнений

В исходе соотношение  $P_aO_2/F_iO_2$  между группами ВР не различалось. Однако перед и после основного этапа операции показатель был выше в группе ВР-ЗВЛ (таблица 3). Кроме того, отмечалась тенденция к росту соотношения  $P_aO_2/F_iO_2$  относительно исходного значения в группе ВР-ЗВЛ ( $393 \pm 91$  против  $362 \pm 71$ ;  $p=0,08$ );

Таблица 3 - Соотношение  $P_aO_2/F_iO_2$  в группах высокого риска лёгочных осложнений

Этапы	Группа ВР-ЗВЛ	Группа ВР-ТВЛ	p
Исход	$350 \pm 70$	$331 \pm 90$	0,076
Перед основным этапом	$362 \pm 71$	$322 \pm 84$	<b>0,043</b>
После основного этапа	$393 \pm 91$	$321 \pm 87$	<b>0,02</b>

В исходе, до и после основного этапа доля пациентов с соотношением  $P_aO_2/F_iO_2 > 300$  в группах ВР-ЗВЛ и ВР-ТВЛ соответственно составила 84,4% и 95,5%, 91,1% и 88,2%, 86,6% и 82%. В исходе доля была ниже в группе ВР-ЗВЛ ( $p < 0,05$ ), однако до и после основного этапа – больше в группе ВР-ЗВЛ ( $p < 0,05$ ).

У пациентов с НР соотношение  $P_aO_2/F_iO_2$  в исходе не отличалось ( $p > 0,05$ ). Перед основным этапом был рост  $P/F$  до  $455 \pm 82$  в группе НР-ЗВЛ и снижение до  $415 \pm 86$  в группе

ТВЛ; при значимой разнице между группами ( $p=0,049$ ) показатель был в пределах нормальных значений. В группе НР-ЗВЛ после основного этапа соотношение  $PaO_2/FiO_2$  уменьшилось до  $409 \pm 96$ ; в группе НР-ТВЛ - до  $405 \pm 94$ ; показатели были в пределах нормальных значений и между группами различий не было ( $p>0,05$ ). В группах НР не было значительных этапных изменений.

В группе ВР-ЗВЛ расчетная ФВШ в исходе, перед и после основного этапа соответственно составила  $12,27 \pm 4,8\%$ ,  $8,13 \pm 4,4\%$  и  $8,24 \pm 3,41\%$ , в группе ВР-ТВЛ –  $12,4 \pm 5,3\%$ ,  $11,96 \pm 2,39\%$  и  $12,97 \pm 3,85\%$ . В группе ВР-ЗВЛ отмечено снижение ФВШ с  $12,27 \pm 4,8\%$  до  $8,13 \pm 4,4\%$  перед основным этапом ( $p=0,051$ ) (рисунок 10). До и после основного этапа операции шунтирование было ниже в группе ВР-ЗВЛ, чем в группе ВР-ТВЛ ( $p=0,051$ ).

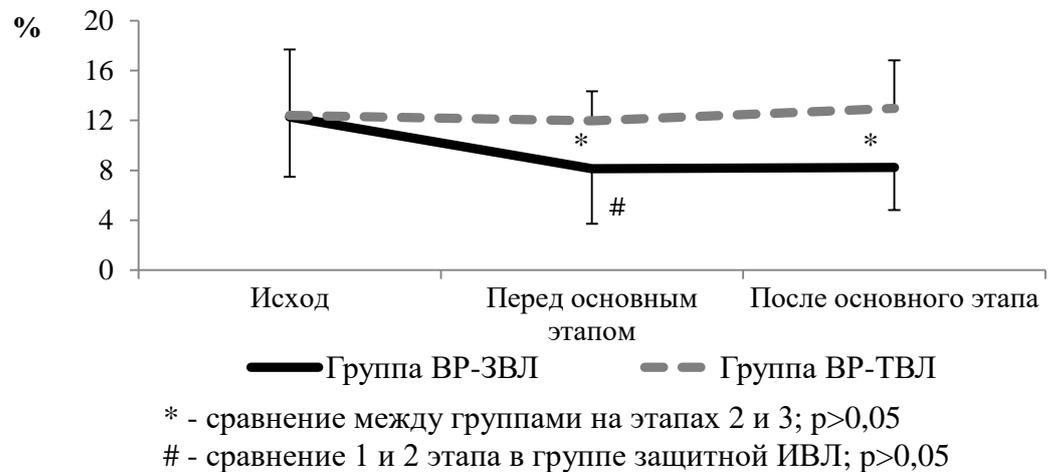


Рисунок 10 - Фракция внутрилёгочного шунтирования у пациентов с высоким риском лёгочных осложнений

НР ФВШ в группе НР-ЗВЛ была меньше, чем в группе НР-ТВЛ до и после основного этапа. После основного этапа ФВШ в группе НР-ЗВЛ снижалась относительно исходного значения (с  $9,8\%$  до  $6,1\%$ ,  $p<0,05$ ) (рисунок 11).

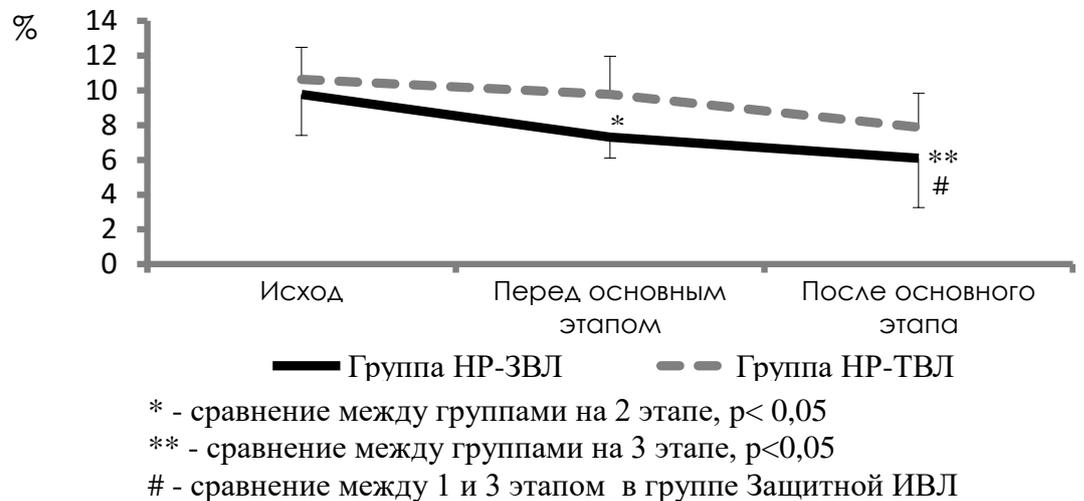


Рисунок 11 - Фракция внутрилёгочного шунтирования у пациентов с низким риском лёгочных осложнений

Явных различий в показателях системной гемодинамики как между группами ВР-ЗВЛ и ВР-ТВЛ, так и между группами НР-ЗВЛ и НР-ТВЛ во время операции не обнаружено. Значения ЧСС, систолического и среднего АД и ЦВД представлены в таблицах 5 и 6.

Таблица 5 - Гемодинамика в группах высокого риска лёгочных осложнений

Этап / Показатель	Исход		Перед основным этапом		После основного этапа	
	ВР-ЗВЛ	ВР-ТВЛ	ВР-ЗВЛ	ВР-ТВЛ	ВР-ЗВЛ	ВР-ТВЛ
ЧСС в 1 мин	57,2±8,4	59,4±9,1	67,2±7,9	69,4±8,2	65,2±7,6	68,3±7
АД сист., мм рт.ст.	103,4±9,1	101,4±8,7	109,1±10,1	112,2±9,7	118,1±8,9	115,3±8,4
АД ср., мм рт.ст.	61,1±5,1	63,42±4,9	64,3±4,2	60,3±4,7	58,1±4,9	61,2±4,2
ЦВД, мм рт.ст.	4,9±1,9	4,7±1,7	8,9±1,2	9,4±1,8	11±2,1	10,1±1,8

Таблица 6 - Гемодинамики в группах низкого риска лёгочных осложнений

Этап / Показатель	Исход		Перед основным этапом		После основного этапа	
	ВР-ЗВЛ	ВР-ТВЛ	ВР-ЗВЛ	ВР-ТВЛ	ВР-ЗВЛ	ВР-ТВЛ
ЧСС в 1 мин	54,8±9,4	57,4±8,9	65,7±8,2	67,4±8,9	68,2±8,1	66,9±7,5
АД сист., мм рт.ст.	105,2±9,3	103,4±10	111±10,5	109,2±11,7	117,1±9	114,3±9,4
АД сред., мм рт.ст.	59,1±5	61,3±4,7	61,3±4,2	59,8±4,7	59,2±3,9	61,1±4,6
ЦВД, мм рт.ст.	5,2±1,4	4,9±1,9	7,9±1,5	8,4±2	10,1±2,1	9,6±1,7

Пребывание пациентов в ОРИТ в группе ВР-ЗВЛ составило  $26,4 \pm 7,3$  ч, в группе ВР-ТВЛ –  $27,7 \pm 12,3$  ч, группе НР-ЗВЛ –  $58,1 \pm 10$  ч и в группе НР и ТВЛ –  $52,3 \pm 11,8$  ч. Между группами отличий ВР-ЗВЛ и ВР-ТВЛ и между группами НР-ЗВЛ и НР-ТВЛ не было ( $p > 0,05$ ). Время ИВЛ в ОРИТ в группе ВР-ЗВЛ составило  $487 \pm 149$  мин, в группе ВР-ТВЛ -  $485 \pm 129$  мин, в группе НР-ЗВЛ -  $545 \pm 233$  мин, в группе ВР-ТВЛ -  $393 \pm 139$  мин. Отличий между группами ВР-ЗВЛ и ВР-ТВЛ и между группами НР-ЗВЛ и НР-ТВЛ не обнаружено. Длительность ИВЛ в группе НР-ЗВЛ было высоким ( $545 \pm 233$  мин) из-за того, что у трех пациентов с внелегочными осложнениями необходимость в вентиляции составила более 720 минут. Разницы по длительности нахождения пациентов в стационаре между группами ВР-ЗВЛ и ВР-ТВЛ не обнаружено ( $p = 0,097$ ), также как и между группами НР-ЗВЛ и НР-ТВЛ ( $p = 0,064$ ).

Общее количество осложнений у пациентов с ВР было больше, и их частота превышала 50%, однако в группе ВР-ЗВЛ общее количество осложнений было меньше, чем при проведении ТВЛ (таблица 7). У пациентов с ВР НОФЛ возникало чаще (соотношение  $PaO_2/FiO_2 < 200$ ) (23,7% против 8,88% у пациентов с НР,  $p < 0,05$ ) и обнаружена тенденция к увеличению частоты обострения ХОБЛ. При этом, в группе ВР-ЗВЛ НОФЛ возникало в два раза реже ( $p < 0,05$ ) и была тенденция к снижению частоты ателектазов по сравнению с группой ВР-ТВЛ ( $p = 0,07$ ). Между группами НР отличий по общему количеству осложнений и по частоте НОФЛ, ателектазов и обострения ХОБЛ не обнаружено. Ни между группами риска лёгочных осложнений, ни между группами вентиляции не обнаружено отличий по частоте дисфункции диафрагмы и пневмоторакса.

Таблица 7 - Послеоперационные лёгочные осложнения у пациентов с высоким и низким риском развития лёгочных осложнений при разных режимах ИВЛ

Группы	Соотношение PaO <sub>2</sub> /F iO <sub>2</sub> <200	Ателектазы	Обострение ХОБЛ	Пневмоторакс	Дисфункция диафрагмы	Итого (%)
ВР	23,7%	15%	5%	3,75%	5%	52,5%
НР	8,88%	7,77%	0%	2,22%	2,22%	21,1%
Р	<b>0,0075</b>	0,1583	0,0701	0,8065	0,493	<b>&lt;0,0001</b>
ВР-ЗВЛ	15%	10%	2,5%	5%	7,5%	40%
ВР-ТВЛ	30%	20%	7,5%	2,5%	2,5%	65%
Р	<b>0,017</b>	0,074	0,19	0,56	0,19	<b>0,0007</b>
НР-ЗВЛ	6,7%	11,1%	0%	4,4%	2,2%	24,4%
НР-ТВЛ	11,1%	4,4%	0%	0%	2,2%	17,8%
Р	0,386	0,12	1	0,08	1	0,32

Полученные данные позволяют сказать, что ЗВЛ положительно сказывается на функции лёгких во время операции и уменьшает частоту ПЛО у пациентов с ВР. Для подтверждения этого заключения хочется привести результаты крупного систематического обзора по сравнению ЗВЛ и ТВЛ (Neto S.A. et al., 2015). Под ЗВЛ подразумевалось применение малого ДО с низким или высоким ПДКВ, а под ТВЛ – большой ДО с низким ПДКВ. При ЗВЛ ПЛО возникали реже (8,7% против 14,7%). Авторы отмечают преимущество ИВЛ с малым ДО во время ОКШ с ИК и, что ее оптимизация положительно сказывается на состоянии лёгких во время и после.

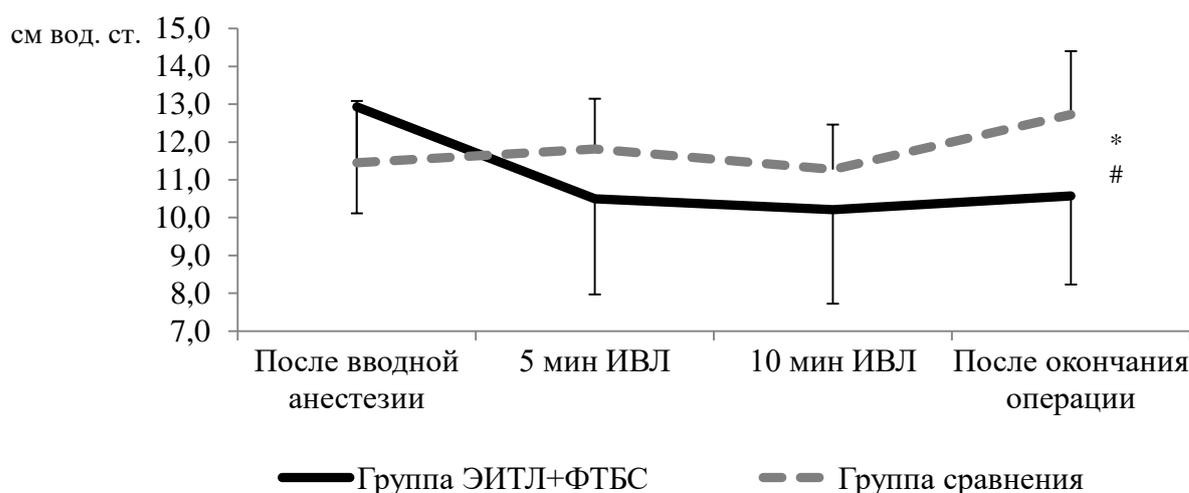
**Оптимизация защитной ИВЛ у пациентов с высоким риском лёгочных осложнений.** При разработке и внедрении ЗВЛ в практику встречалось несколько пациентов с ВР, у которых не удавалось улучшить функцию лёгких ни с помощью наращивания уровня ПДКВ, ни с помощью ММА. При анализе анамнестических данных этих пациентов обнаружилось бессимптомное течение ХОБЛ и/или многолетний стаж курения без удовлетворительной эвакуации мокроты. Было решено оптимизировать ЗВЛ у таких пациентов посредством применения ЭИТЛ и ФТБС во время операции.

При обследовании всех 26 пациентов методом ЭИТЛ накануне операции обнаружилось, что у большинства из них (69,2%) переход из положения «сидя» в положение «лежа» приводил к снижению глобальной вентилируемости лёгких, как при спокойном ( $p < 0,05$ ), так и при форсированном ( $p < 0,05$ ) вдохе. При обследовании в операционной у 73% седатированных пациентов из всей выборки глобальная вентилируемость снижалась, амплитуда спонтанных вдохов уменьшалась, а ЧД увеличивалась ( $p < 0,05$ ), что стимулировало анестезиолога к началу вспомогательной масочной вентиляции. Во время масочной вентиляции у 88,4% больных глобальная вентилируемость перераспределялась к вентральным отделам ( $p < 0,05$ ); у 38,4% пациентов вентилируемость в этом регионе была избыточной. При снижении допустимого давления на APL-клапане (клапан ограничения давления на регулируемом

оператором значениями) с 30 до 20 см вод. ст. во время масочной вентиляции отмечено снижение избыточной вентилируемости вентральных отделов у 57,7% пациентов ( $p=0,04$ ). При ИВЛ с ПДКВ 5 см вод.ст. у всех пациентов глобальная вентилируемость преимущественно перераспределялась в вентральные отделы лёгких. При пошаговом увеличении ПДКВ с 5 до 8 см вод.ст. у 15,7% пациентов глобальная вентилируемость оставалась на прежнем уровне, а у 26,5% - возрастала, а более чем у половины (57,7%) пациентов региональная вентилируемость вентральных отделов лёгких была избыточной по отношению к дорсальным.

При сравнении двух способов подбора параметров ИВЛ обнаружилось достоверные динамические изменения и межгрупповые отличия в уровнях ПДКВ и ПИД. От момента до стернотомии к концу операции анестезиологи увеличивали ПДКВ в обеих группах: с  $3,4 \pm 3,0$  см вод. ст. до  $6,1 \pm 2,1$  см вод. ст. в группе ЭИТЛ+ФТБС ( $P=0,009$ ) и с  $3,9 \pm 2,6$  см вод. ст. до  $5,7 \pm 0,7$  см вод. ст. в группе сравнения ( $P=0,042$ ). В группе ЭИТЛ+ФТБС ПИД достоверно увеличивалось с начала ИВЛ до транспортировки пациента в ОРИТ с  $15,1 \pm 1,2$  до  $17,3 \pm 1,6$  см вод.ст. ( $P=0,046$ ), тогда как в группе сравнения – с  $15,6 \pm 2,7$  см вод.ст. до  $19 \pm 1,4$  см вод. ст. ( $P=0,0007$ ). Перед транспортировкой пациента в ОРИТ ПИД в группе сравнения было больше, чем в группе ЭИТЛ+ФТБС ( $19 \pm 1,4$  см вод. ст. против  $17,3 \pm 2,2$  см вод. ст.;  $P=0,03$ ).

Поскольку в реализации принципов ЗВЛ важен не только уровень ПИД, а еще уровень ВД, был проведен анализ этого показателя. Его динамика изображена на рисунке 12. В начале, на пятой и десятой минуте ИВЛ различий по вентиляционному давлению не обнаружено, однако после операции в группе ЭИТЛ+ФТБС разница давлений была меньше ( $10,6 \pm 2,3$  см вод. ст. против  $12,7 \pm 1,7$  см вод. ст. в группе сравнения,  $p=0,017$ ) и наблюдалась тенденция к ее снижению по отношению к исходу ( $p=0,086$ ).

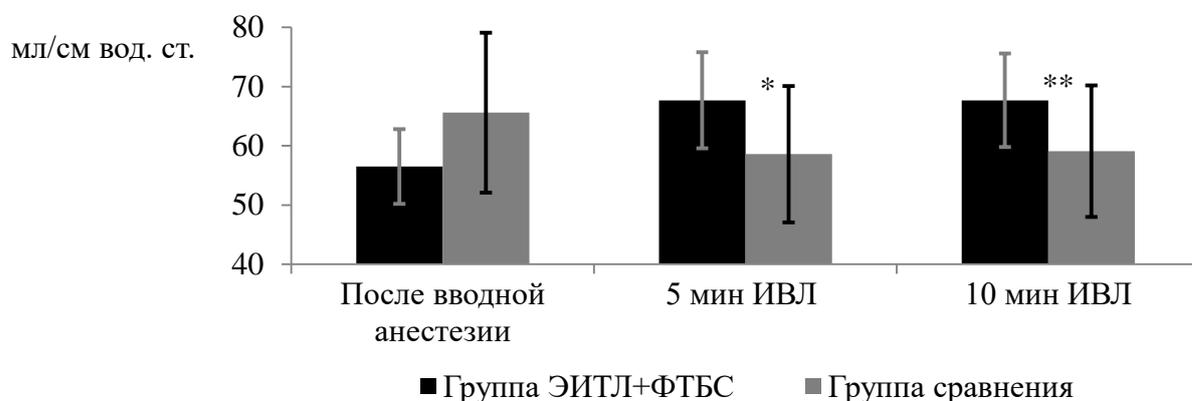


\* - различия между группами  $p<0,05$ ;

# - различия между первым и четвертым этапом,  $p=0,086$

Рисунок 12 – Разница между пиковым и конечно-эспираторным давлением (вентиляционное давление) при разных способах подбора параметров ИВЛ

На пятой и десятой минуте ИВЛ ДТП в группе ЭИТЛ+ФТБС была выше ( $p < 0,05$ ) (рисунок 13) и реже снижалась относительно исходного уровня, чем в группе сравнения ( $p = 0,053$ ).



\* -  $P < 0,05$ ; отличие между группами; \*\* -  $P < 0,05$ ; отличие между группами

Рисунок 13 – Динамическая податливость в течение 10 минут после вводной анестезии

В группе ЭИТЛ+ФТБС количество больных со стабильной вентилируемостью в течение анестезии было значительно больше (86,6% против 36,6% в группе сравнения,  $p = 0,026$ ).

У всех пациентов, которым во время операции выполняли ФТБС, обнаружено умеренное количество вязкого слизистого секрета, а у 53,3% из них – частичная или полная обструкция субсегментарных бронхов. У 13,3% пациентов при повторной ФТБС был обнаружен вновь вязкий секрет, который необходимо эвакуировать. Не выявлено негативного влияния процедуры на параметры биомеханики дыхания, гемодинамики. Апноэ и аспирация повлияли только на конечно-эспираторное давление  $CO_2$ . После ФТБС у 73,3% (11 из 15) пациентов вентилируемость восстановилась до исходного уровня при возобновлении ИВЛ, у 13,3% (2 из 15) – ухудшилась. К концу операции соотношение  $PaO_2/FiO_2$  было значительно выше в группе ЭИТЛ+ФТБС ( $367,2 \pm 41,2$  против  $319,7 \pm 39,2$  в группе сравнения;  $P < 0,05$ ). У пациентов без ФТБС в ОРИТ более чем в два раза чаще возникало НОФЛ (62% против 29% в группе ФТБС;  $p < 0,05$ ), а на обзорной рентгенограмме органов грудной клетки чаще обнаруживались субсегментарные или дисковидные ателектазы (23,5% против 9,8% в группе ФТБС;  $P = 0,014$ ).

**Исследование системного и локального воспалительного ответа в лёгких.** При анализе концентраций цитокинов в БАЛ выявлена крайне высокая разнородность уровней ИЛ-6, ИЛ-8 и ИЛ-10 на всех этапах (точках) наблюдения. Для исключения из анализа пациентов с высокой активностью воспалительного процесса в бронхиальном дереве и для формирования более однородной выборки наблюдений из анализа были исключены 5 пациентов с концентрациями ИЛ-8 в БАЛ, превышающими уровень 75-го перцентиля данного цитокина (46,7 пг/мл). Таким образом, окончательный статистический анализ выполнен на данных 19

пациентов, у 9 из которых проводилась ТВЛ, у 10 – ЗВЛ.

Достоверных различий в абсолютных значениях концентраций ИЛ-6 в БАЛ на каждом этапе наблюдения между группами ТВЛ и ЗВЛ выявлено не было (таблица 8). Однако динамика изменения концентраций ИЛ-6 в анализируемых группах носила различный характер. Так, в группе ТВЛ выявлена тенденция к росту концентрации ИЛ-6 в БАЛ с достаточно значительным ее увеличением после основного этапа до 14,9 (4,7-28,3) пг/мл (здесь и далее результаты представлены в виде медианы и 25-го, 75-го перцентилей), все межэтапные различия в уровнях ИЛ-6 были на уровне достоверности ( $p=0,052$ ). При ЗВЛ изменения уровня ИЛ-6 носили более монотонный характер, различия между всеми этапами не достоверны. При анализе отношения концентрации ИЛ-6 на этапе (3) к этапу (2) выявлено, что для ТВЛ характерно более выраженное ( $p=0,02$ ) повышение ИЛ-6 в БАЛ в после основного этапа относительно второго этапа.

Таблица 8 - Динамика уровня ИЛ-6 в БАЛ, пг/мл

Этапы	Традиционная ИВЛ	Защитная ИВЛ	p
Исход (1)	4,15 (3,6-5,1)	6,15 (5,0-9,7)	0,13
Перед основным этапом (2)	4,5 (4,0-5,4)	8,25 (1,3-46)	0,24
После основного этапа (3)	14,9 (4,7-28,3)	5,75 (4,7-25,15)	0,53
Отношение концентрации ИЛ-6 на этапе (3) к этапу (2)	<b>3,3</b> (1,15-7,27)	<b>0,99</b> (0,33-1,09)	<b>0,02</b>

При анализе соотношения про- и противовоспалительных интерлейкинов в БАЛ статистически достоверных различий в значениях коэффициента ИЛ-6/ИЛ-10 на каждом этапе наблюдения между группами ТВЛ и ЗВЛ выявлено не было (таблица 9).

Таблица 9 - Динамика соотношения ИЛ-6/ИЛ-10 в БАЛ

Этапы	Традиционная ИВЛ	Защитная ИВЛ	p
Исход (1)	1,11 (0,89-1,20)	1,61 (1,15-2,40)	0,13
Перед основным этапом (2)	1,21 (0,89-1,32)	1,32 (1,0-8,44)	0,51
После основного этапа (3)	3,67 (1,17-11,08)	1,14 (1,02-3,90)	0,16
Динамика изменения соотношения ИЛ-6/ИЛ-10 на этапе (3) к этапу (2)	<b>2,37</b> (1,18-8,38)	<b>0,77</b> (0,45-1,0)	<b>0,02</b>

Однако динамика изменения соотношения ИЛ-6/ИЛ-10 также носила различный характер в группах ТВЛ и ЗВЛ. В то время, как при ЗВЛ достоверных изменений соотношения ИЛ-6/ИЛ-10 не выявлено, в группе ТВЛ отмечалась тенденция к росту данного соотношения, что свидетельствует о сдвиге в сторону провоспалительных механизмов. Анализ производной величины – отношения величины ИЛ-6/ИЛ-10 на этапе (3) к величине ИЛ-6/ИЛ-10 на этапе (2) – показал, что для ТВЛ характерно более выраженное достоверное ( $p=0,02$ ) повышение соотношения ИЛ-6/ИЛ-10 в БАЛ в третьей точке относительно второй, что свидетельствует о более выраженном сдвиге в сторону провоспалительного местного ответа в лёгких при ТВЛ.

Отсутствие различий между исходом и 2 этапом в обеих группах было трактовано как недостаточное время действия ИВЛ на выброс интерлейкинов лёгких. Отдельно стоит отметить, что выявленные закономерности касались только изменений интерлейкинового статуса в БАЛ, достоверных различий в уровнях про- и противовоспалительных интерлейкинов и в их соотношениях в системном кровотоке между группами ТВЛ и ЗВЛ выявлено не было.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проделанная научно-исследовательская работа была направлена на снижение периоперационных лёгочных осложнений путем выбора оптимального режима ИВЛ. Начавшись с идеи сравнения режимов ИВЛ, работа включила актуальные практические аспекты – стратификацию риска лёгочных осложнений, оптимизацию защитной ИВЛ и необходимость проведения профилактической ФТБС. При подведении итогов следует упомянуть, что выбор вентиляционной стратегии должен начинаться с учетом предоперационных факторов риска и учитывать интраоперационные условия, в которых находится пациент. В целом предложенный вариант защитной ИВЛ отличается от опубликованных большим ограничением пикового инспираторного давления (не более 20 см вод.ст.), применением управления по давлению и направленностью к максимальному снижению вентиляционного давления. Результаты проспективного этапа исследования свидетельствуют о том, что защитная ИВЛ улучшает газообмен в лёгких, уменьшает ателектазирование и степень ВИПЛ, а также снижает частоту послеоперационных легочных осложнений у КХ больных с высоким риском. Влияние на функцию лёгких у пациентов с низким риском было не столь явным. Показано, что комбинация ЗВЛ и профилактической интраоперационной ФТБС улучшает послеоперационные исходы у пациентов с наличием или подозрением на наличие нарушений МЦТ и бессимптомного бронхообструктивного синдрома. Впервые в России в условиях операционной использован метод электроимпедансной томографии лёгких для эффективной оптимизации ИВЛ. В исследовании продемонстрировано что, что у больных с ХОБЛ и другими состояниями, характеризующимися высоким риском обтурационных ателектазов, для улучшения результатов лечения можно оптимизировать ИВЛ. Для этого нужно использовать ЭИТЛ и ФТБС.

Визуально подтверждено негативное влияние ряда факторов на ухудшение глобальной и региональной вентилируемости лёгких. К факторам относятся смена положения тела, седация, излишнее инспираторное давление во время масочной вентиляции при традиционном уровне допустимого давления 30 см вод.ст., излишний и недостаточный уровень ПДКВ. Методами ЭИТЛ и побудительной спирометрии запечатлено значимое снижение объёма глубокого вдоха в горизонтальном положении, что можно расценивать как дополнительный

фактор риска при проведении ИВЛ. Кроме того, при подборе параметров ИВЛ с помощью ЭИТЛ вентиляционное давление (плато минус ПДКВ) было меньше, чем при эмпирическом подборе, и можно предположить, что повреждение лёгких в этих случаях было меньше.

Трудность в реализации принципов ЗВЛ на практике может возникать из-за необходимости титрования уровня пикового давления для создания целевого ДО при смене этапов операции. Но, зная цель этого действия, можно приспособиться к такой работе. Уменьшение выброса провоспалительных интерлейкинов в лёгких после основного этапа подтверждает предположение, что защитная ИВЛ в меньшей степени повреждает лёгкие. Предполагаем, что ЗВЛ оказывает положительное влияние при других видах кардиохирургических вмешательствах, но это предположение требует дополнительных исследований. Необходимы дальнейшие крупные многоцентровые исследования для оптимизации выбора режима ИВЛ и углубленного исследования обозначенных в работе проблем.

## ВЫВОДЫ

1. При выборе режимов искусственной вентиляции лёгких у пациентов, поступающих на плановую операцию коронарного шунтирования с ИК, следует учитывать риск развития интраоперационного нарушения оксигенирующей функции лёгких и послеоперационных лёгочных осложнений. Разработанный способ распределения пациентов в группы высокого и низкого риска лёгочных осложнений, основанный на анализе количества и выраженности

предоперационных факторов риска, способствует выбору режима искусственной вентиляции лёгких.

2. Защитная искусственная вентиляция лёгких направлена на уменьшение вентиляционного путем назначения дыхательного объёма 6 – 8 мл/кг идеальной массы тела и положительного давления в конце выдоха на уровне 5-10 см вод.ст. В таких условиях улучшается артериальная оксигенация, снижается фракция внутрилёгочного шунтирования и поддерживается оптимальная биомеханика дыхания (пиковое инспираторное давление, динамическую торакопультмональную податливость) у пациентов с высоким риском периоперационных лёгочных осложнений.

3. Применение защитной вентиляции лёгких приводит к уменьшению частоты послеоперационных лёгочных осложнений. У пациентов с высоким риском лёгочных осложнений и защитной вентиляцией лёгких общее число осложнений было меньше (40 % против 65% в группе сравнения,  $P=0,0007$ ), число пациентов с соотношением  $PaO_2/FiO_2 < 200$  также было меньше (15% против 30% в группе сравнения,  $P=0,017$ ).

4. У кардиохирургических больных с высоким риском послеоперационных лёгочных осложнений после окончания основного этапа операции на фоне защитной искусственной

вентиляции лёгких обнаружилась меньшая выраженность системного и локального лёгочного воспалительного ответа, что проявляется в меньшем нарастании уровня ИЛ 6 после основного этапа в сравнении с исходом (0,99 против 3 в группе сравнения,  $P=0,02$ ) и меньшим ростом соотношения ИЛ6/ИЛ10 после основного этапа с исходом (2,37 против 0,77 в группе сравнения,  $P=0,02$ ) в бронхо-альвеолярном лаваже.

5. Электроимпедансная томография лёгких может помочь при выборе оптимальных параметров искусственной вентиляции лёгких, особенно у пациентов с высоким риском послеоперационных лёгочных осложнений, может использоваться для мониторинга спонтанной и искусственной вентиляции лёгких в условиях операционной. Ухудшение вентилируемости лёгких может начинаться еще до вводной анестезии; при переходе с самостоятельного дыхания на ИВЛ (масочную/аппаратную) возрастает вентилируемость вентральных отделов лёгких со снижением вентилируемости дорзальных отделов.

6. Интраоперационная фибротрехеобронхоскопия у пациентов риска лёгочных осложнений снижает частоту послеоперационных лёгочных осложнений при проведении защитной искусственной вентиляции лёгких и не оказывает негативного влияния на функцию лёгких во время операции. Эффект проявляется в более высоком соотношении  $PaO_2/FiO_2$  после окончания операции ( $367,2 \pm 41,2$  против  $319,7 \pm 39,2$  в группе сравнения;  $P<0,05$ ), более редком появлении нарушения оксигенирующей функции лёгких (29% против 62% в группе сравнения  $p<0,05$ ) и ателектазов (9,8% против 23,5%,  $P=0,014$ ) и в отсутствии значимого снижения вентилируемости лёгких.

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. При распределении кардиохирургических пациентов в группы высокого и низкого риска развития интраоперационного нарушения оксигенирующей функции лёгких и послеоперационных лёгочных осложнений следует учитывать количество и выраженность следующих предоперационных факторов риска: ожирение с индексом массы тела более 30  $кг/м^2$ ); курение (индекс курящего человека  $> 10$  пачка-лет); хроническое обструктивное (бронхиальная астма, ХОБЛ) или рестриктивное заболевание лёгких; объём форсированного выдоха за 1 секунду  $< 80\%$ ; хроническое затруднение носового дыхания; синдром обструктивного апноэ/гипопноэ сна; рентгенологические признаки застоя жидкости в малом круге кровообращения или пневмосклероза на фоне эмфиземы, или бронхоэктазов, или хронического бронхита;  $SpO_2$  при дыхании атмосферным воздухом менее 94%. При наличии у пациента одного фактора риска с выраженным проявлением или более чем с одним его следует распределять в группу высокого риска.

2. Защитную ИВЛ необходимо применять у всех КХ больных с высоким риском НОФЛ и послеоперационных лёгочных осложнений.

3. При выборе параметров защитной ИВЛ необходимо учитывать индивидуальные особенности пациентов и условия проведения кардиохирургической операции.

4. Протокол защитной искусственной вентиляции лёгких включает следующие компоненты: 1) управление по давлению; 2) регуляцию пикового инспираторного давления на уровне, при котором дыхательный объем составлял 6 - 8 мл/кг идеальной массы тела; 3) установку начального уровня ПДКВ (не менее 5 см вод.ст.); 4) установку соотношения вдоха к выдоху 1:1,5; 5) настройку частоты дыхания для поддержания нормокапнии; 6) оценку параметров биомеханики дыхания (аэродинамического сопротивления, давление плато, среднего давления в дыхательных путях, динамической податливости, формы, угла наклона и ширины петли «давление-объём»), гемодинамики (ЧСС, АД сист, АДср, ЦВД) и газообмена (соотношение  $P_{aO_2}/F_iO_2$ , ФВШ,  $EtCO_2$ ); 7) коррекцию параметров вентиляции в зависимости от условий операции и дальнейшего состояния пациента

5. Пациентам с исходным нарушением мукоциллиарного транспорта, слабым кашлевым рефлексом и/или бессимптомном течении хронической обструктивной болезни лёгких пациентам следует назначать профилактическую интраоперационную фибротрехеобронхоскопию сразу после вводной анестезии и интубации трахеи.

6. Электроимпедансную томографию лёгких следует проводить в случаях, когда выбор параметров ИВЛ затруднен из-за наличия ожирения или тяжелых хронических заболеваний лёгких.

7. При проведении преоксигенации рекомендуется снижать фракцию ингалируемого кислорода до 70%

8. При проведении масочной вентиляции во время вводной анестезии предлагается уменьшать уровень допустимого давления на APL-клапане до 20 см вод.ст. во избежание непреднамеренной гиперинфляции вентральных отделов лёгких.

### **СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ НАУЧНЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. **Пшеничный Т.А.**, Аксельрод Б.А., Титова И.В., Трекова Н.А., Хрусталева М.В. Применение протективного режима ИВЛ у кардиохирургических больных // **Анестезиология и реаниматология.** – 2016 - №3. - С. 189-195.
2. Титова И.В., Хрусталева М.В., **Пшеничный Т.А.**, Аксельрод Б.А., Еременко А.А., Богомолова Н.С., Кузнецова С.М. Диагностическая и санационная бронхоскопия у кардиохирургических пациентов в интра- и послеоперационном периодах // **Анестезиология и реаниматология.** - 2016. - № 2.- С. 124-127.
3. Аксельрод Б.А., **Пшеничный Т.А.**, Титова И.В. Электроимпедансная томография лёгких в практике анестезиолога // **Анестезиология и реаниматология.** 2017. - № 1. -С. 43-46.

## СПИСОК УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ И АББРЕВИАТУР

- АД – артериальное давление  
 БАЛ – бронхоальвеолярный лаваж  
 ВИПЛ – вентилятор–индуцированное повреждение лёгких  
 ВР – высокий риск развития периоперационных лёгочных осложнений  
 Группа ВР–ЗВЛ – группа высокого риска лёгочных осложнений и защитной вентиляции лёгких  
 Группа ВР–ТВЛ – гр. высокого риска лёгочных осложнений и традиционной вентиляции лёгких  
 Группа НР–ЗВЛ – гр. низкого риска лёгочных осложнений и защитной вентиляции лёгких  
 Группа НР–ТВЛ – гр. низкого риска лёгочных осложнений и традиционной вентиляции лёгких  
 Группа ЭИТЛ–ФТБС – настройка параметров вентиляции по данным электроимпедансной томографии, выполнение профилактической фибротреахеобронхоскопии во время операции  
 ДН – дыхательная недостаточность  
 ДО – дыхательный объем  
 ДТП – динамическая торакопультмональная податливость, см вод.ст.  
 ЗВЛ – защитная искусственная вентиляция лёгких  
 ИБС – ишемическая болезнь сердца  
 ИВЛ – искусственная вентиляция лёгких  
 ИК – искусственное кровообращение  
 ИКЧ – индекс курящего человека  
 ИЛ – интерлейкин  
 КХ – кардиохирургический (-ая,-ое)  
 МЦТ – мукоцилиарный транспорт  
 НОФЛ – нарушение оксигенирующей функции лёгких  
 НР – низкий риск развития периоперационных лёгочных осложнений  
 ОКШ – операция коронарного шунтирования  
 ОРДС – острый респираторный дистресс–синдром взрослых  
 ОРИТ – отделение реанимации и интенсивной терапии  
 ОФВ<sub>1</sub>– объём форсированного выдоха за 1 секунду  
 ПДКВ – положительное давление в конце выдоха  
 ПИД – пиковое инспираторное давление, см вод.ст.  
 ПЛО – послеоперационные лёгочные осложнения  
 СОАГС – синдром обструктивного апноэ/гипопноэ сна  
 Соотношение РаО<sub>2</sub>/F<sub>i</sub>O<sub>2</sub> –показатель оксигенирующей функции лёгких  
 ТВЛ – традиционная искусственная вентиляция лёгких  
 ФВШ – расчетная фракция внутрилёгочного шунтирования  
 ФТБС – фибротреахеобронхоскопия  
 ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь лёгких  
 ХСН – хроническая сердечная недостаточность  
 ЦВД – центральное венозное давление  
 ЧСС – частота сердечных сокращений  
 ЭИТЛ – электроимпедансная томография лёгких  
 APR – клапан – клапан ограничения давления на регулируемом оператором значении  
 EtCO<sub>2</sub> – конечно–экспираторное давление СО<sub>2</sub>  
 F<sub>i</sub>O<sub>2</sub> – содержание кислорода во вдыхаемом воздухе,%  
 РаО<sub>2</sub> – парциальное напряжение кислорода в артериальной крови  
 РаСО<sub>2</sub> – парциальное напряжение углекислого газа в артериальной крови  
 SpO<sub>2</sub> – сатурация оксигемоглобина определяемая по пульсоксиметру