

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

На правах рукописи

Лазарев Сергей Тимофеевич

**ВЫБОР МЕТОДА АНЕСТЕЗИИ У ПАЦИЕНТОВ ВЫСОКОЙ ГРУППЫ
РИСКА ПРИ РОБОТ-АССИСТИРОВАННЫХ ОПЕРАЦИЯХ В
ОНКОХИРУРГИИ**

3.1.12. Анестезиология и реаниматология

Диссертация на соискание учёной степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук, доцент
Лутфарахманов Ильдар Ильдусович

Уфа – 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.	4
ГЛАВА 1 ФАКТОРЫ РИСКА НАРУШЕНИЙ БИОМЕХАНИКИ ДЫХАНИЯ И ГАЗООБМЕНА, СТРАТЕГИИ УЛУЧШЕНИЯ ЛЁГОЧНОЙ ФУНКЦИИ И ВЫБОР МЕТОДА АНЕСТЕЗИИ ПРИ РОБОТ-АССИСТИРОВАННЫХ ОПЕРАТИВНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВАХ НА ОРГАНАХ МАЛОГО ТАЗА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	13
1.1 Факторы риска нарушений биомеханики дыхания и газообмена.	13
1.2 Стратегии улучшения лёгочной функции.	20
1.2.1 Параметры вентиляции.	22
1.2.2 Инверсия отношения вдоха к выдоху.	24
1.2.3 Положительное давление в конце выдоха.	25
1.2.4 Манёвры рекрутмента.	27
1.3 Выбор метода анестезии.	28
ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.	31
2.1 Протокол исследования.	32
2.2 Статистический анализ.	40
2.3 Демографические характеристики пациентов.	41
ГЛАВА 3 ПЕРИОПЕРАЦИОННЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ ПАЦИЕНТОВ.	43
ГЛАВА 4 ДИНАМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ БИОМЕХАНИКИ ДЫХАНИЯ И ГЕМОДИНАМИКИ.	46
4.1 Изменения давления в дыхательных путях и динамической податливости дыхательной системы.	46
4.2 Изменения среднего артериального давления и частоты сердечных сокращений.	48
ГЛАВА 5 ДИНАМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГАЗООБМЕНА, КИСЛОТНО- ЩЕЛОЧНОГО СОСТОЯНИЯ И ТРАНСПОРТА КИСЛОРОДА.	51
5.1 Изменения газообмена.	51

5.2 Изменения кислотно-щелочного состояния крови.	55
5.3 Изменения транспорта кислорода.	55
ГЛАВА 6 ДИНАМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВНУТРИЧЕРЕПНОГО ДАВЛЕНИЯ У ПАЦИЕНТОВ ВЫСОКОЙ ГРУППЫ РИСКА.	57
6.1 Демографические характеристики и периоперационные переменные пациентов с ожирением.	57
6.2 Изменения диаметра оболочки зрительного нерва.	58
ГЛАВА 7 ФАКТОРЫ РИСКА ПЕРИОПЕРАЦИОННЫХ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ СОБЫТИЙ И ОСЛОЖНЕНИЙ И ПУТИ ИХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ У ПАЦИЕНТОВ ВЫСОКОЙ ГРУППЫ РИСКА.	59
7.1 Периоперационные неблагоприятные события и осложнения.	59
7.2 Факторы риска тошноты и рвоты и болевого синдрома у пациентов высокой группы риска.	63
7.3 Факторы риска нарушений биомеханики дыхания, газообмена и транспорта кислорода.	64
7.4 Пути предупреждения неблагоприятных событий и осложнений у пациентов высокой группы риска.	68
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.	76
ВЫВОДЫ.	86
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.	88
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.	89
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.	91
СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА.	110

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность избранной темы

Рак простаты остаётся наиболее распространённым злокачественным новообразованием солидных органов и второй по значимости причиной смерти от рака у мужчин. В Соединенных Штатах Америки (США) ежегодный прирост оценивается в более 170 000 новых случаев заболевания и более 30 000 смертей [124]. В России распространённость рака простаты составляет 150 на 100 000 населения, занимая третье место после злокачественных новообразований молочной железы и тела матки [3]. Рак матки – один из немногих видов рака с растущей заболеваемостью и смертностью. Это четвёртый по частоте диагностированный рак и седьмая по частоте причина смерти от рака среди женщин [21]. Рак эндометрия является шестым по распространённости раком у женщин во всем мире с 320 000 новых случаев ежегодно, или 4,8 % случаев рака у женщин. Это наиболее распространённая гинекологическая злокачественная опухоль в США с 63 230 новых случаев ежегодно [124]. На увеличение заболеваемости раком эндометрия большое влияние оказывает ожирение [78]. Рак шейки матки является четвертым по распространённости раком у женщин в мире, с оценённой смертностью 7,5 % всех смертей женщин от рака [27].

Роботизированные системы революционизировали малоинвазивную оперативную технику и стали доминирующим хирургическим подходом в онкохирургии, что значительно расширило показания к робот-ассистированным операциям на органах малого таза (РАОМТ). Роботизированная ассистенция обеспечивает трёхмерное стабильное, управляемое оператором, изображение операционного поля высокой чёткости с увеличенным разрешением, исключает тремор рук хирурга и позволяет точно перемещать инструменты с семью степенями свободы, преодолевая ограничения стандартной открытой и/или лапароскопической хирургии.

Хотя многие особенности операций РАОМТ сходны с обычными лапароскопическими операциями, для обеспечения оптимальной визуализации

операционного поля и лучшего хирургического доступа требуется длительное (до 6 часов) позиционирование тела пациента в положении Тренделенбурга с углом наклона свыше 30 градусов и длительное поддержание внутрибрюшного давления (ВБД) свыше 20 мм рт. ст. Нефизиологическое положение на операционном столе в течение длительного времени вкупе с увеличенным поглощением углекислого газа из забрюшинного доступа увеличивают внутригрудное, внутриглазное и внутричерепное давление, вызывает гиперкапнию, неблагоприятные сердечно-сосудистые и вентиляционные изменения, а также увеличивают опасность развития позиционной травмы, отёка верхней половины туловища и подкожной эмфиземы. Пациенты с высоким индексом массы тела (ИМТ) считаются функционально неоперабельными с помощью традиционных «открытых» и лапароскопических хирургических методов. Частота послеоперационных осложнений у таких пациентов возрастает с 17 % при $\text{ИМТ} < 30 \text{ кг/м}^2$ против 26 % при $\text{ИМТ} > 50 \text{ кг/м}^2$ [113].

Роботизированная хирургия расширила масштабы лапароскопических вмешательств [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 26, 33, 34, 35, 36, 57, 58, 62, 65, 69, 70, 88, 94, 106, 107, 110, 111, 112, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 143, 150], однако анестезиологическое обеспечение операций РАОМТ имеет нерешенные аспекты. С точки зрения выбора анестетика, ранее были опубликованы результаты сравнения частоты послеоперационной тошноты и рвоты (ПОТР) и изменений внутриглазного давления у пациентов, которые подверглись операциям РАОМТ под ингаляционной анестезией (ИнгАн) севофлураном или десфлураном, либо тотальной внутривенной анестезией (ТВВА) на основе пропофола [72, 146]. Сравнение отдалённых онкологических исходов с точки зрения выбора анестетика между ИнгАн и ТВВА показало, что анестетики сопоставимы [37].

Степень разработанности темы диссертации

Вопросы анестезиологического обеспечения робот-ассистированных лапароскопических операций остаются весьма дискуссионными. Это связано как с

относительной новизной данного метода, так и с активным внедрением новых, в том числе ингаляционных анестетиков. Немаловажным фактором является постоянное расширение показаний к проведению оперативных вмешательств с применением робот-ассистированных технологий, особенно в онкохирургии. Остаются недостаточно изученными анестезиологические проблемы, связанные с избыточным давлением в брюшной полости при наложении карбоксиперитонеума, постуральные реакции органов и систем организма при крутом положении Тренделенурга [45, 105, 145], особенно у пациентов с индексом массы тела более 30 кг/м^2 [68, 142]. А такие важные аспекты интраоперационного мониторинга РАОМТ, как центральная гемодинамика, доставка и потребление кислорода организмом и выявление факторов риска их нарушения остаются не исследованными должным образом до сих пор. Все это требует особого внимания со стороны врача-анестезиолога-реаниматолога при проведении анестезиологического пособия РАОМТ. В мире существует ряд исследований по этим вопросам [39, 60, 138], однако, до сих пор не сформировано однозначного мнения специалистов в вопросах выбора конкретного метода интраоперационной ИВЛ или анестезии, их безопасности, управляемости, возможности контроля и комфорта для пациента. В настоящем исследовании представлены результаты изучения влияния современного галогенсодержащего ингаляционного анестетика третьего поколения десфлурана и внутривенного анестетика пропофола на параметры интраоперационной искусственной вентиляции легких, изменения внутричерепного давления, газов крови и кислотно-основного ее состояния, особенности доставки и потребления кислорода, а также нежелательные побочные явления и осложнения послеоперационного периода с оценкой удовлетворенности анестезией пациентов. Особый акцент сделан на группу пациентов с ожирением как на высокую группу риска периоперационных анестезиологических проблем. Приведен авторский протокол анестезиологического обеспечения робот-ассистированных лапароскопических оперативных вмешательств у пациентов высокой группы риска. Особенностью представленного метода является

персонифицированный подход в выборе анестезиологического обеспечения в зависимости от факторов риска пациента, что в конечном итоге позволяет обеспечить стабильное анестезиологическое пособие с меньшим количеством нежелательных периоперационных событий и явлений, также снизить частоту госпитализаций в отделение анестезиологии и реанимации

Цель исследования

Повысить качество периоперационного ведения пациентов со злокачественными новообразованиями органов малого таза путем разработки и внедрения протокола анестезиологического обеспечения робот-ассистированных оперативных вмешательств в онкохирургии.

Задачи исследования

1. Сравнить интраоперационные динамические изменения биомеханики дыхания и гемодинамики при робот-ассистированных лапароскопических оперативных вмешательствах у пациентов со злокачественными образованиями органов малого таза при использовании низкпоточной ингаляционной анестезии на основе десфлурана и тотальной внутривенной анестезии на основе пропофола.
2. Оценить влияние различных вариантов анестезии (низкпоточной ингаляционной анестезии и тотальной внутривенной анестезии) на легочный газообмен, кислотно-щелочное состояние и транспорт кислорода у пациентов со злокачественными образованиями органов малого таза.
3. Оценить влияние ингаляционного анестетика десфлурана и внутривенного анестетика пропофола на интраоперационные динамические изменения внутричерепного давления и течение раннего послеоперационного периода у пациентов с ожирением.
4. Выявить значимость ожирения в качестве фактора высокого риска интра- и послеоперационных нарушений, неблагоприятных событий и осложнений у пациентов со злокачественными образованиями органов малого таза.

5. Разработать и апробировать протокол анестезиологического обеспечения робот-ассистированных оперативных вмешательств на органах малого таза у пациентов высокой группы риска для использования в клинической практике.

Научная новизна

Объективно оценена важность ожирения как фактора риска интраоперационных нарушений биомеханики дыхания, легочного газообмена, транспорта кислорода и внутричерепного давления при робот-ассистированных оперативных вмешательствах у пациентов со злокачественными образованиями органов малого таза.

Доказано, что низкопоточная ИнгАн в сравнении с ТВВА позволяет обеспечить более высокий уровень ее качества при РАОМТ за счет статистически значимых менее выраженных изменений биомеханики дыхания и транспорта кислорода у пациентов с ожирением.

Выяснено, что использование ТВВА в сравнении с ИнгАн позволяет избежать увеличения внутричерепного давления на этапах оперативного вмешательства.

Установлено наиболее благоприятное течение раннего послеоперационного периода у пациентов в группе ИнгАн за счет более раннего пробуждения и готовности к переводу в отделение, одинаково выраженного болевого синдрома и удовлетворенности пациентов анестезией между группами исследования, несмотря на то, что выраженность послеоперационной тошноты и рвоты в первые шесть часов от окончания анестезии была достоверно ниже в группе ТВВА.

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость работы заключается в обосновании выбора вида анестезиологического обеспечения робот-ассистированных лапароскопических оперативных вмешательств на органах малого таза для минимизации отрицательного влияния длительного пневмоперитонеума и положения

Тренделенбурга на биомеханику дыхания, легочный газообмен, транспорт кислорода, гемодинамику и внутричерепное давление.

Для практического здравоохранения разработан и апробирован протокол анестезиологического обеспечения робот-ассистированных лапароскопических оперативных вмешательств на органах малого таза у пациентов с ожирением с применением ингаляционного анестетика десфлурана и внутривенного анестетика пропофола.

Методология и методы диссертационного исследования

Основой методологии исследования положено систематизированное использование методов научного познания. Дизайн работы представлен проспективным исследованием в параллельных группах сравнения согласно принципам доказательной медицины. В работе использованы общепринятые современные методы исследования, основанные на клиническом, лабораторном, инструментальном, аналитическом и статистическом материале.

Предмет изучения – вариант низкопоточной анестезии на основе десфлурана и тотальной внутривенной анестезии на основе пропофола с точки зрения поддержания адекватной биомеханики дыхания, легочного газообмена, транспорта кислорода, стабильной гемодинамики и внутричерепного давления, безопасности и комфорта для пациентов.

Объект исследования – пациенты со злокачественными новообразованиями органов малого таза в возрасте от 18 лет, которым были последовательно проведены операции РАОМТ в Центре роботической хирургии Клиники Башкирского государственного медицинского университета (г. Уфа, Россия) с мая 2019 года по февраль 2022 года.

Положения, выносимые на защиту

1. Низкопоточная ингаляционная анестезия в сравнении с тотальной внутривенной анестезией на основе пропофола не оказывает значимого влияния на биомеханику дыхания в условиях длительного положения Тренделенбурга и

карбоксиперитонеума, что позволяет обеспечить адекватный легочный газообмен и транспорт кислорода у пациентов со злокачественными новообразованиями органов малого таза.

2. Ожирение является значимым фактором риска нарушения биомеханики дыхания, доставки кислорода и периоперационных нарушений кислотно-основного состояния в условиях длительного положения Тренделенбурга и карбоксиперитонеума при проведении робот-ассистированных лапароскопических операций на органах малого таза.

3. Ожирение является важным фактором персонифицированного выбора гипнотического компонента общей анестезии с целью предотвращения неблагоприятных событий и явлений периоперационного периода, а также удовлетворенностью пациентов самой анестезией.

4. Реализация разработанного и апробированного протокола анестезиологического обеспечения робот-ассистированных лапароскопических операций на органах малого таза у пациентов с ожирением позволяет повысить комфорт, качество и безопасность анестезии.

Степень достоверности

Обоснованность полученных результатов обусловлена достаточным и репрезентативным количеством наблюдений в клинической части работы, а также адекватностью методов исследования и статистической обработки данных, полученных в проспективном исследовании.

Апробация работы

Основные положения диссертации были доложены и обсуждены на: форуме анестезиологов и реаниматологов России ФАРР-2021 (Москва, 2021); региональной научно-практической конференции «Анестезия и интенсивная терапия в XXI веке. Командный подход» (Уфа, 2021); 17-й межрегиональной научно-практической конференции с международным участием «Современные аспекты анестезиологии и интенсивной терапии» (Новосибирск, 2022);

региональной научно-практической конференции «Современная ингаляционная анестезия» (Уфа, 2022).

Диссертационная работа апробирована на заседании проблемной комиссии «Анестезиология, реаниматология, интенсивная терапия» ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России (Уфа, 2022).

Внедрение результатов исследования

Результаты диссертационного исследования используются в практической работе отделения анестезиологии-реанимации Клиники ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России и учебном процессе кафедры анестезиологии и реаниматологии с курсом ИДПО ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России.

Публикации

По теме диссертации опубликовано 6 научных работ, в том числе 4 статьи в научных журналах и изданиях, которые включены в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, из них 1 статья в журнале, входящем в международную реферативную базу данных и систем цитирования (Scopus).

Объем и структура работы

Диссертация изложена на 112 страницах машинописного текста и состоит из введения, семи глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы и списка иллюстративного материала. Список литературы представлен 150 источниками, из которых 147 в зарубежных изданиях. Полученные результаты иллюстрированы с помощью 23 таблиц и 13 рисунков.

Личный вклад автора

Автор принимал непосредственно участие в разработке дизайна исследования, наборе данных, проведении всех анестезиологических пособий, осуществлял формирование базы данных, выполнял статистический анализ и интерпретировал результаты исследования.

ГЛАВА 1 ФАКТОРЫ РИСКА НАРУШЕНИЙ БИОМЕХАНИКИ ДЫХАНИЯ И ГАЗООБМЕНА, СТРАТЕГИИ УЛУЧШЕНИЯ ЛЁГОЧНОЙ ФУНКЦИИ И ВЫБОР МЕТОДА АНЕСТЕЗИИ ПРИ РОБОТ-АССИСТИРОВАННЫХ ОПЕРАТИВНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВАХ НА ОРГАНАХ МАЛОГО ТАЗА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1 Факторы риска нарушений биомеханики дыхания и газообмена

Поскольку робот-ассистированная хирургия становится все более популярной, врачи анестезиологи-реаниматологи сталкиваются с периоперационными осложнениями, приводящими к повторной интубации трахеи и продлённой искусственной вентиляции легких (ИВЛ). Необходимо понимать патофизиологические последствия длительного карбоксиперитонеума и положения Тренделенбурга, оценивать факторы риска и принимать соответствующие решения для предотвращения ожидаемых осложнений.

J. Y. Lee с соавт. [145] изучали возможные факторы риска развития дыхательной недостаточности у пациентов после операций РАОМТ. Основным выводом этого исследования было то, что данные пациенты имеют более высокий риск послеоперационной дыхательной недостаточности. Общая частота отсроченной экстубации трахеи составила 27,5 %, что является высоким показателем. В мультифакторном анализе интраоперационная гемотрансфузия и длительность положения Тренделенбурга, но не ИМТ показали себя значимыми факторами риска послеоперационной дыхательной недостаточности.

D. Schrijvers с соавт. [105] исследовали изменение показателей оксигенации и вентиляции у пациентов, длительно находившихся в положении Тренделенбурга с карбоксиперитонеумом при операциях РАОМТ. Была показана приблизительно 50 % вентиляция «мёртвого» пространства и 10 % венозный шунт после наложения карбоксиперитонеума и перевода пациента в положение Тренделенбурга. Несмотря на ожидаемое нарастание ателектаза и снижение функциональной остаточной ёмкости лёгких, лёгочный газообмен в целом

оставался адекватным, парциальное давление углекислого газа в венозной крови (P_vCO_2) практически не изменялось и не являлось препятствием к проведению операций.

A. F. Kalmar с соавт. [76] показали, что комбинация длительного карбоксиперитонеума и положения Тренделенбурга значительно изменяла дыхательный гомеостаз. Через 2 часа операции конечно-экспираторное давление углекислого газа ($EtCO_2$) увеличилось с 4,12 до 4,79 кПа; давление плато в дыхательных путях (Дплат) с 14 до 26 см вод. ст., а динамическая податливость лёгких (Плегк) уменьшилась с 50 до 23 мл/см вод. ст. В целом комбинация длительного карбоксиперитонеума с положением Тренделенбурга хорошо переносилась пациентами, и все исследованные параметры оставались в пределах клинически приемлемых величин.

Y. Kadono с соавт. [28] изучили влияние 20°, 25° и 30° угла положения Тренделенбурга в условиях карбоксиперитонеума на дыхательный гомеостаз. По мере того, как угол наклона операционного стола становился все больше, $EtCO_2$ и пиковое давление в дыхательных путях (Дпик) имели тенденцию к увеличению, а Плегк имела тенденцию к уменьшению. Таким образом, эффекты карбоксиперитонеума и положения Тренделенбурга на дыхательную систему были выражены при большем угле наклона (Таблица 1).

D. K. Choi с соавт. [32] показали, что артерио-альвеолярный градиент углекислого газа увеличивался по мере нахождения пациентов в условиях карбоксиперитонеума и положения Тренделенбурга, и что была значительная взаимосвязь между пожилым возрастом и данным градиентом.

O. F. Kilic с соавт. [55] оценили сопротивление и потоки верхних и нижних дыхательных путей в положении Тренделенбурга у пациентов с хроническими обструктивными болезнями легких (ХОБЛ). Максимальный поток вдоха и выдоха увеличился, а носовой поток воздуха уменьшился непосредственно после операции и нормализовался через 24 часа. У пациентов без лёгочных заболеваний жизненная ёмкость лёгких и объем форсированного выдоха максимально

уменьшились к концу первых суток и восстановились к 5 дню, тогда как у пациентов с ХОБЛ подобные изменения продолжались более 5 дней.

W. Köhne с соавт. [13] проводили спирометрические тесты для измерения сопротивления верхних дыхательных путей у пациентов, страдающих от синдрома сонного апноэ. Соотношение максимального среднего потока выдоха и вдоха, как показатель сопротивления верхних дыхательных путей, было значительно увеличено после операции и нормализовалось в течение 24 часов, в то время как жизненная ёмкость лёгких и объем форсированного выдоха были значительно снижены и восстановились частично лишь на 5 день после операции.

D. Meiningер с соавт. [68] изучили влияние избыточной массы тела на артериальную оксигенацию и гемодинамику у пациентов, перенёсших длительные операции в условиях карбоксиперитонеума. Результаты исследования показали, что пациенты даже с умеренным превышением ИМТ до 25–29,9 кг/м² имели худшую оксигенацию и более высокий альвеолярно-артериальный градиент кислорода после начала анестезии и перевода в положение Тренделенбурга.

В исследовании P. Lebowitz с соавт. [108] ни у одного пациента не было периоперационных дыхательных осложнений, хотя парциальное давление кислорода в артериальной крови (PaO₂) неизменно снижалось с 395 до 316 мм рт. ст., а разница парциального давления углекислого газа в артериальной крови (PaCO₂) и EtCO₂ нарастала с 10,0 до 13,4 мм рт. ст. Отличием дыхательной механики у пациентов с высоким ИМТ было значимое повышение Дпик после интубации трахеи.

S. Blecha с соавт. [142] оценили возможную корреляцию между длительным 45-градусным положением Тренделенбурга в сочетании с карбоксиперитонеума и высоким ИМТ с изменениями дыхательной механики. Результаты исследования показали, что увеличение Дпик до 35 см вод. ст. и вентиляционного давления в дыхательных путях (Двент = Дплат – ПДКВ) более 30 см вод. ст., и снижение Плегк более чем на 50 % напрямую коррелировало с ИМТ 30 кг/м² и выше.

Таким образом, операции РАОМТ выполняются в основном пациентам средней или старшей возрастной группы с присущими им сопутствующими заболеваниями. Абсолютные противопоказания включают выраженные нарушения в системе гемостаза и повышение внутричерепного давления, к относительным противопоказаниям относятся сердечная недостаточность, ХОБЛ тяжёлой степени. Особое внимание следует обратить на пациентов с ИМТ более 30 кг/м^2 , поскольку ожирение само по себе влечёт серьёзные физиологические нарушения в системах дыхания и кровообращения, прежде всего снижение жизненной ёмкости лёгких, гиповентиляцию, гиперкапнию и гипоксемию. В условиях длительного положения Тренделенбурга эти нарушения усугубляются вплоть до того, что остаточный объем закрытия нижних дыхательных путей становится равным или превышает функциональную остаточную ёмкость лёгких, что сопровождается нарушением вентиляционно-перфузионного соотношения и увеличением внутрилёгочного шунтирования.

Таблица 1 – Обзор сравнительных исследований влияния факторов риска на дыхательную механику и газообмен

Первый автор, год	Kadono Y., 2013	Choi D. K., 2012	Meininger D., 2006	Lebowitz P., 2015	Blecha S., 2019
Дизайн исследования	Одноцентровое проспективное контролируемое	Одноцентровое проспективное контролируемое	Многоцентровое проспективное контролируемое	Одноцентровое обсервационное	Одноцентровое проспективное нерандомизированное
Пациенты	n = 35; ASA I–II	n = 92; ASA I–II	n = 30; ASA I–III	n = 32; ASA II–III	n = 51; ASA I–III
Критерии исключения	Сердечно-лёгочные, почечные, неврологические болезни	Сердечно-лёгочные болезни, ненормальная спирограмма	Сердечно-лёгочные болезни	Возраст > 72 лет, ИМТ > 38 кг/м ²	Возраст > 80 лет, ИМТ > 40 кг/м ² , ASA > III класса, сердечно-лёгочные болезни
Цель исследования	Влияние 20°, 25° и 30° положения Тренделенбурга на сердечно-сосудистую и дыхательную систему	Взаимосвязь между возрастом и артерио-альвеолярным градиентом углекислого газа	Гемодинамика и газообмен у пациентов с избыточным ИМТ	Повреждение вентиляции и оксигенации у пациентов с избыточным ИМТ	Влияние ИМТ > 30 кг/м ² на лёгочную функцию
Вариант анестезии	ИнгАн	ИнгАн	ТВВА	ИнгАн	ТВВА

Продолжение таблицы 1

Первый автор, год	Kadono Y., 2013			Choi D. K., 2012		Meininger D., 2006		Lebowitz P., 2015		Blecha S., 2019	
Параметры ИВЛ	ДО 10 мл/кг; I : E 1 : 2; ПДКВ 0 см вод. ст.; FiO ₂ 0,5; целевые EtCO ₂ 30–40 мм рт. ст.; SpO ₂ > 98 %			ДО 10 мл/кг; I : E 1 : 2; FiO ₂ 0,5; целевое EtCO ₂ 30–38 мм рт. ст.		ПДКВ 5 см вод. ст.; FiO ₂ 0,5; целевые рН 7,35–7,45; BE ± 3 ммоль/л; HCO ₃ [–] 21–27 ммоль/л; PaCO ₂ 35–40 мм рт. ст.		ДО 6 мл/кг; ЧД 10 в мин; I : E 1 : 1; ПДКВ 5 см вод. ст.; FiO ₂ 1,0; целевое Дпик ≤ 40 см вод. ст.		ДО 8 мл/кг; ЧД 10 в мин; I : E 1 : 1; ПДКВ 5–8 см вод. ст.; целевые EtCO ₂ 30–40 мм рт. ст.; SpO ₂ > 96 %/PaO ₂ > 90 мм рт. ст.	
ВБД, мм рт. ст.	12			10–13		12		15		15	
Факторы риска	наклон операционного стола			возраст, лет		ИМТ, кг/м ²					
	20°	25°	30°	45–65	> 65	< 25	≥ 25	< 25	≥ 25	< 30	≥ 30
Осложнения	не было			—		не было		не было		не было	

Окончание таблицы 1

Первый автор, год	Kadono Y., 2013	Choi D. K., 2012	Meininger D., 2006	Lebowitz P., 2015	Blecha S., 2019
Выводы	Положение Тренделенбурга влияет на сердечно-сосудистую и дыхательную системы и эффект уменьшения Плегк сильнее при большем наклоне	С увеличением возраста и длительности положения Тренделенбурга происходит увеличение градиента	Превышение ИМТ 25–29,9 кг/м ² ведёт к худшей оксигенации и более высокой альвеолярно-артериальной разнице давления кислорода	У пациентов с ИМТ > 25 кг/м ² значительно повышено Дпик	Увеличение Дпик > 35 см вод. ст., Двент > 30 см вод. ст. и Плегк > 50 % коррелирует с ИМТ ≥ 30 кг/м ²
Примечание. ВБД – внутрибрюшное давление; Двент – вентиляционное давление в дыхательных путях; ДО – дыхательный объем; Дпик – пиковое давление в дыхательных путях; ИнгАн – ингаляционная анестезия; ИВЛ – искусственная вентиляция легких; ИМТ – индекс массы тела; ИП – инспираторная пауза; МВЛ – минутная вентиляция легких; ПДКВ – положительное давление в конце выдоха; Плегк – динамическая податливость лёгких; ТВВА – тотальная внутривенная анестезия; ЧД – частота дыханий; ASA – Американское общество анестезиологов; ВЕ – избыток/дефицит оснований крови; EtCO₂ – конечно-экспираторное давление углекислого газа; FiO₂ – фракция вдыхаемого кислорода; HCO₃⁻ – гидрокарбонаты крови; pH – кислотность крови; I : E – отношение времени вдоха ко времени выдоха; РаСО₂ – парциальное давление углекислого газа в артериальной крови; РаО₂ – парциальное давление кислорода в артериальной крови; SpO₂ – сатурация периферической крови кислородом.					

1.2 Стратегии улучшения лёгочной функции

В последние годы были исследованы несколько режимов ИВЛ, направленных на улучшение биомеханики дыхания и артериальной оксигенации у пациентов во время операций РАОМТ (Таблица 2).

Таблица 2 – Обзор клинических исследований биомеханики дыхания и газообмена

Первый автор, год	Вмешательство	Заключение
Режим ИВЛ		
Choi E. M., 2011	ИВЛдавл против ИВЛоб	Преимущество ИВЛдавл в большей Пдин и меньшем Дпик, но не в оксигенации или гемодинамике
Hirabayashi G., 2018	ИВЛдавл–РС против ИВЛдавл против ИВЛоб	ИВЛдавл–РС уменьшило отношение ФМП к ДО
Hirabayashi G., 2020	ИВЛдавл–РС против ИВЛоб	ИВЛдавл–РС уменьшила ФМП. Не было разницы в выдыхаемом ДО, Дплат, Двент
Jaju R., 2017	ИВЛдавл против ИВЛоб	Меньшее Дпик и лучшая Пдин в группе ИВЛдавл. Равная эффективность в оксигенации
Kim M. S., 2018	ИВЛоб–РС против ИВЛдавл	Хотя Дсред снизилось при ИВЛоб–РС, не было различий
Lee J. M., 2020	ИВЛоб против ИВЛдавл против ИВЛдавл–ГДО	ИВЛдавл–ГДО обеспечило низкое Дпик, высокое Дсред и Пдин без существенных различий в газах крови
Park J. H., 2019	ИВЛдавл–ДК против ИВЛоб	Дпик ниже при ИВЛдавл–ДК. Оксигенация не улучшилась
Отношение I : E		
Hur M., 2018	1 : 1 против 1 : 2	Не было различий в оксигенации, элиминации CO ₂ , Пдин
Kim M. S., 2015	1 : 1 против 1 : 2	Отношение 1 : 1 ассоциировано со снижением Дпик. Не было различий в оксигенации

Продолжение таблицы 2

Первый автор, год	Вмешательство	Заключение
ПДКВ		
Girrbach F., 2020	Индивидуальное ПДКВ против ПДКВ 5 см вод. ст.	Индивидуальное ПДКВ улучшило PaO_2/FiO_2 и конечно-экспираторный объем лёгких
Haliloglu M., 2017	ДО 6 мл/кг + ПДКВ 8 см вод. ст. против ДО 10 мл/кг + ПДКВ 0 см вод. ст.	Протективная ИВЛ: уровни PaO_2 и SpO_2 выше, $A-aDO_2$ меньше
Lee H. J., 2013	0 против 3 или 5 или 7 или 10 см вод. ст.	ПДКВ 7 см вод. ст. ассоциировано с лучшим $PaCO_2$ и $A-aDO_2$ без чрезмерного Дпик
Meiningner D., 2005	5 см вод. ст. против 0 см вод. ст.	ПДКВ 5 см вод. ст. улучшило оксигенацию
Shono A., 2020	ПДКВ 5 см вод. ст. против ПДКВ 15 см вод. ст.	ПДКВ 15 см вод. ст. принесло меньшее Двент, большую Плегк и лучшее PaO_2/FiO_2
Spinazzola G., 2019	ДО 6 мл/кг + ПДКВ 8–10 см вод. ст. против ДО 10 мл/кг + ПДКВ 5 см вод. ст.	Протективная ИВЛ: не улучшала механику дыхания и была неэффективна в послеоперационном газообмене
Yoon H. K., 2021	Индивидуальное ПДКВ против ПДКВ 7 см вод. ст.	Индивидуальное ПДКВ принесло меньшее Двент и большую Пдин
Манёвр рекрутмента		
Ahn S., 2016	40 см вод. ст. против ПДКВ 15 см вод. ст.	PaO_2 выше в группе МР. Не было различий в Пдин
Choi E. S., 2017	ПДКВ 4–16 см вод. ст. против ПДКВ 5 см вод. ст.	МР улучшил оксигенацию и предотвратил лёгочные осложнения

Окончание таблицы 2

Первый автор, год	Вмешательство	Заключение
Kudoh O., 2020	30 см вод. ст. против ПДКВ 5 см вод. ст.	МР улучшил Плегк, ПДКВ хуже в устранении ателектазов
Примечание. ДО – дыхательный объем; Дпик/Дплат/Дсред/Двент – пиковое/плато/среднее/вентиляционное давление в дыхательных путях; ИнгАн – ингаляционная анестезия; ИВЛ – искусственная вентиляция легких; ИВЛдавл/ИВЛоб – ИВЛ с контролем по давлению/объему; ИВЛдавл–ГДО – ИВЛ с контролем по давлению и гарантированным дыхательным объемом; ИВЛдавл/ИВЛоб–РС – ИВЛ с контролем по давлению/объему и равным/реверсным соотношением времени вдоха ко времени выдоха; ИВЛдавл–ДК – ИВЛ с двойным контролем по давлению; МР – манёвр рекрутмента; ПДКВ – положительное давление в конце выдоха; Пдин/Плегк – динамическая податливость дыхательной системы/лёгких; ФМП – физиологическое «мёртвое» пространство; A-aDO ₂ – альвеолярно-артериальный градиент кислорода; EtCO ₂ – конечно-экспираторное давление углекислого газа; FiO ₂ – фракция вдыхаемого кислорода; I : E – отношение времени вдоха ко времени выдоха; PaO ₂ /PaCO ₂ – парциальное давление кислорода/углекислого газа в артериальной крови; SpO ₂ – сатурация периферической крови кислородом; PaO ₂ /FiO ₂ – респираторный индекс.		

1.2.1 Параметры вентиляции

В исследовании E. M. Choi с соавт. [41] преимущество ИВЛдавл над режимом ИВЛоб было в увеличении Плегк и снижении Дпик, но не в Дсред, которое является отражением рекрутмента коллабированных альвеол и перераспределения лёгочного кровотока и, таким образом, является важнейшей клинической детерминантой газообмена при ИВЛ с положительным давлением.

В серии исследований G. Hirabayashi с соавт. [51, 85] протективную ИВЛдавл–РС сравнивали с традиционной ИВЛдавл/об. ИВЛдавл–РС проводилась с верхним пределом Дплат 30 см вод. ст., и между группами не было существенных различий в выдыхаемом ДО, Дплат и Двент. Режим ИВЛдавл–РС снизил объем ФМП, но не было других существенных преимуществ в отношении дыхательных или гемодинамических параметров по сравнению с традиционными режимами ИВЛ.

Принципиальным открытием исследования R. Jaji с соавт. [40] было более низкое Дпик и Плегк в условиях длительного карбоксиперитонеума и положения Тренделенбурга при одном и том же ДО в группе пациентов, кому проводилась ИВЛдавл. При этом оба режима ИВЛ были одинаково эффективными с точки зрения оксигенации по параметрам PaO_2 и SpO_2 .

М. S. Kim с соавт. [43] сравнили влияние режима ИВЛдавл–ГДО против ИВЛоб–РС на газообмен, биомеханику дыхания и гемодинамику. Результаты исследования показали, что хотя Дсред через 30 и 60 минут после наложения карбоксиперитонеума и положения Тренделенбурга было ниже, но Дпик и гемодинамические данные были сопоставимы в обеих группах и не было никаких различий в оксигенации, газообмене, биомеханике дыхания и гемодинамике независимо от режима ИВЛ.

Ј. М. Lee с соавт. [42] сравнили эффекты ИВЛоб против ИВЛдавл–ГДО на лёгочные и гемодинамические переменные в длительном положении Тренделенбурга с карбоксиперитонеумом. Группы ИВЛдавл–ГДО показали более низкое Дпик и более Дсред, и более высокую Плегк. Не было отличий между группами пациентов в гемодинамике или оксигенации.

В исследовании Ј. Н. Park с соавт. [149] сравнивали интраоперационную ИВЛоб и ИВЛдавл–ДК с целью выявления оптимальной методики при операциях РАОМТ. Режим ИВЛдавл–ДК не обеспечивал значительно лучшей оксигенации, чем режим ИВЛоб, однако значительно снизил Дпик гемодинамической нестабильности во время карбоксиперитонеума и положения Тренделенбурга.

Ранее М. Gad с соавт. [102] показали превосходящую роль режима ИВЛдавл–ГДО в сравнении с ИВЛоб–РС у женщин с ИМТ $> 30 \text{ кг/м}^2$, которые подвергались стандартной лапароскопической гистерэктомии в положении Тренделенбурга. В группе лечения наблюдалось значительно более низкое Дпик и большая Пдин. Среднее давление в дыхательных путях было выше в группе контроля, но без статистически значимых различий между исследуемыми группами. Другие параметры вентиляции, газообмена и гемодинамики были сопоставимы между группами пациентов.

Таким образом, было проведено несколько исследований эффективности и безопасности ИВЛ при операциях РАОМТ, и ИВЛдавл была найдена в качестве подходящего режима. Режим ИВЛдавл генерирует постоянный поток на вдохе, что теоретически приводит к более равномерному распределению дыхательного объема, облегчая рекрутмент недостаточно вентилируемых легочных сегментов и улучшая оксигенацию. Хотя разница минимальная, режим ИВЛдавл более эффективный по сравнению с ИВЛоб в снижении Дпик, но его влияние на улучшение оксигенации ограничено. Этому есть следующее объяснение. Оба режима ИВЛ производят высокое Дсред и в отсутствие МР сжатие внутриальвеолярных сосудов во время принудительного вдоха скорее увеличивает внутрилегочный шунт. Режим ИВЛдавл-ГДО может быть эффективной альтернативой режиму ИВЛдавл во время операций РАОМТ, когда Плегк непрерывно меняется, потому что постоянный ДО может быть достигнут с требованием меньшего количества регулировок по сравнению с режимом ИВЛдавл.

1.2.2 Инверсия отношения вдоха к выдоху

М. Hug с соавт. [100] исследовали изменение PaO_2 в зависимости от соотношения времени вдоха ко времени выдоха (1 : 1 против 1 : 2) и длительности операции. Наблюдалось значительное снижение PaO_2 для обеих групп при сочетании длительного карбоксиперитонеума с положением Тренделенбурга в сравнении с исходным уровнем. $PaCO_2$ увеличивалось при отношении I : E 1 : 2, но существенно не увеличивалось при 1 : 1; однако различий в PaO_2 и $PaCO_2$ между группами пациентов не было. Таким образом, изменение отношения I : E 1 : 1 улучшало показатели оксигенации в первый час операции, однако эффект вентиляции с равным соотношением более одного часа еще предстоит определить.

С другой стороны, в исследовании М. S. Kim с соавт. [144] отношение времени I : E 1 : 1 было связано со значительным снижением Дпик в сравнении с

отношением 1 : 2 без гемодинамической нестабильности во время длительного карбоксиперитонеума в положения Тренделенбурга. Тем не менее, не было существенной разницы между группами пациентов по PaO_2 и $PaCO_2$, и, соответственно, нет четких рекомендаций, каким отношением вдоха к выдоху пользоваться для улучшения оксигенации при роботических операциях.

Таким образом, ИВЛ с удлинённым отношением I : E может быть полезна в улучшении оксигенации и уменьшении давления в дыхательных путях после наложения карбоксиперитонеума в сравнении с обычным отношением 1 : 2. Потенциальные механизмы оптимизации оксигенации при ИВЛ с удлинённым отношением I : E – это улучшение внутрилегочного распределения вдыхаемого воздуха из-за более медленного инспираторного потока и внутреннего ПДКВ из-за короткого времени выдоха. Учитывая потенциальные осложнения ИВЛ с пролонгированным отношением I : E во время длительных операций РАОМТ, следует детально рассмотреть риски и преимущества в зависимости от состояния пациента и хирургической ситуации.

1.2.3 Положительное давление в конце выдоха

В исследовании F. Girtbach с соавт. [74] индивидуальное ПДКВ, подобранное под контролем импедансной томографии, вместе с МР привело к лучшей оксигенации и большему конечно-экспираторному объёму лёгких в сравнении со стандартным ПДКВ 5 см вод. ст. у пациентов без ожирения, оперированных в условиях карбоксиперитонеума и положения Тренделенбурга.

В исследовании M. Haliloglu с соавт. [83] послеоперационная функция лёгких была менее нарушена у пациентов, кому проводилась ИВЛ с ДО 6 мл/кг и ПДКВ 8 см вод. ст. в сравнении с пациентами, кому проводилась ИВЛ с ДО 10 мл/кг и ПДКВ 0 см вод. ст. Ни у одного пациента не было дыхательных осложнений, но интраоперационная оксигенация была значительно снижена у пациентов, кому проводилась ИВЛ высоким ДО, в сравнении с пациентами группы протективной ИВЛ, и не было различий в элиминации углекислого газа и

гемодинамических параметрах.

Исследование Н. J. Lee с соавт. [93] показало, что биомеханика дыхания и оксигенация у пациентов улучшалась вместе с увеличением ПДКВ. В том исследовании ПДКВ 3, 5, 7 и 10 см вод. ст. сравнивали с ПДКВ 0 см вод. ст. и только ПДКВ 7 см вод. ст. было оптимальным, потому что этот уровень улучшал артериальную оксигенацию без чрезмерного повышения Дпик.

D. Meininger с соавт. [99] изучили влияние длительного карбоксиперитонеума на оксигенацию артериальной крови и гемодинамику при ИВЛ с ПДКВ 5 см вод. ст. и без него (ПДКВ 0 см вод. ст.). Применение ПДКВ привело к значительно более высоким значениям PaO_2 через 3 и 4 ч карбоксиперитонеума; после десуффляции значения оксигенации артериальной крови снизились значительно ниже значений до инсуффляции. Таким образом, применение ПДКВ 5 см вод. ст. сохраняет приемлемую оксигенацию при длительном карбоксиперитонеуме.

В исследовании A. Shono с соавт. [98] влияние карбоксиперитонеума и положения Тренделенбурга на вентиляцию в дорсальных отделах лёгких было значительным как в группе обычного ПДКВ, так и в группе высокого ПДКВ. Однако эффект ПДКВ 15 см вод. ст. был больше и привёл к более благоприятным физиологическим эффектам и лучшей оксигенации во время операции, чем при ПДКВ 5 см вод. ст. Более низкое Двент и более Плегк были продемонстрированы в группе высокого уровня ПДКВ во время длительного карбоксиперитонеума в положении Тренделенбурга.

В исследовании G. Spinazzola с соавт. [56] между группами протективной против стандартной ИВЛ не было обнаружено существенных различий с точки зрения биомеханики дыхания. В обеих группах наблюдалось значительное снижение статической податливости и значительное повышение лёгочного давления и $PaCO_2$ между исходным уровнем и временем экстубации. $PaCO_2$ был значительно выше во время протективной ИВЛ. В конкретной хирургической ситуации стратегия протективной ИВЛ не улучшала биомеханику дыхания и была неэффективна в послеоперационном газообмене.

В исследовании Н. К. Yoon с соавт. [60] изучали влияние ИВЛ с индивидуально подобранным ПДКВ на послеоперационные ателектазы у пациентов, перенёвших робот-ассистированные операции. Оптимальное ПДКВ, которое максимально оптимизировало Пдин, было определено с помощью индивидуального подбора. Индивидуальное ПДКВ значительно уменьшало послеоперационные ателектазы, что было оценено с помощью ультразвукового исследования, однако не было существенной разницы в частоте послеоперационных дыхательных осложнений.

1.2.4 Манёвры рекрутмента

S. Ahn с соавт. [52] оценили влияние МР в 40 см вод. ст. в течение 40 секунд на системную оксигенацию и податливость лёгких с интраоперационным ПДКВ 15 см вод. ст. Было найдено, что PaO_2 было значительно выше без гемодинамических нарушений, однако это благоприятное влияние на оксигенацию длилось недолго, также как не было различий по другим дыхательным переменным, включая динамическую и статическую податливость лёгких.

E. S. Choi с соавт. [54] показали, что, по сравнению только с ПДКВ, МР может предотвратить лёгочные осложнения в периоперационном периоде. Кроме того, исследование показало потенциал МР на фоне ПДКВ в качестве метода управления интраоперационной оксигенацией.

O. Kudoh с соавт. [140] оценили эффекты МР в 30 см вод. ст. длительностью 30 секунд на системную оксигенацию и податливость лёгких. Основным выводом исследования было, что стратегия «открытого лёгкого» эффективна в улучшении податливости лёгких, и что одного только ПДКВ 5 см вод. ст. может быть недостаточно для устранения ателектаза.

Таким образом, ИВЛ с ПДКВ ассоциируется с улучшением оксигенации и податливости лёгких без излишнего возрастания давления в дыхательных путях или сердечно-сосудистой дисфункции. Кроме того, несмотря на кратковременный

эффект, МР недостаточно вентилируемых участков лёгких во время длительного карбоксиперитонеума и положения Тренделенбурга, по-видимому, уменьшают альвеолярное «мёртвое» пространство и улучшают газообмен, и этому может способствовать замедление инспираторного потока. Эти эффекты ПДКВ и МР могут улучшить клинические исходы после операций РАОМТ.

1.3 Выбор метода анестезии

Влияние ингаляционной против тотальной внутривенной анестезии на биомеханику дыхания при лапароскопических операциях сравнивалось в нескольких исследованиях. В исследовании S. R. Bang с соавт. [39] ИнгАн и ТВВА были связаны с увеличением Дпик и дыхательного сопротивления и уменьшением Пдин в период длительного карбоксиперитонеума и положения Тренделенбурга, при этом пациенты группы ТВВА имели значительно более высокие значения дыхательного сопротивления. В исследовании R. Sivaci с соавт. [138] при сравнении двух ингаляционных анестетиков во время общей анестезии десфлуран вызывал значимое увеличение Дпик и уменьшение Пдин, тогда как севофлуран значительно снижал дыхательное сопротивление. На сегодняшний день не было проведено сравнительных исследований влияния конкретного анестетика на биомеханику дыхания и газообмен при проведении операций РАОМТ в условиях длительного карбоксиперитонеума и положения Тренделенбурга.

С популяризацией робот-ассистированной лапароскопической хирургии были выявлены значительные негативные физиологические эффекты комбинации карбоксиперитонеума и положения Тренделенбурга на увеличение внутричерепного давления (ВЧД), особенно при длительном времени его поддержания. Интраоперационное снижение перфузионного давления головного мозга было связано с цереброваскулярными расстройствами [139]. Анестетики могут влиять на ВЧД во время операции. Ранее сообщалось о снижении церебрального кровотока, скорости мозгового обмена и ВЧД при анестезии

пропофолом [29, 89]. С другой стороны, вазодилататорные свойства севофлурана потенциально могут проявляться увеличением мозгового кровотока и ВЧД [46]. Тем не менее, влияние анестетиков на ВЧД во время длительного карбоксиперитонеума и положения Тренделенбурга ранее было изучено недостаточно. Цереброспинальная жидкость во внутричерепном субарахноидальном пространстве и под твердой мозговой оболочкой вокруг зрительного нерва связаны между собой. Поскольку цереброспинальная жидкость несжимаема, внутриглазное давление напрямую передается жидкости в пространствах оболочек зрительного нерва. Новый неинвазивный метод оценки ВЧД – ультразвукографическое измерение диаметра оболочки зрительного нерва (ДОЗН), помогает оценить сдвиги цереброспинальной жидкости в ответ на повышение внутриглазного давления. В предыдущих исследованиях было показано, что ультразвукографическое измерение ДОЗН сильно коррелирует с инвазивной методикой измерения ВЧД в одном из боковых желудочков или паренхиме головного мозга в положении Тренделенбурга [49, 127]. На сегодняшний день в единичных исследованиях были проведены интраоперационные измерения ДОЗН для косвенной оценки ВЧД при различных видах анестезии у пациентов во время операций РАОМТ.

Заключение

Таким образом, изменения в механике дыхания как результат длительного карбоксиперитонеума и положения Тренделенбурга во время операций РАОМТ могут увеличить нагрузку на лёгкие, что ведёт к вентилятор-ассоциированному повреждению лёгких. Стратегия протективной ИВЛ, состоящая из ограниченного дыхательного объема и оптимального ПДКВ, играет важную роль в предотвращении послеоперационной дыхательной недостаточности и острого респираторного дистресс-синдрома. Тем не менее, результаты клинических исследований, направленных на улучшение режимов ИВЛ, чтобы свести к минимуму неблагоприятные последствия длительного карбоксиперитонеума и положения Тренделенбурга во время операций РАОМТ, все ещё остаются

спорными. Этот обзор предлагает первую оценку факторов риска и доказательств эффективности различных режимов и параметров ИВЛ при операциях РАОМТ. Хотя большинство исследований были высокого качества, но дальнейшие исследования с более длительным периодом наблюдения необходимы для определения клинической эффективности и безопасности.

ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Это одноцентровое проспективное нерандомизированное клиническое исследование. Вид медицинской помощи – специализированная. Форма медицинской помощи – плановая. Условия медицинской помощи – стационарные. Проведение исследования было одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. В исследование были включены пациенты обоих полов в возрасте от 18 лет со злокачественными новообразованиями тела или шейки матки, яичников, предстательной железы, мочевого пузыря. физическим состоянием II–III функциональных классов ASA, подписавшие форму информированного согласия на проведение оперативного вмешательства, способные и готовые выполнять требования протокола исследования. Критериями исключения пациентов из исследования были отказ от участия, IV функциональный класс ASA, аллергические реакции на пропофол и/или другие лекарственные препараты, и офтальмопатология (отслойка сетчатки и острые воспалительные заболевания органа зрения).

Мы получили данные о 130 пациентах. Из исследования были исключены 4 пациента с длительной гипотензией и острыми нарушениями ритма сердца. Средний возраст пациентов составил 63 года, средний ИМТ 32 кг/м^2 . Сопутствующие заболевания были у 69,5 % пациентов. В соответствии с поставленными задачами, пациенты были разделены на группы по варианту анестезии: группа ингаляционной анестезии десфлураном (ИнгАн) и группа ТВВА пропофолом. Также мы разделили пациентов на группы по ИМТ: группа пациентов с ожирением ($\text{ИМТ} \geq 30 \text{ кг/м}^2$) и группа пациентов без ожирения ($\text{ИМТ} < 30 \text{ кг/м}^2$) (Таблица 3).

Таблица 3 – Разделение пациентов на группы исследования

Группа пациентов	Пациенты без ожирения	Пациенты с ожирением	Всего
ИнгАн	55	18	73
ТВВА	26	27	53
Итого	81	45	126
Примечание. ИнгАн – ингаляционная анестезия; ТВВА – тотальная внутривенная анестезия.			

По структуре робот-ассистированные операции разделились следующим образом: радикальная простатэктомия – 68 пациентов, радикальная цистэктомия – 14, экстирпация матки с придатками – 39, эвисцерация органов малого таза – 6 пациентов.

2.1 Протокол исследования

Пациенты проходили диагностические и лечебные процедуры в соответствии с действующими клиническими рекомендациями, стандартами оказания медицинской помощи, приказами медицинского учреждения и настоящим протоколом. После определения соответствия критериям включения и отсутствия критериев исключения пациентам была проведена предоперационная подготовка. Консультации врачей: терапевта, онколога, офтальмолога и анестезиолога-реаниматолога. В план предоперационного обследования были включены лабораторные исследования: группа крови и резус-фактор, клинический и биохимический анализ крови, коагулограмма, кровь на ВИЧ, сифилис, гепатиты В и С, клинический анализ мочи; инструментальные методы исследования: флюорография, электрокардиография, эхокардиография, спирография, эзофагогастродуоденоскопия. Фиксировали перенесённые и сопутствующие заболевания и состояния пациентов по индексу коморбидности Charlson и оценивали функциональный статус пациентов по классификации ASA.

Всем пациентам было рекомендовано соблюдать щадящую диету за один

день до операции, и прекратить принимать пищу и воду перорально после полуночи, предшествующей операции. Пациентам с сахарным диабетом было предписано воздерживаться от утренних доз инсулина и пероральных гипогликемических препаратов. В периоперационном периоде поддерживали строгий контроль гликемии 4–8 ммоль/л. Антикоагулянты и дезагрегантные препараты отменяли с переходом на мост-терапию согласно клиническим рекомендациям Федерации анестезиологов и реаниматологов России. Пациентам с гастроэзофагеальной рефлюксной болезнью перед операцией назначали H₂-блокатор (ранитидин), чтобы снизить риск аспирационных осложнений. Предоперационная антибиотикопрофилактика проводилась за 60 минут до кожного разреза. Мы использовали 2 г цефазолина или 1 г ванкомицина для пациентов с аллергией на цефалоспорины. Компрессионный трикотаж, а также низкомолекулярные гепарины использовали для профилактики тромбоза глубоких вен. Все операции были выполнены четырьмя хирургами на роботическом комплексе da Vinci Surgical System (Intuitive Surgical, Sunnyvale, CA, США) и хирургическом столе DIAMOND 60 BLK (Schmitz u. Sohne GmbH & Co.KG, Германия).

Протокол анестезиологического обеспечения операций РАОМТ был стандартизирован для ингаляционной низкпоточной анестезии 5–6 об.% десфлураном (Suprane; Baxter Healthcare, Deerfield, Illinois, США) или ТВБА по целевой концентрации 4–6 мкг/мл пропофола (Propofol; Fresenius Kabi Deutschland GmbH, Германия) до достижения во всех случаях величины биспектрального индекса (БИС) в пределах 40–60 % (монитор BIS VISTA; Aspect Medical System Inc., Norwood, MA, США; электрод Quatro SensorTM; Aspect Medical Systems, Newton, MA, США) и частоты сердечных сокращений (ЧСС) в пределах 20 % от исходной (Таблица 4).

Таблица 4 – Стандартный протокол анестезиологического обеспечения

Общая анестезия	ИнгАн	ТВВА
Премедикация	Дексаметазон 8 мг в/в, ранитидин 50 мг	
Преоксигенация	FiO ₂ 0,8; поток 5 л/мин; длительность 5 минут	
Индукция анестезии	Пропофол 2 мг/кг ДМТ ¹	Пропофол 5 мкг/мл
	Фентанил 2 мкг/кг	
Миорелаксация	- Интубация трахеи: рокурония бромид 1,0 мг/кг ДМТ ¹ - Поддержание: рокурония бромид в дозе 1/4 от интубационной при TOF > 1/4/РТС 2 - Окончание: за 45 минут до конца операции	
Интубация трахеи	Эндотрахеальная трубка № 7,5 у женщин/№ 8,0 у мужчин	
Поддержание анестезии	МАК 1,0–1,5	ЦК 4–6 мкг/мл
	БИС 40–60 %/ЧСС в пределах 20 % от прединдукционной величины	
Анальгезия	Фентанил 3 мкг/кг/час	
Искусственная вентиляция легких	1) FiO ₂ ≤ 0,6 для целевой SpO ₂ > 95 %/PaO ₂ > 80 мм рт. ст. 2) поток кислородно-воздушной смеси 0,5 л/мин 3) частота дыханий для целевого поддержания EtCO ₂ 35–45 мм рт. ст. 4) отношение вдоха к выдоху 1 : 2–1 : 1 5) ПДКВ 5–10 см вод. ст.	
	С контролем по объему, при невозможности обеспечить безопасные параметры переход ИВЛ с контроль по давлению с гарантированным дыхательным объемом. Целевые параметры – пиковое давление вдоха до 30 см вод. ст., ГДО 6–7 мл/кг ДМТ ¹ .	
Поддержание гемодинамики	- снижение САД: не более 20 % от прединдукционной величины - снижение САД более 20 % от преиндукционной величины или < 65 мм рт. ст.: болюс 250 мл кристаллоида - волемическая нагрузка: < 5 мл/кг/час в отсутствие кровопотери, гемоконцентрации, гипотонии - гипотония при нормоволемии: норадреналин 0,05–0,1 мкг/кг/мин	

Продолжение таблицы 4

Общая анестезия	ИнгАн	ТВВА
Окончание операции	- экстубация: в ясном сознании при TOF > 0,9 - наблюдение: 60 минут в палате пробуждения - оценка послеоперационной боли ЧШБ: 0 = отсутствие боли; 10 = худшая боль, которую можно представить - оценка послеоперационной тошноты и рвоты по 11-балльной вербальной рейтинговой шкале (ВРШ): 0 – тошнота отсутствует 10 – наихудшая и невыносимая тошнота)	
Примечание. ¹формула для мужчин: 50 + 0,91 (рост [см] – 152,4); для женщин: 45,5 + 0,91 (рост [см] – 152,4) [129]. БИС – биспектральный индекс; ДМТ – должная масса тела; ИнгАн – ингаляционная анестезия; МАК – минимальная альвеолярная концентрация; ПДКВ – положительное давление в конце выдоха; ПОТР – послеоперационная тошнота и рвота; САД – среднее артериальное давление; ТВВА – тотальная внутривенная анестезия; ЧСС – частота сердечных сокращений; ЧШБ – числовая шкала боли; ЦК – целевая концентрация; EtCO₂ – конечно-экспираторное давление углекислого газа; FiO₂ – фракция вдыхаемого кислорода; РаО₂ – парциальное давление кислорода в артериальной крови; РТС – посттетанический счёт; TOF – четырёхразрядная стимуляция; SpO₂ – сатурация периферической крови кислородом.		

Для поддержания эукапнии с целевым уровнем $EtCO_2$ 35–45 мм рт. ст. и предотвращения тяжёлой гиповентиляции или гипервентиляции, применяли протокол, предусматривающий принудительное увеличение или уменьшение минутной вентиляции лёгких с шагом 10 % в случае $EtCO_2 > 45$ мм рт. ст. или < 35 мм рт. ст. с целевым дыхательным объемом 6–7 мл/кг. Соотношение вдоха к выдоху 1 : 2. Мы выбирали Дпик 20 см вод. ст. с ГДО 6–7 мл/кг ДМТ с ограничением давления в дыхательных путях не более 30 см вод. ст. и соотношением вдоха к выдоху 1 : 1 при режиме ИВЛ–ГДО. Соответственно, если при ДО 7 мл/кг Дпик превышало 30 см вод. ст., мы уменьшали ДО, чтобы сохранить Дпик ниже установленной величины и пошаговое увеличение ЧД до достижения постоянной приемлемой минутной вентиляции лёгких. В обеих стратегиях ИВЛ мы начинали со стартового уровня ПДКВ 5 см вод. ст. с

последующим увеличением на 1 см вод. ст. каждые 10 минут до момента повышения $\text{SpO}_2 > 95 \%$ или появления признаков правожелудочковой недостаточности, но не более 10 см.вод.ст.

Карбоксиперитонеум создавали инсуффляцией углекислого газа до достижения ВБД (15 ± 3) мм рт. ст. на протяжении всей операции и непродолжительно увеличивали до 20 мм рт. ст. для уменьшения венозного кровотечения. Пациенты были помещены в горизонтальное положение с держателями для ног. Руки и кисти были заправлены мягкими тканями по бокам пациента и находились в нейтральном положении, принимая во внимание функциональность мониторинга и позиционирования внутривенных линий. Плечевые брекеты были размещены для предотвращения головного скольжения в положении Тренделенбурга. Затем операционный стол был плавно перемещён в 30° положение с его возможным уменьшением до достижения оптимальных параметров ИВЛ, но не менее 15° .

По окончании операции пациенты были переведены в горизонтальное положение с приподнятым до 30° головным концом после устранения карбоксиперитонеума. Искусственная вентиляция лёгких была прекращена через режим СРАР с поддержкой давлением 15 см вод. ст. Как только дыхательный объем увеличивался, и частота дыханий становилась регулярной, поддержка давления была снижена. Пациенты были экстубированы только в ясном сознании, адекватном спонтанном дыхании, при живых защитных рефлексах, в отсутствии или улучшении дыхательного ацидоза и при полной реверсии нервно-мышечного блока ($\text{TOF} > 0,9$). После экстубации трахеи всех пациентов наблюдали в течение как минимум 60 минут в палате пробуждения на предмет отсутствия десатурации и избыточной работы дыхательной мускулатуры (втягивание межрёберных промежутков, надключичное втягивание или втягивание крыльев носа) и до оценки по шкале Aldrete = 8 баллов. Пациенты с неадекватным дыханием, которое привело к гиперкапнии или гипоксии, были переведены в отделение интенсивной терапии на продлённую ИВЛ. Дальнейшую респираторную поддержку проводили в режиме поддержки давлением с постоянным положительным давлением в

дыхательных путях с последующей экстубацией трахеи.

Исследуемые параметры:

- 1) параметры центральной гемодинамики: САД, мм рт. ст.; ЧСС, удары в минуту; УО, мл; СВ, л/мин; СИ, л/мин/м²; ИСС, дин × сек × см⁻⁵;
- 2) параметры дыхательной механики: Пиковое давление (Дпик)/давление плато (Дплат) в дыхательных путях, см вод. ст.; Динамическая податливость дыхательной системы (Пдин), мл/см вод. ст.;
- 3) параметры газообмена: SpO₂, %; PaO₂, мм рт. ст.; EtCO₂, мм рт. ст.; DO₂, мл/мин/м²; VO₂, мл/мин/м²; O₂ER, %;
- 4) диаметр оболочки зрительного нерва как суррогатный показатель ВЧД.

Параметры центральной гемодинамики определяли неинвазивно с помощью стандартного монитора МПР6-03-«Тритон» (ООО Фирма «Тритон-Электроникс», Екатеринбург, Россия). Для обеспечения сосудистого доступа и забора крови для анализа лактата электрохимическим методом на анализаторе Biosen C-line clinic (EKF-diagnostic, Германия). Внутреннюю яремную вену катетеризировали под контролем ультразвуковой навигации катетером Certofix Mono 16-G (B. Braun, Германия). Для анализа газов артериальной крови на анализаторе Radiometer ABL Flex (Radiometer Medical, Copenhagen, Дания) катетеризировали лучевую артерию на не доминантной руке катетером PULSION 18-G (Medical Systems SE, Германия).

Диаметр оболочки зрительного нерва измеряли на ультразвуковом сканере SonoAce-R3 (Samsung Medison, Южная Корея) датчиком C4-9ED/10/150 с частотой 7,5 МГц. Орбитальную часть зрительного нерва визуализировали как гипоэхогенную структуру за сетчаткой и углублением диска, обеспечивающих анатомический ориентир. Гиперэхогенная структура вокруг зрительного нерва представляет собой субарахноидальное пространство, которое граничит с гипоэхогенной твердой мозговой оболочкой. ДОЗН измеряли вертикально на расстоянии 3 мм позади края диска зрительного нерва перпендикулярно оси зрительного нерва с помощью электронных штангенциркулей, определяя

расстояние между медиальными гипоехогенными границами оболочки зрительного нерва. Для вычисления медианы ДОЗН были проведены по 3 измерения в каждом глазу. В каждой временной точке измерения проводили в течение 4 минут. Все измерения по каждому пациенту выполнял один и тот же офтальмолог.

Временные точки измерения исследуемых параметров были следующие: до индукции анестезии (T_1); после интубации трахеи (T_2) и наложения 15 мм рт. ст. пневмоперитонеума (T_3); после перевода пациента в положение Тренделенбурга (T_4); каждый час пневмоперитонеума и положения Тренделенбурга (T_5 - T_8); после перевода пациента в горизонтальное положение (T_9); десуффляции газа (T_{10}) и через 60 минут после пробуждения пациента (T_{11}). Измерения были повторены, если разница между последовательными измерениями превышала 5 %. Рассчитывали среднее значение данных, измеренных 3 раза в течение 3 последовательных циклов вентиляции в периоды, когда петли податливости не были искажены какими-либо помехами, такими как смена инструмента.

Периоперационные неблагоприятные события и осложнения определяли как послеоперационную тошноту и рвоту, венозные тромбоэмболические, сердечные, дыхательные, желудочно-кишечные, мочевыводящие, неврологические и любые другие значимые события, повторные госпитализации в течение 30 дней после операции, а также:

- $\text{Дпик/Дплат} > 30$ см вод. ст.;
- $\text{Пдин} < 20$ мл/см вод. ст.;
- $\text{САД} < 60$ мм рт. ст.;
- $\text{SpO}_2 < 90$ %;
- $\text{EtCO}_2 > 45$ мм рт. ст.;
- $\text{T}_{\text{тел}} < 36,0$ °C;
- $\text{ДОЗН} > 6$ мм;
- отсроченная экстубация трахеи;
- интенсивность послеоперационной тошноты оценивали по

11-балльной вербальной рейтинговой шкале (ВРШ): 0 – тошнота отсутствует;

10 – наихудшая и невыносимая тошнота). Наличие тошноты определяли как ВРШ ≥ 1 балла. Возникновение ПОТР определяли как наличие тошноты и позывов на рвоту или рвоты. Интенсивность ПОТР оценивали в соответствии с ВРШ и наличием позывов на рвоту или рвоты (лёгкая: 1–3; умеренная: 4–6; тяжёлая: 7–10). Оценивали множество факторов риска развития ПОТР со стороны пациента, операции, анестезии [73, 101]:

- послеоперационную боль оценивали по числовой шкале боли (ЧШБ): 0 – отсутствие боли; 10 – наихудшая и невыносимая боль);
- ВРШ и ЧШБ оценивали в течение четырёх периодов времени (во время пребывания в палате пробуждения; в первые 6 часов; 12–24 часов и 24–48 часов после операции). Пациентов просили оценить по ВРШ наиболее тяжёлый эпизод тошноты в течение каждого периода времени. Противорвотное средство (ондансетрон 8 мг) вводили внутривенно при тошноте > 6 баллов ВРШ и анальгетик (кеторолак 30 мг) вводили внутривенно при боли > 4 баллов ЧШБ, при интенсивности болевого синдрома более 6 баллов к НПВС добавляли опиатный анальгетик промедол 20 мг;
- другие неблагоприятные периоперационные события (транзиторная аритмия/лабильная артериальная гипертензия/волемическая перегрузка);
- оценку удовлетворенности пациентов проведенной анестезией проводили по критериям: удовлетворительно – анестезия вызвала неприятные ощущения и в дальнейшем ее применение нежелательно; хорошо – есть отдельные жалобы, но проведенная анестезия вполне допустимая; очень хорошо – жалоб нет, в дальнейшем хотел бы получить аналогичное анестезиологическое пособие.

До- и послеоперационную рентгенографию органов грудной клетки оценивали с помощью балльной рентгенологической шкалы ателектаза: 0 – чистые лёгочные поля; 1 – пластинчатые ателектазы или незначительная инфильтрация; 2 – частичный ателектаз; 3 – долевые ателектазы; и 4 – двусторонние ателектазы [64].

Фиксировали следующие эпидемиологические параметры:

- частота госпитализации в отделение реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ), %;
- длительность послеоперационной ИВЛ, часы.

2.2 Статистический анализ

При создании первичной базы данных использовали редактор электронных таблиц MS Excel 2017. Статистическую обработку данных выполнили с использованием программного пакета MedCalc (v 11.3.1.0, Бельгия) в соответствии с рекомендациями по обработке результатов медико-биологических исследований. Нормальность распределения количественных признаков оценивали критерием Колмогорова – Смирнова. Выборочные параметры представлены как среднее значение $\pm$ стандартное отклонение при нормальном распределении; либо как медиана (25 % – 75 % межквартильный разброс) при другом распределении; категоризованные переменные представлены как абсолютная и относительная частота; операционные характеристики представлены с 95 % доверительным интервалом (ДИ). Достоверность различий между параметрическими критериями оценивали с помощью t-критерия Student, между непараметрическими критериями с помощью u-теста Mann – Whitney. Категоризованные переменные сравнивали с помощью χ^2 -теста с поправкой Yeats на непрерывность или точного ф-теста Fisher. Различия между парными измерениями вычисляли с помощью однофакторного дисперсионного анализа ANOVA. Силу взаимосвязи между переменными оценивали с помощью корреляционного анализа Oldham. Относительную силу взаимосвязи между фактором риска и исходом определяли как отношение рисков (ОР) с помощью логистического регрессионного анализа. Критическое значение двустороннего уровня значимости принимали равным 5 %.

2.3 Демографические характеристики пациентов

Мы не обнаружили статистически значимых различий между двумя группами пациентов по возрасту, распределению пола, площади поверхности и индексу массы тела, физическому статусу и частоте встречаемости сопутствующих заболеваний, включая хронические болезни сердца, лёгких, почек, печени, также как не было различий в хирургических показаниях к операциям РАОМТ (Таблица 5).

Таблица 5 – Демографические характеристики пациентов

Характеристика	Группа ИнгАн	Группа ТВВА	Величина p
Возраст, лет	64 (58–75)	62 (57–77)	0,861
Пол, м/ж	46/27	35/18	0,729
Рост, см	171 (168–177)	169 (166–172)	0,947
ППТ, м ²	2,1 (1,7–2,3)	2,0 (1,8–2,2)	0,782
Вес, кг	91 (78–117)	90 (68–123)	0,949
ИМТ, кг/м ²	32,4 (28,1–41,2)	31,8 (27,9–40,8)	0,923
Класс ASA II/III, n	35/38	25/28	0,938
Класс ASA	2,5 (2,0–3,0)	2,5 (2,0–3,0)	1,000
Сопутствующие заболевания			
АГ, n (%)	24 (32,9)	14 (26,4)	0,434
Ожирение, n (%)	25 (34,2)	20 (37,7)	0,686
СД, n (%)	6 (8,2)	6 (11,3)	0,559
Другие, n (%)	15 (20,5)	10 (18,9)	0,824
Charlson			
0–2, n (%)	20 (27,4)	16 (30,2)	0,733*
≥3, n (%)	53 (72,6)	37 (69,8)	

Продолжение таблицы 5

Характеристика	Группа ИнгАн	Группа ТВВА	Величина p
Локализация рака			
Шейка матки, n (%)	13 (17,8)	9 (17,0)	0,871*
Эндо метрий, n (%)	12 (16,4)	8 (15,1)	
Яичники, n (%)	5 (6,8)	2 (3,8)	
Предстательная железа, n (%)	43 (58,9)	34 (64,2)	
Примечание. * χ^2 -тест. АГ – артериальная гипертензия; ИМТ – индекс массы тела ИнгАн – ингаляционная анестезия; ППТ – площадь поверхности тела; СД – сахарный диабет; ТВВА – тотальная внутривенная анестезия; ASA – Американское общество анестезиологов; Charlson – индекс сопутствующих заболеваний.			

ГЛАВА 3 ПЕРИОПЕРАЦИОННЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ ПАЦИЕНТОВ

Среднее время операции составило 176 мин, среднее время пребывания пациентов в положении Тренделенбурга – 155 мин. Средняя кровопотеря в периоперационном периоде составила ≈ 172 мл. Среднее общее количество интраоперационного восполнения жидкости составило 1 237 мл. Во всех случаях для возмещения вводили кристаллоидные растворы. Мы не обнаружили статистически значимых различий между двумя группами пациентов по длительности операции и положения Тренделенбурга, углу наклона операционного стола и величине ВБД, также как по интраоперационной кровопотере, возмещенной жидкости, выделенной моче и совокупной дозе анальгетика фентанила (Таблица 6).

Таблица 6 – Операционные переменные пациентов

Переменная	Группа ИнгАн	Группа ТВВА	Величина р
Длительность операции, мин	177 (147–220)	175 (155–215)	0,945
Длительность положения Тренделенбурга, мин	154 (124–210)	155 (132–200)	0,972
Угол наклона операционного стола, °	21,5 (20–22)	19,6 (17–21)	0,375
Величина ВБД, мм рт. ст.	17 (16–20)	16 (15–20)	0,739
Оценённая кровопотеря, мл	173 (130–320)	170 (130–390)	0,926
Волемическая нагрузка, мл	1 268 (1 118–1 410)	1 193 (1 070–1 330)	0,729
Диурез, мл	252 (212–293)	215 (164–255)	0,375
Доза фентанила, мл	11,2 (8–14)	9,8 (8–12)	0,439
Примечание. ВБД – внутрибрюшное давление; ИнгАн – ингаляционная анестезия; ТВВА – тотальная внутривенная анестезия.			

В Таблице 7 показано динамическое изменение уровня сознания в каждой временной точке измерения. Величину биспектрального индекса поддерживали на постоянном уровне 40–60 % в течение всего периода исследования без

статистически значимых различий между группами пациентов. Ни у одного из пациентов не было воспоминаний во время анестезии.

Таблица 7 – Динамические изменения уровня глубины анестезии

Группа пациентов	Временная точка измерения					
	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅₋₈	T ₉	мин
ИнгАн	47 (40–51)	45 (40–50)	48 (40–51)	45 (41–51)	51,5 (45–57)	41 (40–45)
ТВВА	40 (39–41)	40 (40–40)	40,5 (40–42)	42,5 (40–45)	45 (44–47)	40 (40–40)
Величина p	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Примечание. ИнгАн – ингаляционная анестезия; ТВВА – тотальная внутривенная анестезия.						

Пробуждение и активность пациентов после операции, оцененная по шкале Aldrete Recovery через 2 и 3 часа после операции была статистически значимо выше в группе ИнгАн, чем в группе ТВВА (Таблица 8).

Таблица 8 – Оценка Aldrete Recovery Score

Переменная	Группа пациентов		Величина p
	ИнгАн	ТВВА	
1 час	7,0 (5,6–8,6)	5,8 (5,1–6,4)	0,035
2 час	9,4 (9,1–10,0)	8,1 (7,4–8,8)	0,021
3 час	9,7 (9,5–9,9)	8,5 (8,0–9,0)	0,022
Примечание. ИнгАн – ингаляционная анестезия; ТВВА – тотальная внутривенная анестезия.			

Хорошая оценка удовлетворённости проведённой анестезией была достаточно высокой, и не было статистически значимой разницы между группами пациентов (Таблица 9).

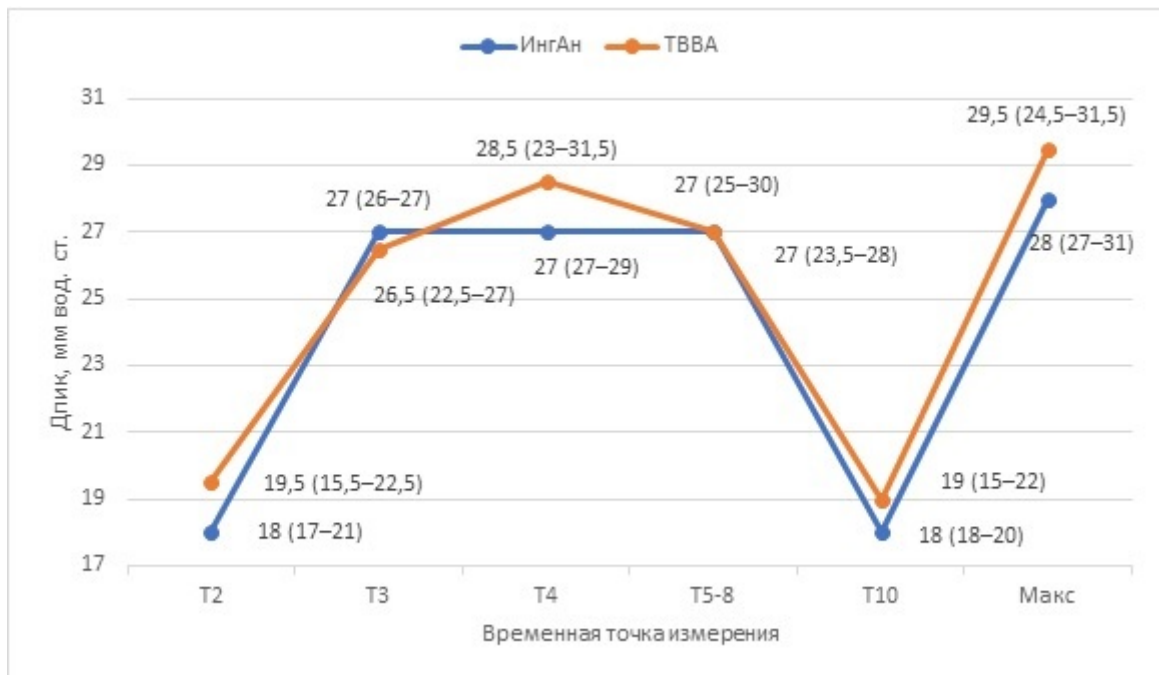
Таблица 9 – Оценка удовлетворённости пациентов

Переменная	Группа пациентов		Величина p для тренда
	ИнгАн	ТВВА	
Очень хорошо, n (%)	28 (38,3)	26 (49,0)	0,245
Хорошо, n (%)	41 (56,2)	22 (41,5)	
Удовлетворительно, n (%)	4 (5,5)	5 (9,5)	
Примечание. ИнгАн – ингаляционная анестезия; ТВВА – тотальная внутривенная анестезия.			

ГЛАВА 4 ДИНАМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ БИОМЕХАНИКИ ДЫХАНИЯ И ГЕМОДИНАМИКИ

4.1 Изменения давления в дыхательных путях и динамической податливости дыхательной системы

Давление в дыхательных путях закономерно повышалось после создания карбоксиперитонеума и положения Тренделенбурга, Дпик статистически значимо возрастало в процессе операции в среднем на 8,7 см вод. ст. ($p < 0,001$), Дплат на 9,3 см вод. ст. ($p < 0,01$) (Рисунки 1 и 2).

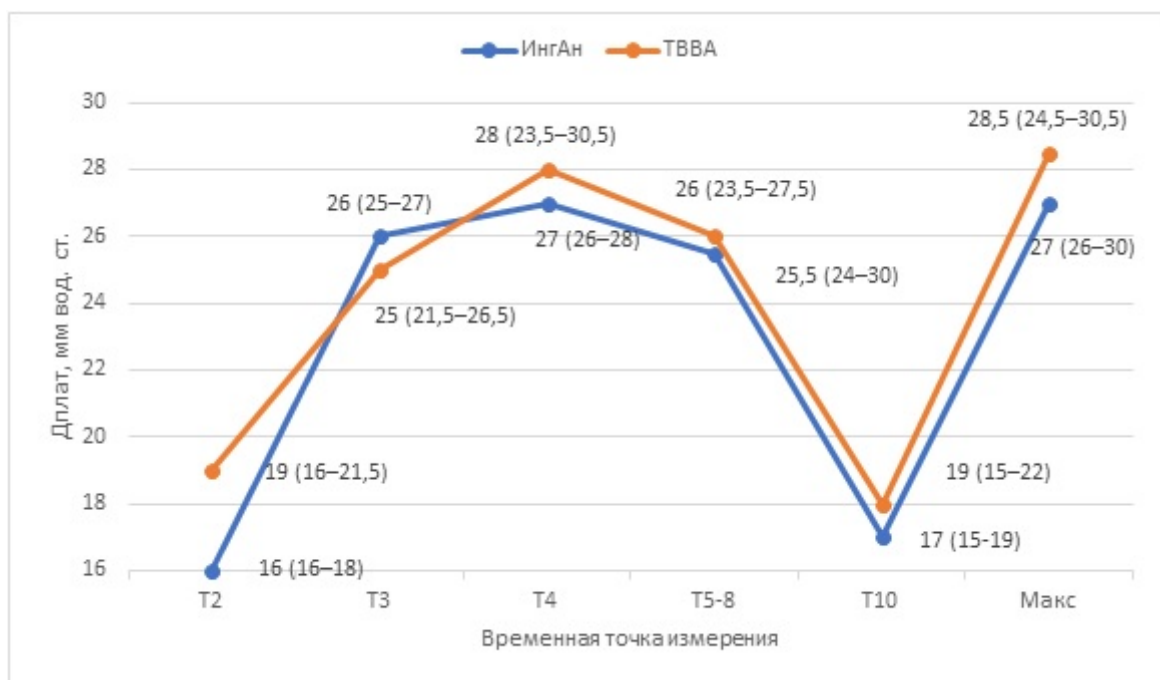


Примечание. Дпик – пиковое давление в дыхательных путях. Величина p : T₂: 0,655; T₃: 0,211; T₄: 0,824; T₅₋₈: 0,119; T₁₀: 0,565; Макс: 0,266.

Рисунок 1 – Изменения пикового давления в дыхательных путях

Для примера, Дпик и Дплат были в 1,4 раза выше во временной точке измерения T₅₋₈, чем в T₂ ($p < 0,01$). Давление в дыхательных путях достигало значений выше 30 см вод. ст. в следующие временные точки измерения: Дпик

$T_3 = 9$ (7,1 %) пациентов, все из группы ТВВА; $T_4 = 36$ (28,6 %) пациентов, из них 20,0 % пациентов из группы ТВВА; $T_{5-8} = 18$ (14,3 %) пациентов, все из группы ТВВА. Аналогично Дплат выше 30 см вод. ст.: $T_4 = 27$ (21,4 %) пациентов, из них у 15 (20,5 %) и 12 (22,6 %) пациентов групп ИнгАн и ТВВА, соответственно. Давление в дыхательных путях вернулось к исходным значениям после окончания операции. Уровни Дпик и Дплат статистически значимо не отличались после 2 часов операции и в другие моменты времени у пациентов группы ИнгАн в сравнении с пациентами группы ТВВА.

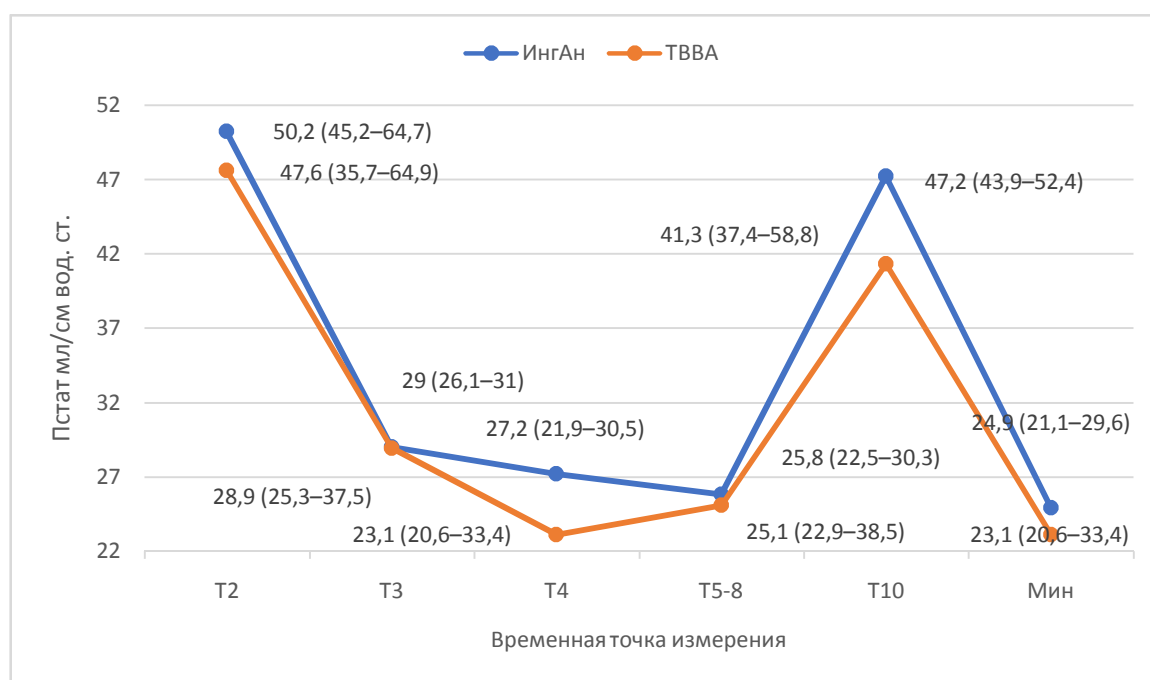


Примечание. Дплат – давление плато в дыхательных путях. Величина p : T_2 : 0,067; T_3 : 0,064; T_4 : 0,269; T_{5-8} : 0,269; T_{10} : 0,796; Макс: 0,655.

Рисунок 2 – Изменения давления плато в дыхательных путях

После наложения карбоксиперитонеума и перевода пациента в положение Тренделенбурга величина $P_{\text{стат}}$ показала статистически значимое снижение на 25 мл/см вод. ст. ($p < 0,01$) с наименьшими значениями спустя 2 часа от начала операции ($p < 0,01$). По окончании операции значения $P_{\text{стат}}$ вернулись к

исходным. В группе ИнгАн снижение Пстат в конце операции было статистически значимо меньшим (Рисунок 3).



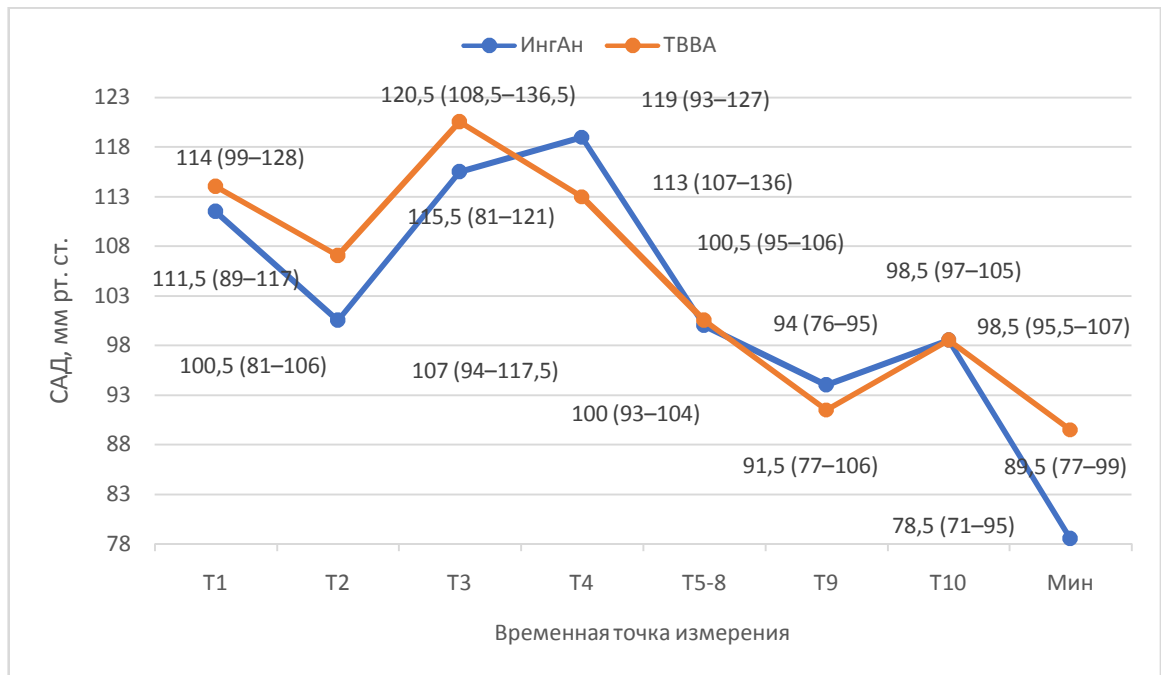
Примечание. Пстат – статическая податливость дыхательной системы. Величина p : T₂: 0,380; T₃: 0,124; T₄: 0,079; T₅₋₈: 0,661; T₁₀: 0,001; Мин: 0,661.

Рисунок 3 – Изменения статической податливости дыхательной системы

4.2 Изменения среднего артериального давления и частоты сердечных сокращений

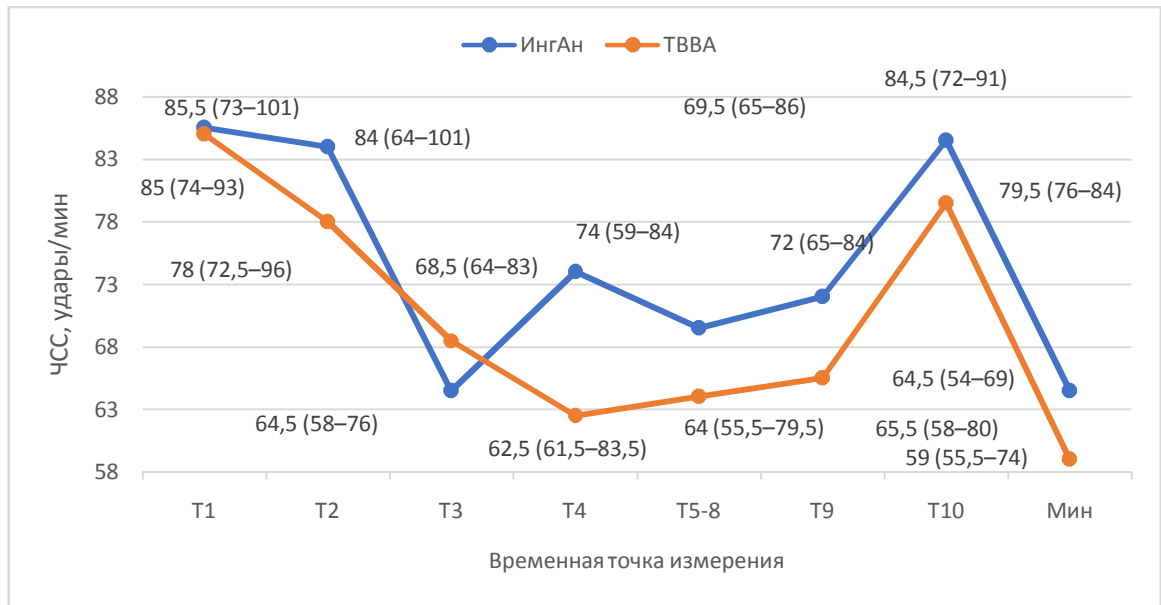
Значения САД снижались в сравнении с исходными после создания карбоксиперитонеума, но не после придания положения Тренделенбурга. Значения САД оставались сниженными через 60, 120 и 180 минут и после окончания операции. На изменения САД не влияли ИМТ, длительность операции или положение Тренделенбурга. Различия в изменениях САД были связаны с анестезией таким образом, что САД было в среднем на 5 мм рт. ст. ниже у пациентов группы ИнгАн, чем у пациентов группы ТВВА, без статистически значимой разницы (Рисунок 4).

Значения ЧСС уменьшились после вводной анестезии и наложения карбоксиперитонеума, оставались стабильно сниженными после перевода пациентов в положение Тренделенбурга и на основных этапах операции, выравнивались по окончании операции и были сопоставимы между группами пациентов (Рисунок 5).



Примечание. САД – среднее артериальное давление. Величина p : T₁: 0,100; T₂: 0,080; T₃: 0,080; T₄: 0,062; T₅₋₈: 0,080; T₉: 0,270; T₁₀: 0,270; Мин: 0,100.

Рисунок 4 – Изменения среднего артериального давления



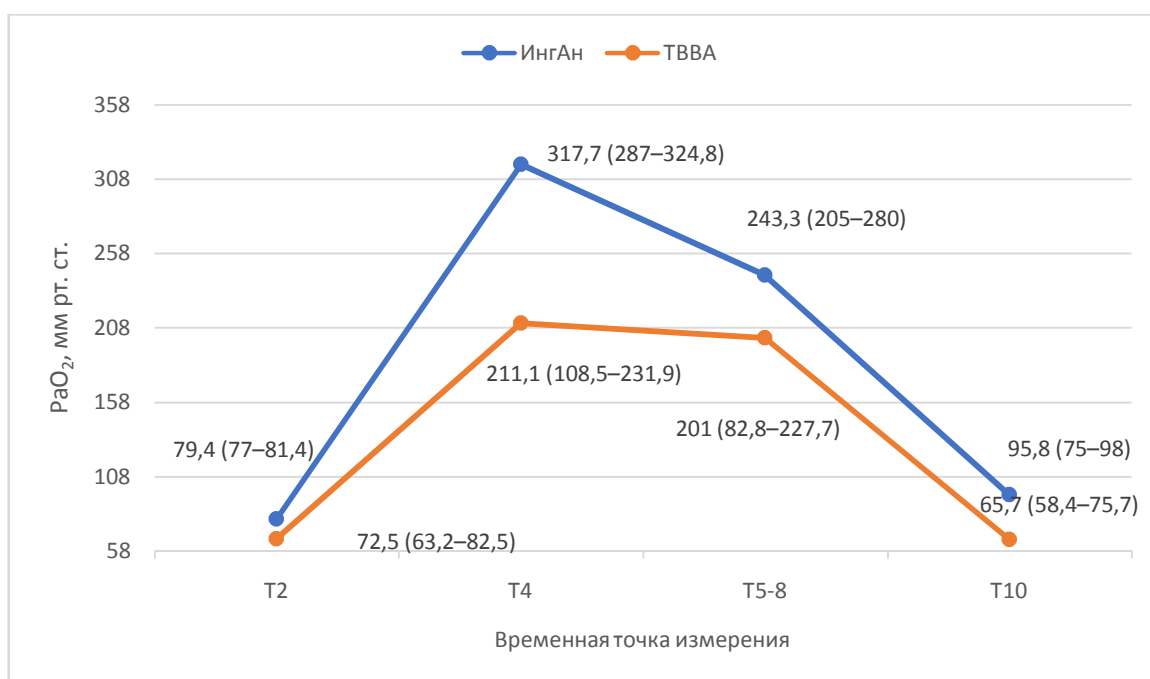
Примечание. ЧСС – частота сердечных сокращений. Величина p : T₁: 0,658; T₂: 0,659; T₃: 0,048; T₄: 0,661; T₅₋₈: 0,272; T₉: 0,510; T₁₀: 0,188; Мин: 0,510.

Рисунок 5 – Изменения частоты сердечных сокращений

ГЛАВА 5 ДИНАМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГАЗООБМЕНА, КИСЛОТНО-ЩЕЛОЧНОГО СОСТОЯНИЯ И ТРАНСПОРТА КИСЛОРОДА

5.1 Изменения газообмена

Значения PaO_2 существенно увеличились после начала операции, но к концу операции значительно снижались в обеих группах и были статистически значимо меньше в группе ТВВА (Рисунок 6).



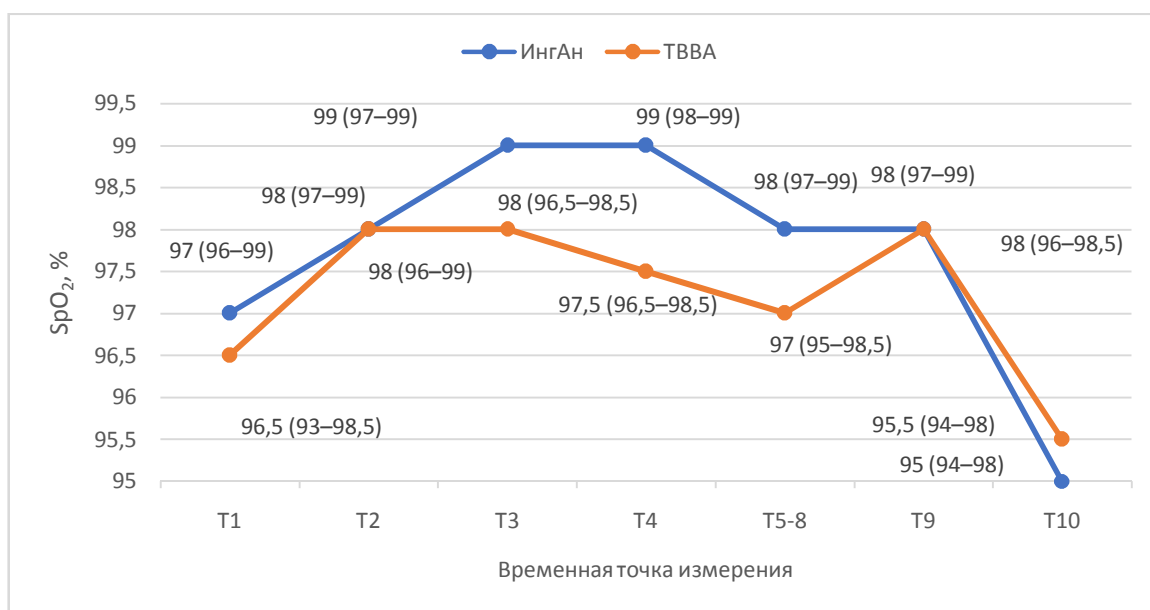
Примечание. PaO_2 – парциальное давление кислорода в артериальной крови. Величина p : T_2 : 0,043; T_4 : 0,001; T_{5-8} : 0,001; T_{10} : 0,001.

Рисунок 6 – Изменения парциального давления кислорода в артериальной крови

Оксигенация периферической крови увеличилась после старта ИВЛ и поддерживалась в пределах относительно безопасного уровня на протяжении всей операции. Величины SpO_2 статистически значимо различались между группами пациентов в некоторых временных точках измерения (Рисунок 7).

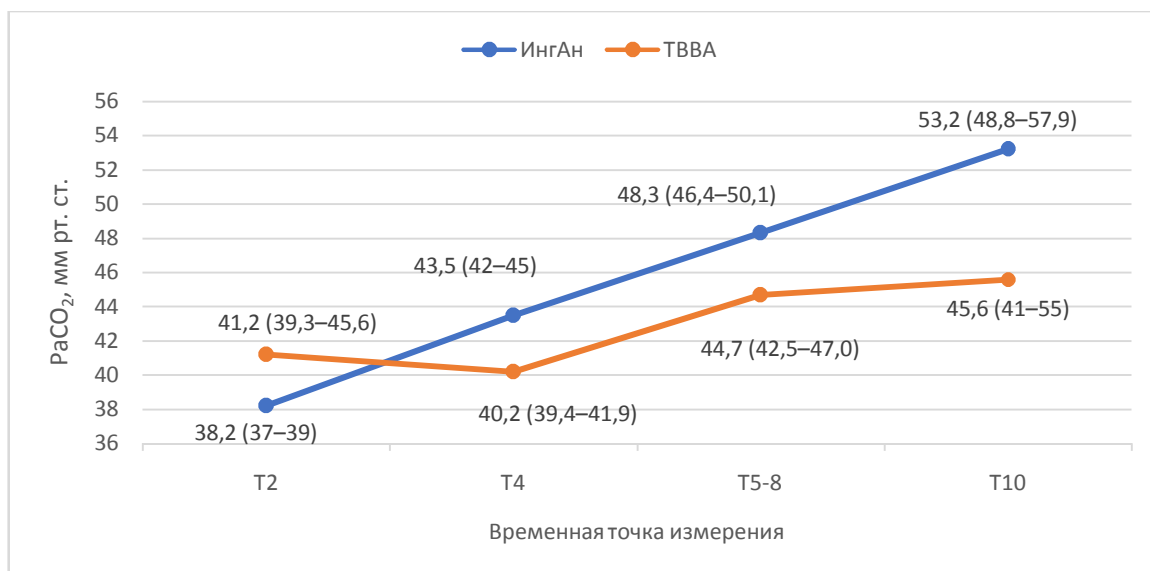
Значения $PaCO_2$ значительно увеличились за период операции и оставались

более высокими после десуффляции углекислого газа в группе ИнгАн (Рисунок 8).



Примечание. SpO₂ – сатурация периферической крови. Величина p : T₁: 0,503; T₂: 0,242; T₃: 0,002; T₄: 0,001; T_{5–8}: 0,024; T₉: 1,000; T₁₀: 0,822.

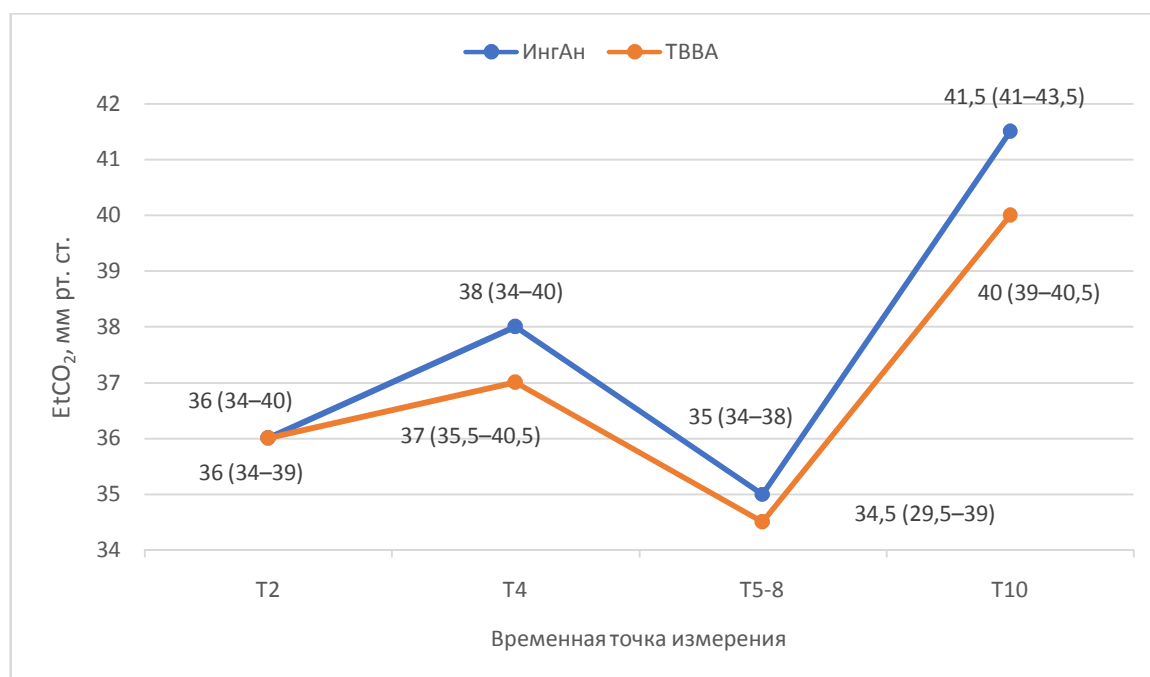
Рисунок 7 – Изменения сатурации периферической крови



Примечание. PaCO₂ – парциальное давление углекислого газа в артериальной крови. Величина p : T₂: 0,001; T₄: 0,001; T_{5–8}: 0,001; T₁₀: 0,001.

Рисунок 8 – Изменения парциального давления углекислого газа в артериальной крови

Значения конечно-экспираторного давления углекислого газа увеличились после начала операции и оставались увеличенными до конца операции без статистически значимой разницы между группами пациентов (Рисунок 9).

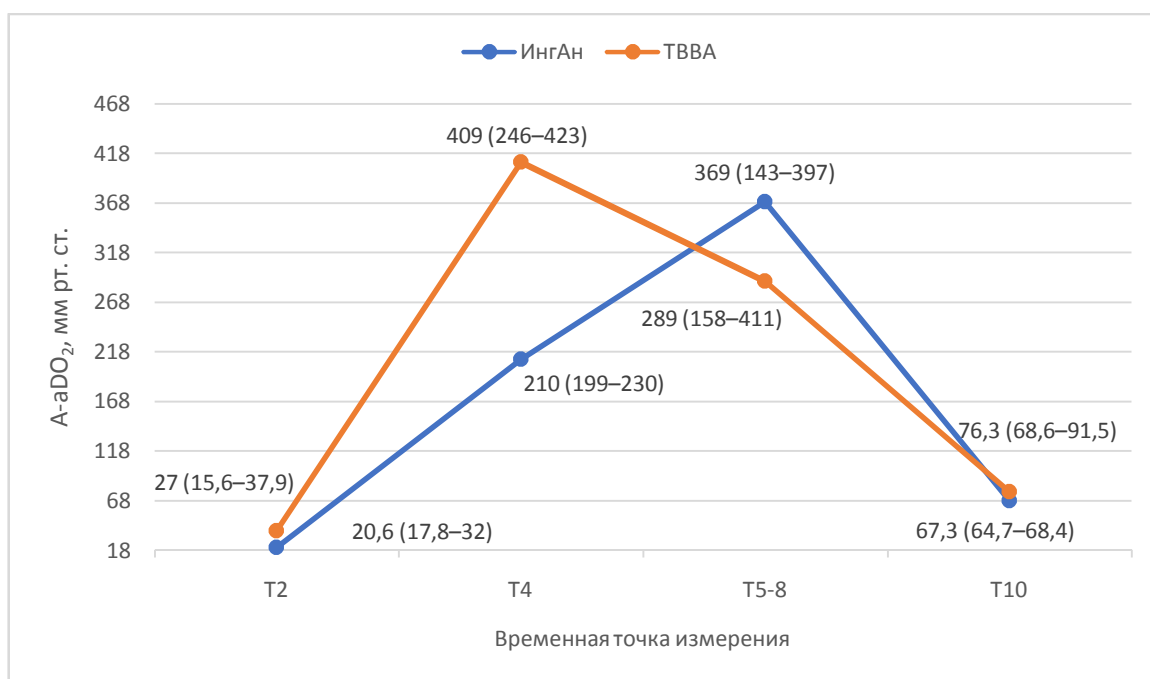


Примечание. EtCO₂ – конечно-экспираторное давление углекислого газа. Величина p : T₂: 1,000; T₄: 0,810; T_{5–8}: 0,469; T₁₀: 0,001.

Рисунок 9 – Изменения конечно-экспираторного давления углекислого газа

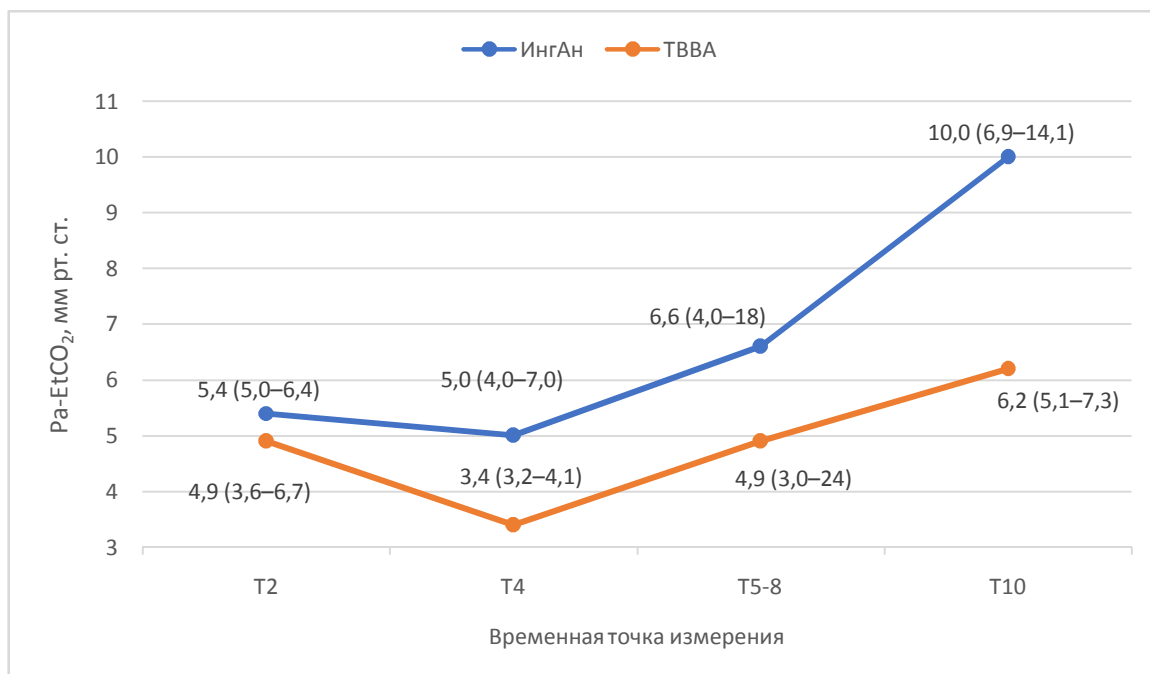
Значения A-aDO₂ были значительно увеличены после наложения карбоксиперитонеума в сравнении с исходными, статистически значимо выше в группе ТВВА (Рисунок 10).

Значения Pa-EtCO₂ увеличивались во время операции, статистически значимо больше в группе ИнгАн (Рисунок 11). Значения Pa-EtCO₂ не были связаны с длительностью карбоксиперитонеума: коэффициент линейной регрессии 0,01 ($p = 0,889$). Величины PaCO₂ и Pa-EtCO₂ были взаимосвязаны: коэффициенты линейной регрессии до, во время и после карбоксиперитонеума составляли 0,49 ($p < 0,001$), 0,27 ($p < 0,016$) и 0,47 ($p < 0,001$), соответственно.



Примечание. A-aDO₂ – альвеолярно-артериальный градиент кислорода. Величина p: T₂: 0,438; T₄: 0,001; T₅₋₈: 0,502; T₁₀: 0,100.

Рисунок 10 – Изменения альвеолярно-артериального градиента кислорода



Примечание. Pa-EtCO₂ – артериально-альвеолярный градиент углекислого газа. Величина p: T₂: 0,160; T₄: 0,001; T₅₋₈: 0,001; T₁₀: 0,100.

Рисунок 11 – Изменения артериально-альвеолярного градиента углекислого газа

5.2 Изменения кислотно-щелочного состояния крови

Значения артериальных рН и ВЕ снижались в процессе операции в сравнении с исходными со статистически значимой разницей между группами пациентов (Таблица 10).

Таблица 10 – Изменения кислотно-щелочного состояния крови

Переменная	Группа пациентов	Временная точка измерения		
		T ₂	T ₄	T ₁₀
рН	ИнгАн	7,40 (7,39–7,43)	7,34 (7,30–7,36)	7,30 (7,28–7,33)
	ТВВА	7,43 (7,41–7,44)	7,37 (7,35–7,39)	7,31 (7,27–7,33)
Величина р		0,001	0,001	0,593
ВЕ, ммоль/л	ИнгАн	–1,3 (–1,9...–0,1)	–3,0 (–4,0...–0,7)	–3,6 (–4,1...–3,2)
	ТВВА	+1,1 (+1,0...+2,6)	–0,4 (–2,6...+0,7)	–2,2 (–2,6...–1,3)
Величина р		0,001	0,001	0,001
Примечание. ИнгАн – ингаляционная анестезия; ТВВА – тотальная внутривенная анестезия; ВЕ – избыток/дефицит оснований; рН – кислотность крови.				

5.3 Изменения транспорта кислорода

После начала операции среднее значение VO_2 составило 251 (133–288) мл/мин/м², средний коэффициент O_2ER составил 21,5 % (14–28), среднее значение DO_2 составило 549 (461–758) мл/мин/м². В конце операции значение VO_2 увеличилось до 226 (144–291) мл/мин/м², коэффициент O_2ER остался стабильным 21,5 % (19,2–25), значение DO_2 уменьшилось до 577 (506–642) мл/мин/м² (Таблица 11).

ГЛАВА 6 ДИНАМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВНУТРИЧЕРЕПНОГО ДАВЛЕНИЯ У ПАЦИЕНТОВ ВЫСОКОЙ ГРУППЫ РИСКА

6.1 Демографические характеристики и периоперационные переменные пациентов с ожирением

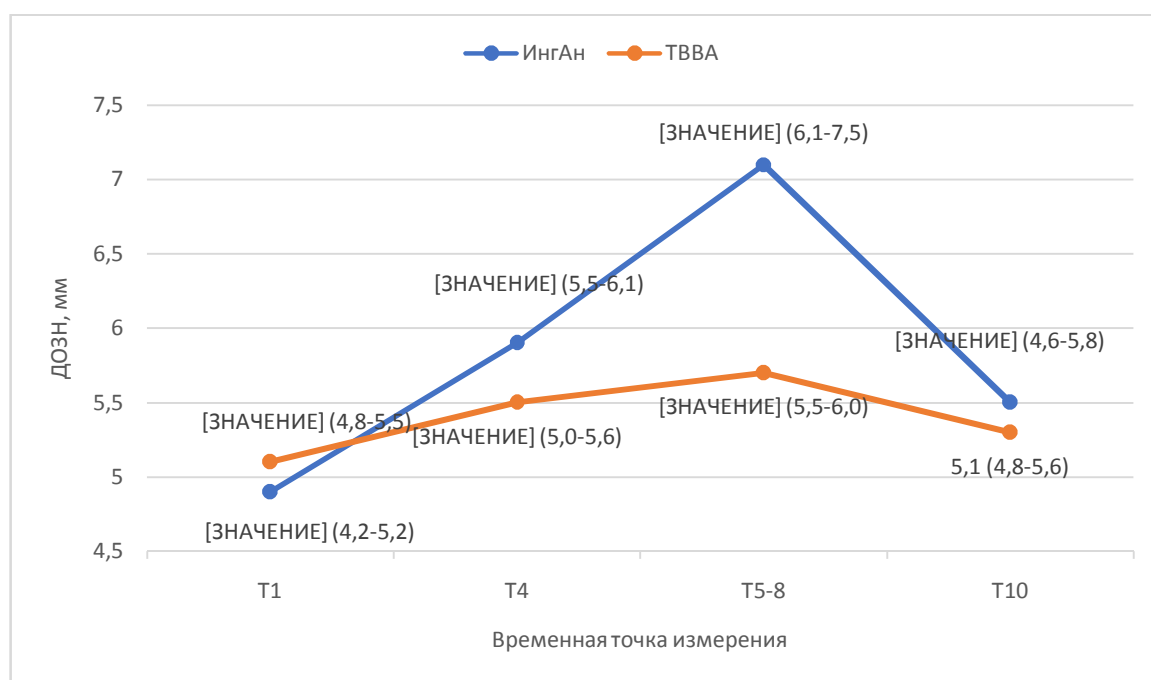
Для изучения динамических изменений ДОЗН, как суррогатного маркера ВЧД на этапах оперативного вмешательства, нами было включено 28 пациентов с ожирением поровну в группы ИнгАн и ТВВА. Операции длились в среднем 176 минут с максимумом 185 минут. Средняя кровопотеря составила 170 мл, внутривенно было возмещено в среднем 1 140 мл кристаллоидов. Демографические и интраоперационные переменные статистически значимо не различались между группами пациентов, получавших ингаляционную либо тотальную внутривенную анестезию (Таблица 12).

Таблица 12 – Демографические и интраоперационные переменные пациентов

Переменная	Группа ИнгАн	Группа ТВВА	Величина p
Количество пациентов, n	14	14	—
Возраст, лет	64,5 (59,0–69,0)	63,0 (58,0–69,0)	0,950
САД, мм рт. ст.	94,2 (84,0–100,0)	92,3 (87,0–97,0)	0,957
ЧСС, удары/мин	72,7 (67,0–83,0)	64,7 (58,0–74,0)	0,767
БИС, %	45,7 (42,0–49,0)	45,8 (42,0–51,0)	0,995
Длительность операции, мин	174,0 (120,0–185,0)	178,0 (150,0–165,0)	0,952
Кровопотеря, мл	170,0 (100,0–300,0)	170,0 (150,0–290,0)	1,000
Внутривенная инфузия, мл	1 200,0 (950,0–1 200,0)	1 050,0 (900,0–1 200,0)	0,708
Примечание. БИС – биспектральный индекс; ИнгАн – ингаляционная анестезия; САД – среднее артериальное давление; ТВВА – тотальная внутривенная анестезия; ЧСС – частота сердечных сокращений.			

6.2 Изменения диаметра оболочки зрительного нерва

После наложения карбоксиперитонеума и приведения пациента в положение Тренделенбурга ДОЗН увеличился в среднем на 0,7 мм (14 %), оставался увеличенным во время операции и был выше в конце операции, чем на начальном этапе. Наблюдаемые изменения ДОЗН были в определенной мере подвержены влиянию анестезии – максимальный ДОЗН составил 7,5 мм в группе ИнгАн и 6,0 мм в группе ТВВА, разница достигла статистической значимости во временной точке измерения T_{5-8} (Рисунок 12). Клинически значимое неврологическое нарушение в послеоперационном периоде было зафиксировано у одного пациента.



Примечание. ДОЗН – диаметр оболочки зрительного нерва. Величина p : T_1 : 0,231; T_4 : 0,089; T_{5-8} : 0,010; T_{10} : 0,048.

Рисунок 12 – Изменения диаметра оболочки зрительного нерва.

ГЛАВА 7 ФАКТОРЫ РИСКА ПЕРИОПЕРАЦИОННЫХ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ СОБЫТИЙ И ОСЛОЖНЕНИЙ И ПУТИ ИХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ У ПАЦИЕНТОВ ВЫСОКОЙ ГРУППЫ РИСКА

7.1 Периоперационные неблагоприятные события и осложнения

В периоперационном периоде было зарегистрировано несколько неблагоприятных событий и осложнений. Во время перитонеальной инсуффляции углекислого газа и положения Тренделенбурга критически высокое давление в дыхательных путях, низкий уровень Пстат, транзиторная гиперкапния были у 15 (20,0 %) пациентов группы ИнгАн и 9 (25,0 %) пациентов группы ТВВА ($p = 0,706$). Транзиторная гипоксемия была только у пациентов группы ТВВА ($p < 0,001$). Наоборот, увеличение диаметра зрительного нерва, как показателя высокого внутричерепного давления было только у пациентов группы ИнгАн ($p = 0,010$). Неблагоприятные события, обусловленные анестезией и позицией пациента, были в виде отёка конъюнктивы (5,5 %), гиперемии головы и шеи (65,3 %); увеличения языка, аритмии в виде брадикардии (поровну по 15,1 %); отёка головы и шеи, затруднённого вдоха (поровну по 13,5 %).

Наиболее распространённым хирургическим осложнением была несостоятельность анастомоза уретры у 6,3 % пациентов, следом послеоперационная кишечная непроходимость. Послеоперационная тампонада мочевого пузыря наблюдалась у 1,6 % пациентов. Частота раневой инфекции была низкой (1 пациент; 0,8 %). Частота осложнений не отличалась между группами пациентов. Двенадцать пациентов нуждались в госпитализации в ОРИТ в послеоперационном периоде. В общей сложности 2 (1,6 %) пациентам пришлось провести повторную операцию из-за хирургических осложнений. В течение исследуемого периода не было зарегистрировано ни одного случая послеоперационной смерти, а также тромбоэмболических осложнений (Таблица 13).

Таблица 13 – Периоперационные неблагоприятные события и осложнения

Событие/осложнение	n (%)
Давление в дыхательных путях > 30 см вод. ст.	36 (28,6)
Динамическая податливость < 20 мл/см вод. ст.	27 (21,4)
Интраоперационная гипоксемия ($SpO_2 < 90 \%$)	9 (7,1)
Интраоперационная гиперкапния ($EtCO_2 > 45$ мм рт. ст.)	27 (21,4)
Осложнения анестезии и позиционирования	100 (79,4)
Высокое внутричерепное давление (ДОЗН > 6 мм)	12/28 (42,8)
Интра- и послеоперационные хирургические осложнения (повреждение сосуда, нерва, желудочно-кишечного тракта; парестезия, лихорадка, свищ, кровотечение)	15 (11,9)
Желудочно-кишечный парез	3 (2,4)
Острое почечное повреждение	5 (4,0)
Сердечно-сосудистые осложнения	2 (1,6)
Неврологические осложнения	1 (0,8)
Госпитализация в ОРИТ	12 (9,5)
Длительность послеоперационной госпитализации	8 (7–9)
Примечание. ДОЗН – диаметр оболочки зрительного нерва; ОРИТ – отделение реанимации и интенсивной терапии; $EtCO_2$ – конечно-экспираторное давление углекислого газа; SpO_2 – сатурация периферической крови.	

У пациентов высокой группы риска при величине $pH < 7,35$ наблюдались более высокие значения $PaCO_2$, наоборот, уровни дефицита оснований у пациентов с величиной $pH < 7,35$ были статистически значимо ниже в сравнении с пациентами с нормальной кислотностью крови. Не было статистически значимых различий по заданным значениям дыхательного объема и минутной вентиляции легких между группами пациентов высокой группы риска и разными значениями pH (Таблица 14).

Таблица 14 – Значения газов артериальной крови, параметров вентиляции легких и кислотно-щелочного состояния при разных величинах pH у пациентов высокой группы риска

Переменная	pH < 7,35	pH ≥ 7,35	Величина p
	n = 54	n = 27	
PaCO ₂ , мм рт. ст.	55 (47–57)	51 (47–53)	0,584
BE, ммоль/л	–3,7 (–4,0...–2,6)	–1,5 (–0,9...–1,9)	0,001
Дыхательный объем, мл	439 ± 34,0	427 ± 32,3	0,316
Частота дыханий, в мин	14,2 ± 4,0	16,8 ± 4,1	0,068
Примечание. PaCO ₂ – парциальное давление углекислого газа в артериальной крови; BE – избыток/дефицит оснований; pH – кислотность крови.			

Поровну по 63 пациента имели медиану значения DO₂ менее 529 мл/мин/м² и равное или более 529 мл/мин/м². Возраст, пол, рост и площадь поверхности тела, функциональные классы ASA и вид анестезии (ИнгАн против ТВВА) не отличались между группами пациентов, но вес и ИМТ были статистически значимо выше в группе пациентов с DO₂ < 529 мл/мин/м². Пациенты группы DO₂ < 529 мл/мин/м² были оперированы в течение статистически значимо более длительного времени и имели статистически значимо меньшие значения DO₂, VO₂ и O₂ER в конце операции. Также у них была сильная корреляция между DO₂ и VO₂ (r = 0,83; 95 % ДИ 0,73–0,90; p = 0,001). На протяжении операции уровень лактата крови был статистически значимо выше у пациентов группы DO₂ < 529 мл/мин/м² (Таблица 15).

Таблица 15 – Демографические характеристики и периоперационные переменные пациентов с разными уровнями доставки кислорода

Переменная	DO ₂ < 529 мл/мин/м ²	DO ₂ ≥ 529 мл/мин/м ²	Величина p
Возраст, лет	62 (57–67)	64 (57–77)	0,110
Пол: м/ж, n	36/27	45/18	0,095
Рост, см	170 (166–174)	172 (167–177)	0,057
Площадь поверхности тела, м ²	2,0 (1,9–2,3)	2,1 (1,9–2,2)	0,785
Вес, кг	110 (99–123)	80 (68–98)	0,001
Индекс массы тела, кг/м ²	38,1 (34,1–41,2)	27 (24–33)	0,001
Функциональный класс ASA	2,0 (2,0–3,0)	2,0 (2,0–3,0)	0,989
Анестезия: ИнгАн/ТВБА, n	32/31	41/22	0,105
FiO ₂ , %	54 (50–70)	58 (52–68)	0,782
Длительность операции, мин	213 (153–238)	150 (132–186)	0,001
Оценённая кровопотеря, мл	147 (107–330)	192 (159–362)	0,003
Уровень гемоглобина, г/л	129 (116–140)	126 (112–145)	0,397
Волемическая нагрузка, л	1,1 (1,09–1,3)	1,3 (0,99–1,4)	0,452
Минимальное САД, мм рт. ст.	76 (70–98)	81 (73–95)	0,112
Температура тела, °С	36,2 (36,2–36,7)	36,4 (36,2–36,7)	0,311
DO ₂ , мл/мин/м ²	506 (476–528)	642 (618–692)	0,001
VO ₂ , мл/мин/м ²	197 (127–236)	291 (217–492)	0,001
O ₂ ER, %	19 (15–22)	23 (21–40)	0,001
pH	7,27 (7,18–7,33)	7,30 (7,25–7,32)	0,017
BE, ммоль	–3,2 (–4,1...–1,5)	–2,6 (–3,0...–0,7)	0,044
Лактат, ммоль/л	2,7 (1,5–5,0)	1,7 (1,1–2,1)	0,010
Примечание. ИнгАн – ингаляционная анестезия; САД – среднее артериальное давление; ТВБА – тотальная внутривенная анестезия; ASA – Американская ассоциация анестезиологов; BE – избыток/дефицит оснований; pH – кислотность крови. DO ₂ – доставка; O ₂ ER – экстракция; VO ₂ – потребление; FiO ₂ – фракция вдыхаемого кислорода.			

При разделении пациентов с ожирением на группы с DO₂ < 529 мл/мин/м² и DO₂ ≥ 529 мл/мин/м² у 36 (44,4 %) пациентов было от одного до двух периоперационных неблагоприятных событий и осложнений. Перекрёстный анализ показал наличие статистически значимой взаимосвязи между доставкой

кислорода и вариантом анестезии среди пациентов высокой группы риска (ожирение) и неблагоприятными событиями и осложнениями (Таблица 16).

Таблица 16 – Анализ взаимосвязи между доставкой кислорода и вариантом анестезии у пациентов высокой группы риска (ожирение) и неблагоприятными событиями и осложнениями

Переменная	Группа ИнгАн	Группа ТВВА	Величина p
DO ₂ < 529 мл/мин/м ² , n (%)	9 (50,0)	9 (50,0)	0,001
DO ₂ ≥ 529 мл/мин/м ² , n (%)	18 (100,0)	0	
Примечание. ИнгАн – ингаляционная анестезия; ТВВА – тотальная внутривенная анестезия; DO ₂ – доставка кислорода.			

7.2 Факторы риска тошноты и рвоты и болевого синдрома у пациентов высокой группы риска

Случаи ПОТР в палате постнаркозного наблюдения и в первые 6 часов после операции у пациентов высокой группы риска были статистически значимо меньше в группе ТВВА в сравнении с группой ИнгАн, но не было статистически значимых различий в последующие 6–48 часов. В группе ТВВА и ингаляционной анестезии ПОТР развилась у 24 и 37 пациентов, соответственно, назначение антиэметиков потребовалось 6 и 7 пациентам в первые 6 часов после операции и последующие сутки наблюдения. Случаи умеренной и выраженной ПОТР в палате пробуждения и в течение первых 6 часов послеоперационного периода были меньше в группе ТВВА (Таблица 17). Частота интенсивного послеоперационного болевого синдрома свыше 5 баллов на фоне мультимодальной анальгезии у пациентов высокой группы риска была сравнима в обеих группах пациентов (Таблица 18).

Таблица 17 – Частота и интенсивность послеоперационной тошноты и рвоты у пациентов высокой группы риска

Переменная	Группа ИнгАн n (%)	Группа ТВВА n (%)	Величина p
Тошнота без рвоты (1–6 баллов)			
Палата пробуждения	7 (38,9)	2 (7,4)	0,019
1–6 часов	13 (72,2)	5 (18,5)	0,001
6–48 часов	7 (38,9)	10 (37,0)	1,000
Нестерпимая тошнота и рвота (7–10 баллов)			
Палата пробуждения	2 (11,1)	0	0,154
1–6 часов	3 (16,7)	2 (7,4)	0,375
6–48 часов	1 (5,5)	2 (7,4)	1,000
Потребность в дополнительном введении антиэметика			
1–6 часов	2 (11,1)	1 (3,7)	0,554
6–48 часов	2 (11,1)	2 (7,4)	1,000

Таблица 18 – Интенсивность послеоперационного болевого синдрома у пациентов высокой группы риска

Переменная	Группа ИнгАн n (%)	Группа ТВВА n (%)	Величина p
Палата пробуждения	2 (11,1)	3 (11,1)	1,000
1–6 часов	2 (11,1)	5 (18,5)	0,684
6–24 часов	1 (5,5)	2 (7,4)	1,000
24–48 часов	1 (5,5)	2 (7,4)	1,000
Примечание. ИнгАн – ингаляционная анестезия; ТВВА – тотальная внутривенная анестезия.			

7.3 Факторы риска нарушений биомеханики дыхания, газообмена и транспорта кислорода

В течение операции биомеханика дыхания у большинства пациентов была не нарушена, тогда как у 45 (35,7 %) пациентов было зафиксировано давление в

дыхательных путях свыше 30 см вод. ст. и/или Пстат менее 20 мл/см вод. ст. Для выявления возможных факторов риска развития интраоперационных нарушений мы сопоставили группу пациентов с обычными параметрами дыхания с теми, чьи параметры дыхания выходили за пределы безопасного уровня (Таблица 19).

Таблица 19 – Периоперационные переменные пациентов

Переменная	Биомеханика дыхания нарушена	Биомеханика дыхания не нарушена	Величина p
Пациенты, n	45	81	—
Возраст, лет	66 (58–76)	59 (57–62)	0,004
Пол, мужской/женский	17/28	64/17	0,001
Индекс массы тела, кг/м ²	34,9 (30–41,2)	27 (26–29)	0,010
Класс ASA II/III, n	21/24	39/42	0,880
Анестезия, ИнгАн/ТВВА	18/27	55/26	0,002
Длительность операции, мин	208 (160–212)	144 (135–210)	0,044
Кровопотеря, мл	143 (130–275)	200 (130–350)	0,085
Угол наклона операционного стола, °	20,5 (19–22)	20,0 (18–21)	0,080
Внутрибрюшное давление, мм рт. ст.	16 (12–20)	15 (12–18)	0,062
Ателектаз лёгких	6 (13,3)	17 (21,0)	0,406
Подкожная эмфизема	7 (15,6)	5 (6,2)	0,160
Примечание. ИнгАн – ингаляционная анестезия; ТВВА – тотальная внутривенная анестезия; ASA – Американская ассоциация анестезиологов.			

Пациенты с нарушенной биомеханикой дыхания были в среднем на 7 лет старше, имели ИМТ на 7 кг/м² больше, их операции длились в среднем на 60 минут дольше. Пяти пациентам с диффузной подкожной эмфиземой и ателектазом с застойными явлениями в лёгких потребовалась ИВЛ в течение 24 часов после операции, были различия в количестве пациентов с ателектазом и подкожной эмфиземой между двумя группами. Однофакторный анализ показал, что наряду с дихотомными переменными полом пациентов и видом анестезии, 3 непрерывные переменные были связаны с возникновением интраоперационных

нарушений биомеханики дыхания (Таблица 20).

Таблица 20 – Однофакторный анализ факторов риска нарушений биомеханики дыхания

Переменная	Биомеханика дыхания нарушена	Биомеханика дыхания не нарушена	Величина p
Возраст, лет:			
< 65	18	54	0,004
≥65	27	27	
Пол:			
мужской	17	64	0,001
женский	28	17	
ИМТ, кг/м ² :			
< 30	10	71	0,001
≥30	35	10	
Анестезия:			
ИнгАн	18	55	0,002
ТВВА	27	26	
Длительность операции, мин:			
< 150	28	53	0,720
≥150	17	28	
Примечание. ИМТ – индекс массы тела; ИнгАн – ингаляционная анестезия; ТВВА – тотальная внутривенная анестезия.			

Многофакторный анализ показал, что старший возраст, женский пол, ожирение и вариант ТВВА, но не длительность операции были предсказуемыми факторами риска возникновения периоперационных нарушений биомеханики дыхания (Таблица 21).

Таблица 21 – Многофакторный анализ факторов риска нарушений биомеханики дыхания

Переменная	ОР	95 % ДИ	Величина р
Возраст ≥ 65 лет	2,00	1,24–3,24	0,005
Женский пол	2,96	1,83–4,79	0,001
Ожирение	7,77	3,96–15,2	0,001
ТВВА	1,85	1,18–2,89	0,007
Длительность операции ≥ 150 мин	1,09	0,68–1,77	0,717
Примечание. ДИ – доверительный интервал; ОР – относительный риск; ТВВА – тотальная внутривенная анестезия.			

Различия в параметрах биомеханики дыхания и газообмена между пациентами с ожирением в сравнении с пациентами без ожирения заключались в статистически значимо более высоком уровне $\dot{V}_{\text{плат}}$ и статистически значимо более низком уровне $\dot{V}_{\text{стат}}$ после индукции анестезии, наложения карбоксиперитонеума и перевода пациента в положение Тренделенбурга и на всех последующих этапах операции. Положение Тренделенбурга коррелировало с более высоким значением PaCO_2 после индукции карбоксиперитонеума и в процессе операции. Конечно-экспираторное давление углекислого газа оставалось примерно постоянным на протяжении всей операции, и не наблюдалось различий между пациентами в зависимости от положения Тренделенбурга, но более высокий градиент Pa-EtCO_2 наблюдался у пациентов с ожирением на основных этапах оперативного вмешательства (Таблица 22).

Таблица 22 – Динамические изменения биомеханики дыхания и газообмена в зависимости от индекса массы тела

Переменная	ИМТ, кг/м ²	Временная точка измерения				
		T ₂	T ₃	T ₄	T ₅₋₈	Макс/Мин
Дплат	< 30	17 (14,8–19)	23 (21,6–25,2)	27 (24,2–30)	25,4 (23–28,1)	27 (25,4–30)
	≥ 30	20,3 (18,6–22) **	26 (23,4–28,6) **	28 (26–30) **	29 (27,6–30,4) **	29 (27,3–30,7) **
Пстат	< 30	54 (41–63,4)	29 (22,5–35,5)	27 (21–35,5)	29 (21–37,5)	26,4 (21–33)
	≥ 30	41 (38–44,2) **	29 (27–30,6)	24 (21–27) **	24 (22,5–22,5) **	22,8 (21–24,6) **
Pa-EtCO ₂	< 30	6,5 (4–9)	5,5 (3,5–7)	4,8 (3,7–6)	8,2 (2–14,3)	9 (3–15,4)
	≥ 30	5,5 (4–7) *	5 (3–8,2)	3,2 (3–4,1) **	11,4 (12,7–19) *	12 (4–20,3) **
Примечание. Дплат – давление плато в дыхательных путях; ИМТ – индекс массы тела; Пстат – статическая податливость дыхательной системы; Pa-EtCO ₂ – артериально-альвеолярный градиент углекислого газа. *p < 0,05; **p < 0,01						

7.4 Пути предупреждения неблагоприятных событий и осложнений у пациентов высокой группы риска

Задачей нашего исследования была разработка и апробация протокола анестезиологического обеспечения операций РАОМТ для повышения безопасности во время операций и уменьшения частоты послеоперационных неблагоприятных событий и осложнений у пациентов высокой группы риска. За основу были взяты опубликованные ранее методы общей ингаляционной или тотальной внутривенной анестезии на основе различных гипнотиков [1, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 25, 44, 45, 47, 48, 61, 63, 66, 77, 79, 80, 81, 87, 91, 95, 96, 103, 114, 126, 130, 141]. Указанные методы имели общим недостатком то, что использовались на популяции пациентов без градации на группы риска. Для

разработки протокола анестезиологического обеспечения операций РАОМТ у пациентов высокой группы риска были использованы результаты нашего исследования (Рисунок 13).

Всем пациентам с морбидным ожирением анестезиологическое обеспечение проводили в соответствии с нашим подходом:

- предоперационная оценка состояния сердца и легких, поскольку у пациентов с ожирением снижено ЖЕЛ, ОФВ1, более вероятно развитие фибрилляции предсердий, сердечной недостаточности, легочной гипертензии или кардиомиопатии;
- вводная анестезия и экстубация в положении «шезлонг» с приподнятой на 30 градусов головой. Предвидя гипотензию после индукции в этом положении, предварительная загрузка 500–750 мл жидкости может свести это к минимуму;
- тщательная предварительная оксигенация и СРАР около 10 см вод. ст. до момента интубации поддерживают функциональную остаточную емкость легких и продлевают время до десатурации во время апноэ;
- большой размер интубационной трубки;
- Дпик: цель – $DO \geq 450$ мл с учётом должной массы тела;
- при максимальном Дпик: снижение ВБД до 10 мм рт. ст., но не угла наклона операционного стола;
- ИВЛдавл–ГДО для увеличения дыхательного объема на 20 %;
- наполнение легких после интубации с последующим более высоким ПДКВ даже при нормальном насыщении кислородом;
- использование послеоперационной СРАР и высокопоточной оксигенотерапии после экстубации трахеи;
- отсроченная экстубация трахеи у пациентов с замедленным пробуждением и невозможностью ранней экстубации трахеи;

Профилактические вмешательства для предотвращения послеоперационной острой дыхательной недостаточности включали:

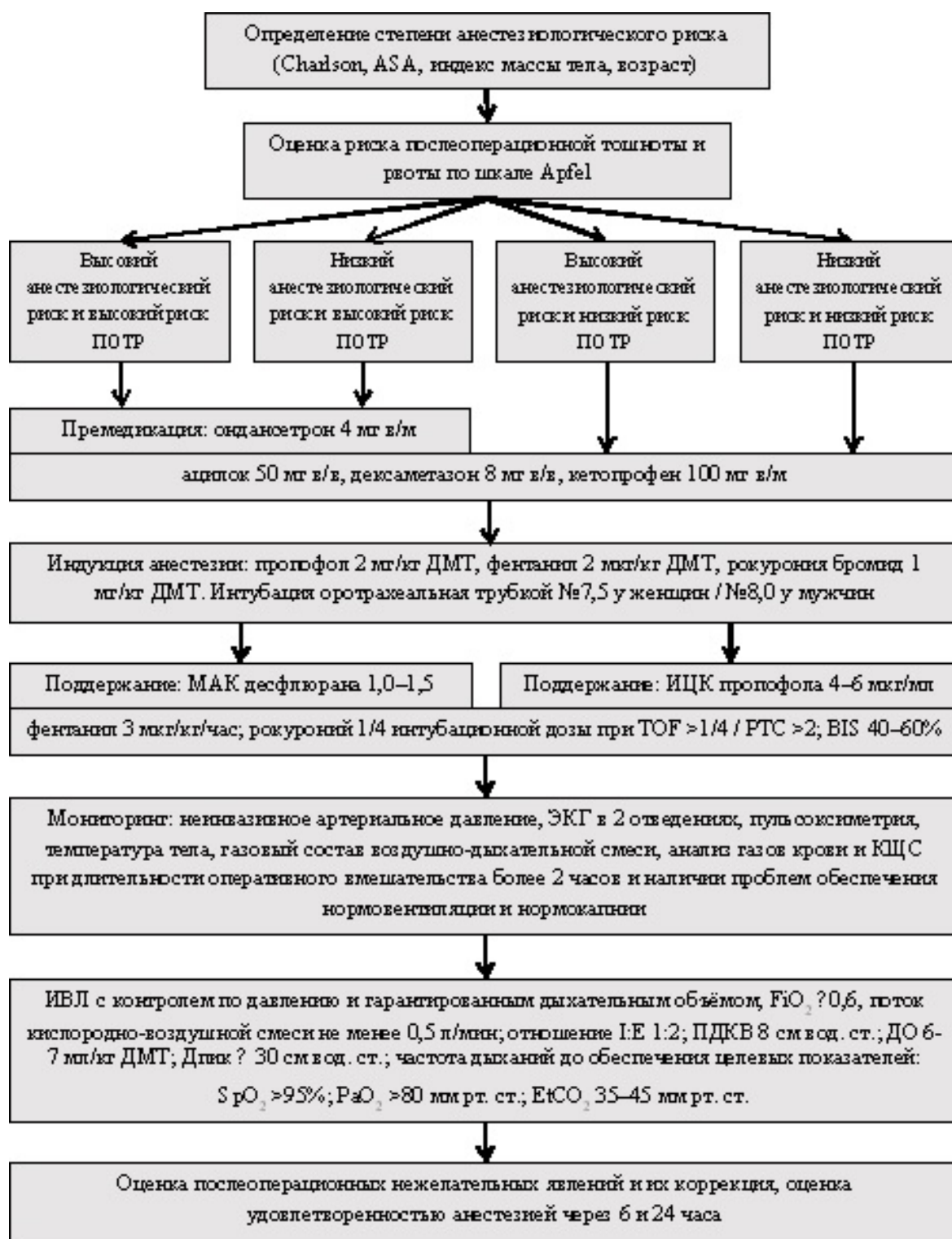
- использование наименьшего (15–20°) угла наклона операционного

стола;

- регулярное (каждые 4 часа в течение 15 мин или каждые 1,5–2 часа в течение 5–7 мин) выравнивание пациента и прекращение абдоминальной инсуффляции углекислого газа;
- строгий баланс потребления и потери жидкости;
- ранняя конверсия в лапаротомию при затягивании длительности операции (решение принималось на основе индивидуального клинического суждения о длительности операции, которое считается чрезмерным, и факторов пациента (кровотечение, трудности с ИВЛ, невозможности выполнения операции в силу анатомических особенностей, нарастание гиперкапнии и нарастающая тенденция к десатурации).

Эффективность разработанного протокола была подтверждена результатами нашего клинического исследования по следующим критериям:

- 1) меньшее влияние на биомеханику дыхания;
- 2) меньшее влияние на газообмен, кислотно-щелочное состояние и транспорт кислорода;
- 3) меньшее влияние на внутричерепное давление;
- 4) меньшая частота периоперационных неблагоприятных событий и осложнений.



Примечание. ДМТ – должная масса тела; ИМТ – индекс массы тела; ПОТР – послеоперационная тошнота и рвота; МАК – минимальная альвеолярная концентрация; ИЦК – индивидуальная целевая концентрация.

Рисунок 13 – Протокол анестезиологического обеспечения робот-ассистированных лапароскопических оперативных вмешательств у пациентов высокой группы риска

Протокол анестезиологического обеспечения для пациентов с планируемой РАОМТ

- 1) Предоперационная подготовка:
 - а) определение индекса коморбидности пациента по шкале Charlson;
 - б) определение функционального статуса по шкале ASA;
 - в) оценка риска ПОТР по шкале Apfel;
 - г) оценка индекса массы тела;
 - д) определение пациента к группе анестезиологического риска;
 - е) отмена всех (кроме аспирина) антитромбоцитарных препаратов с переходом на мост-терапию согласно клиническим рекомендациям ФАР;
 - ж) продолжить приём фоновых препаратов в обычном режиме, за исключением ингибиторов АПФ, диуретиков и сахароснижающих средств;
 - и) соблюдение щадящей диеты за сутки до оперативного вмешательства и отказ от приёма пищи и воды в полночь накануне операции;
 - к) отказ от подготовки кишечника;
 - л) Антибиотикопрофилактика проводится в отделении 2 г цефазолина в/в за 30–60 минут до предполагаемого кожного разреза или 1 г ванкомицина за 60 минут до предполагаемого кожного разреза в случае аллергии у пациента на цефалоспорины.
- 2) Анестезиологическое пособие:
 - а) премедикация:
 - Н₂-блокатор (ранитидин) 50 мг в/в,
 - дексаметазон 8 мг в/в,
 - кетопрофен 100 мг в/в,
 - ондансетрон 4 мг в/м при оценке по шкале Apfel более 2 баллов;
 - б) преоксигенация: FiO₂ 0,8, поток 5 л/мин 5 минут;
 - в) индукция: пропофол 2 мг/кг ДМТ, фентанил 2 мкг/кг ИМТ;
 - г) миорелаксация 1 мг/кг ДМТ на интубацию трахеи, далее 1/4 от

интубационной дозы при TOF более 1/4 РТС 2. Окончание введения за 45 минут до предполагаемого окончания операции;

д) интубация: оротрахеальная интубационной трубкой № 7,5 у женщин и № 8,0 у мужчин;

е) поддержание анестезии: выбор анестетика – десфлуран у пациентов высокого анестезиологического риска; пропофол – только у пациентов с высоким риском ПОТР и внутричерепной гипертензии без высокого анестезиологического риска. Целевые ориентиры: МАК десфлурана 1,0–1,5; ИЦК пропофола 4–6 мкг/мл; фентанил 3 мкг/кг/час, BIS 40–60;

ж) поддержание гемодинамики:

- САД и ЧСС в пределах $\pm 20\%$ от преиндукционной величины (САД не менее 65);

- волевическая нагрузка ≤ 5 мл/кг/час в отсутствие кровопотери, гемоконцентрации, гипотонии;

- гипотония при нормоволемии: в/в инфузия норадреналина начиная с 0,1 мкг/кг/мин до достижения целевых цифр.

и) поддержание ИВЛ:

- $FiO_2 \leq 0,6$; целевые $SpO_2 > 95\%$, $PaO_2 > 80$ мм рт. ст.,

- поток кислородно-воздушной смеси 0,5 л/мин,

- ЧД для обеспечения целевого $EtCO_2$ 35–45 мм рт. ст.,

- отношение I : E 1 : 1,

- ПДКВ (8 ± 2) см вод. ст.,

- ДО 6–7 мл/кг ИМТ,

- Дпик ≤ 30 см вод. ст.,

- режим ИВЛ с контролем по давлению с гарантированным дыхательным объёмом;

к) мониторинг: неинвазивное артериальное давление, ЭКГ во 2 стандартном отведении, пульсоксиметрия, температура тела, газовый состав воздушно-дыхательной смеси, BIS, TOF, анализ газов крови и ксцс при длительности оперативного вмешательства более 2 часов с наличием проблем

обеспечения нормовентиляции и нормокапнии.

3) Окончание операции:

- подъем головного конца: на 30°;
- переход к спонтанному дыханию через режим СРАР со стартовым давлением поддержки 15 см вод. ст и снижением до 5 см вод. ст. по мере нормализации спонтанного дыхания;
- экстубация трахеи: ясное сознание, TOF более 0,9;
- высокопоточная оксигенотерапия FiO_2 0,4, поток 30 л/мин всем пациентам;
- наблюдение в палате пробуждения не менее 60 минут;
- перевод в отделение по достижении 8 баллов по шкале Aldrete;
- оценка послеоперационной боли по ЧШБ и соответствующая анальгезия;
- оценка ПОТР и ее терапия при необходимости.

Преимущество разработанного протокола состоит в том, что он основан на применении режима протективной искусственной вентиляции легких, уменьшающего отрицательное влияние на дыхательную механику и центральную гемодинамику и, как следствие, имеющего меньшее количество послеоперационных осложнений у пациентов высокой группы риска. Преимущество разработанного протокола состоит в целенаправленном выборе мониторинга доставки и потребления кислорода, биохимического маркера лактата и ультразвукового параметра ДОЗН у пациентов высокой группы риска. Преимущество протокола состоит в целенаправленном выборе ТВВА на основе пропофола или низкопоточной ингаляционной анестезии на основе десфлурана исходя из преимуществ у пациентов высокой группы риска – меньшего влияния на интраоперационную динамику ВЧД и меньшего провоцирующего влияния на развитие ПОТР при анестезии пропофолом или лучшей оксигенации и биомеханики дыхания при анестезии десфлураном. Преимущество разработанного протокола состоит в эффективности с точки зрения адекватной анестезии и меньшего риска периоперационных неблагоприятных событий и

осложнений. После внедрения протокола анестезиологического обеспечения было произведено сравнение результатов на сопоставимой группе пациентов (Таблица 23).

Таблица 23 – Результаты внедрения протокола анестезиологического обеспечения у пациентов с ожирением

Параметры	До внедрения n = 45	После внедрения n = 38	Значение Р
Интенсивность тошноты/рвоты по вербальной рейтинговой шкале > 6 баллов через 24 часа	11 (24,4 %)	3 (7,9 %)	0,047
Интенсивность болевого синдрома по числовой шкале боли > 7 баллов через 6 часов	5 (11,1 %)	3 (7,9 %)	0,625
Активность по шкале Aldrete > 8 баллов через 2 часа	34 (75,6 %)	35 (92,1 %)	0,046
Частота госпитализации в отделение интенсивной терапии в первые сутки	10 (22,2 %)	2 (5,3 %)	0,033

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Длительные робот-ассистированные операции на органах малого таза у пациентов со злокачественными новообразованиями органов малого таза и факторами риска влияют на биомеханику дыхания, гемодинамику, газообмен, транспорт кислорода и внутричерепное давление. Целью нашего исследования было изучить влияние вариантов общей анестезии на данные показатели у пациентов II–III функциональных классов ASA. Гипотеза нашего исследования состояла в том, что у пациентов с ожирением эти показатели изменяются значительно при длительном наложении карбоксиперитонеума в положении Тренделенбурга, тем самым провоцируя периоперационные неблагоприятные события и осложнения. Поддержание гемодинамики, целевая волемическая нагрузка, выбор оптимального режима ИВЛ и варианта общей анестезии – это факторы, которыми управляет анестезиолог. В нашем исследовании мы сохраняли динамические изменения САД в пределах 20 % от исходного значения, модулируя глубину анестезии с помощью анестетиков, волемическую нагрузку проводили в строгом соответствии с рекомендациями и сохраняли EtCO₂ между 35 и 45 мм рт. ст., регулируя минутную вентиляцию лёгких. Тем самым нам удалось свести к минимуму влияние этих факторов и оценить неискажённое влияние длительного карбоксиперитонеума и положения Тренделенбурга. Также мы сравнили группы пациентов по варианту анестезии с акцентом на послеоперационный комфорт и безопасность пациента, такой как боль, тошнота и рвота, неблагоприятные события и осложнения. Первое наблюдение состоит в том, что операции РАОМТ возможны в широком диапазоне ИМТ пациента (35 % наших пациентов были с морбидным ожирением) в отсутствии серьёзных периоперационных неблагоприятных событий и осложнений.

Результаты нашего исследования показали, что сочетание карбоксиперитонеума и положения Тренделенбурга приводит к повышению давления в дыхательных путях и снижению статической податливости дыхательной системы. Значения Дпик и Дплат значительно увеличивались в ответ

на повышение ВБД при наложении карбоксиперитонеума и дальнейшие изменения биомеханики дыхания в ответ на положение Тренделенбурга были незначительными. Повышение внутригрудного давления было вызвано пневмоперитонеальным давлением диафрагмы до такой степени, что положение Тренделенбурга не могло далее влиять на динамику давления в дыхательных путях. При достаточной минутной вентиляции лёгких у 28,6 % пациентов Дпик и Дплат достигало 30 см вод. ст. и более. Такое увеличение давления привело к лёгочным осложнениям в виде ателектаза и/или подкожной эмфиземы у 28 % пациентов, но ограничение дыхательного объёма для уменьшения Дпик и Дплат во время операции вызывало гиповентиляцию наряду с риском гипоксемии и гиперкапнии. Анестетики по-разному влияют на биомеханику дыхания. Ингаляционные анестетики действуют непосредственно на гладкую мускулатуру, подавляя сократительную способность через рефлекс блуждающего нерва, и проявляют бронходилатирующий эффект. Пропофол проявляет защитный эффект против бронхоконстрикции через антихолинергический механизм. Мы наблюдали увеличение значений Дпик и Дплат по сравнению с исходным уровнем в обеих группах пациентов и пропорциональное снижение Пстат за счет краниального смещения диафрагмы и снижения функциональной остаточной ёмкости легких (41 % и 47 % в группах ИнгАн и ТВВА, соответственно). Значительное снижение значений Пстат в группе пропофола в сравнении с таковым в группе десфлурана мы объяснили тем, что десфлуран при МАК 1,0 оказывал больший бронходилатирующий эффект. Это явилось важным фактором выбора варианта ингаляционной анестезии.

В нашем исследовании мы обнаружили статистически значимое снижение САД и ЧСС после индукции общей анестезии, наложения карбоксиперитонеума и перевода пациента в положение Тренделенбурга. Базовое САД у бодрствующих пациентов составляло 114 мм рт. ст., вводная анестезия привела к снижению САД на 16 мм рт. ст. В дальнейшем гипотензивный эффект анестетиков усугубился из-за особенностей проведения операции: САД уменьшилось на 28 мм рт. ст., а наименьшее значение САД составило 81 мм рт. ст. В течение операции САД в

значительно большей степени снижалось в группе ингаляционной анестезии, чем в группе ТВВА. Частота сердечных сокращений существенно уменьшилась от исходного значения: максимальное снижение составило 28 % или 18 ударов в минуту, что мы объясняем влиянием индукции общей анестезии стандартной комбинацией пропофола, фентанила и рокурония бромид. Гемодинамические показатели вернулись к исходному уровню в конце операции. По нашему мнению, физиологические изменения, вызванные комбинацией карбоксиперитонеума и положения Тренделенбурга в условиях общей анестезии, носили сложный характер и могли реализоваться через механизм повышения ВБД, сдавления аорты и увеличения постнагрузки, а также возможного усиления нейрогуморальных факторов, вызванных системным всасыванием углекислого газа. Значимое снижение САД после двух часов операции могло быть обусловлено сочетанным действием, во-первых, ограничения внутривенного введения жидкости с целью избегания волемической перегрузки и как следствие отека анастомозов и во избежание отёка верхней половины тела. Во-вторых, в наше исследование мы включили пациентов с сердечно-лёгочными заболеваниями, в том числе с артериальной гипертензией и контролируемые болезнями сердца: 38 пациентов были гипертониками, у 35 пациентов было сочетание гипертонической болезни и ишемической болезни сердца с потребностью в постоянном приёме бета-блокаторов и/или блокаторов кальциевых каналов. Возможно, это также способствовало нарушению инотропной реакции. В-третьих, это относительно высокое базовое внутрибрюшное давление 15 мм рт. ст. и повышение его до 20 мм рт. ст. в отдельные моменты операции.

Мы сравнили частоту интраоперационных нарушений газообмена между группами пациентов, получавшими ингаляционные или внутривенные анестетики. Значения $A-aDO_2$ более 140 мм рт. ст. в группе ТВВА были связаны с дисбалансом вентиляции и перфузии и нарушением диффузии через альвеолярно-капиллярную мембрану, что привело к большему образованию ателектазов. Мы предположили, что индивидуально подобранное ПДКВ улучшит биомеханику

дыхания и уменьшит легочные ателектазы. Стартовый уровень ПДКВ равнялся 5 см.вод.ст., далее он повышался на 1 см.вод.ст. до повышения показателей сатурации и дыхательного объема. Результаты показали, что использование ПДКВ в присутствии карбоксиперитонеума индуцировало большую вентиляцию, приводило к уменьшению ателектаза в зависимых областях лёгких и приводило к лучшему соответствию вентиляции и перфузии. Хотя использование ПДКВ 8 см вод. ст. показало самое низкое значение $A-aDO_2$ по сравнению с другими уровнями ПДКВ, это привело к более высокому уровню $D_{пик}$. Таким образом, ПДКВ 8 см вод. ст. являлось оптимальным во время длительного карбоксиперитонеума при операциях РАОМТ. В нашем исследовании создание карбоксиперитонеума привело к значительным увеличениям $PaCO_2$ и $EtCO_2$ в сравнении с исходными значениями в обеих группах пациентов. Градиент $Pa-EtCO_2$ увеличился в среднем на 1,7 мм рт. ст., значительно больше в группе ИнгАн, что выявило взаимосвязь между анестетиком и величиной градиента. Также мы наблюдали среднее увеличение коэффициента линейной регрессии после 120 минут операции, обнаружив значительную взаимосвязь между величиной градиента $Pa-EtCO_2$ и длительностью карбоксиперитонеума. Возрастные изменения дыхательной функции, включая структурные и функциональные изменения в лёгких, привели к увеличению градиента $Pa-EtCO_2$. На величину $Pa-EtCO_2$ влияли многие факторы, включая общую анестезию, сопутствующие лёгочные заболевания. Чтобы свести к минимуму влияние этих факторов, мы стандартизировали анестезию с точки зрения анестетиков, настроек ИВЛ и положения пациента. Таким образом, влияние анестезии на величину $Pa-EtCO_2$ было объективным у всех пациентов.

В нашем исследовании мы использовали анализ газов артериальной и венозной крови для оценки дыхательных и метаболических изменений, и наличие ацидоза определяли при значении pH менее 7,35. Мы диагностировали дыхательный и метаболический ацидоз в обеих группах пациентов. Значения pH крови были значительно ниже, а значения $PaCO_2$ были значительно выше в конце операции, чем в других временных точках измерения. Нарушения

кислотно-щелочного баланса можно объяснить значительным увеличением поглощения углекислого газа через брюшину в течение карбоксиперитонеума, что вызывало значительную ацидемию и гиперкапнию. Увеличение дыхательного объема и частоты дыхания предпринимались для компенсации ацидоза во время операции и предотвращения снижения величины рН менее 7,20. Поскольку PaO_2 и SpO_2 не снижались до критических значений, ни одному пациенту не потребовалось дополнительное вмешательство.

Длительные робот-ассистированные операции в условиях карбоксиперитонеума и положения Тренделенбурга влияют на транспорт кислорода. Задачей нашего исследования было изучить влияние варианта общей анестезии на транспорт кислорода у пациентов II–III функциональных классов ASA. Гипотеза состояла в том, что в зависимости от варианта анестезии, транспорт кислорода изменится по-разному в условиях карбоксиперитонеума и положения Тренделенбурга, тем самым провоцируя периоперационные неблагоприятные события. Мы изучили динамику DO_2 , VO_2 и O_2ER и проверили диагностическую ценность эмпирически выбранного критерия критической DO_2 . Пятьдесят четыре (43 %) пациента имели величину DO_2 меньше 529 мл/мин/м², но в этой группе не было увеличения частоты неблагоприятных событий. Было 36 пациентов (28 %) с неблагоприятными событиями, но не было взаимосвязи величины DO_2 с вариантом анестезии. При анализе соотношения VO_2/DO_2 у пациентов группы $DO_2 < 529$ мл/мин/м² была положительная корреляция между DO_2 и VO_2 из-за зависимости от величины вдыхаемого кислорода. Мы использовали соотношение VO_2 к глобальной DO_2 , стандартизированной по площади поверхности тела, в качестве клинической меры эффективности VO_2 во время операций. Коэффициент O_2ER находился в пределах нормы, что указывало на относительно достаточную для аэробного метаболизма DO_2 . Эффективность зависела от сочетания факторов, включая способность тканей извлекать кислород и резервную способность сердечно-сосудистой системы увеличивать DO_2 в соответствии с периферической VO_2 . Следовательно, более высокое значение коэффициента O_2ER указывало на недостаточную DO_2 или повышенное VO_2 или

на то и другое. Наоборот, более низкое значение коэффициента O_2ER отражало увеличение DO_2 или снижение VO_2 или на то и другое. Уровень лактата крови в конце операции был выше у пациентов с низкой DO_2 , что явилось результатом повышенного анаэробного метаболизма вследствие ишемии тканей, вызванной влиянием карбоксиперитонеума высокого давления. То, что уровень лактата крови находился в относительно физиологическом диапазоне, указывает на то, что DO_2 было достаточно для предотвращения начала анаэробного метаболизма. Анализируя группы пациентов с различной DO_2 , мы обнаружили различия в демографических характеристиках и интраоперационных переменных. Мы не смогли рассчитать критические уровни DO_2 , так как не обнаружили взаимосвязи между DO_2 и неблагоприятными событиями и не обнаружили взаимосвязи между FiO_2 , DO_2 и VO_2 . Большой разброс значений от 51 до 356 мл/мин/м² свидетельствует о том, что VO_2 представляет собой высоко вариабельный фактор, зависящий от множества элементов, следовательно, целевое значение перфузии выше критического уровня не может гарантировать надлежащую DO_2 для всех пациентов. Индексирование DO_2 на площадь поверхности тела пациента учитывало различия в телосложении, но не учитывало различия в возрасте. Кроме того, потребность в кислороде во время операций зависела не только от характеристик пациента, но и от таких факторов, как вариант анестезии и регулирование температуры тела. Мониторинг VO_2 не рекомендован и не входит в периоперационные гемодинамические алгоритмы, направленные на оптимизацию доставки кислорода в робот-ассистированной хирургии. Оценки периоперационных изменений VO_2 являются неопределёнными и имеют ограниченную ценность в хирургической популяции высокого риска. Таким образом, у каждого пациента имелись индивидуальные потребности в кислороде, что свидетельствует о полезности индивидуальной цели DO_2 вместо общего уровня DO_2 выше критического.

Пациенты, перенёвшие операции РАОМТ, подвергаются высокому риску периоперационных дыхательных нарушений. Карбоксиперитонеум является фундаментальным условием для проведения подобных вмешательств, но

вызывает заметное снижение функциональной остаточной ёмкости и ограничивает движения диафрагмы, что приводит к нарушению вентиляционно-перфузионного соотношения и внутрилёгочному шунтированию. В нашем исследовании положение Тренделенбурга увеличило физиологическое мёртвое пространство и спровоцировало гипоксемию. Длительное положение Тренделенбурга привело к снижению $P_{\text{дин}}$, больше в группе пациентов с периоперационными дыхательными нарушениями. Послеоперационная дыхательная недостаточность являлась одним из наиболее серьёзных осложнений, которое мы определяли как ИВЛ в течение более 24 часов после операции или повторная интубация трахеи и ИВЛ в ближайшем послеоперационном периоде. В нашем исследовании гиперкапния, ателектаз, подкожная эмфизема, отёк лица и шеи являлись общими осложнениями у 9 (7 %) пациентов, которым требовалась ИВЛ в течение 24 часов после операции. Что касается предикторов периоперационных дыхательных нарушений, мы классифицировали факторы риска, зависящие от операции, и факторы риска, зависящие от конкретного пациента. Специфические для операции факторы риска включали вариант общей анестезии, кровопотерю и длительность операции. Пациент-специфические факторы риска включали возраст, пол и индекс массы тела. Увеличение возраста и веса пациента связано с физиологическими эмфизематозными изменениями и снижением функциональной остаточной ёмкости, что ведёт к ухудшению газообмена в лёгких во время операций. В нашем исследовании многофакторный анализ показал, что возраст старше 65 лет и ИМТ больше 30 кг/м^2 в значительной степени связаны с возникновением периоперационных дыхательных нарушений.

Осложнения верхних дыхательных путей, такие как стридор, отёк гортани, обструкция и деформация трахеи, также как отёк головного мозга, приводят к дыхательной недостаточности после роботизированных операций в 0,7 % случаев [30, 97, 148]. В нашем исследовании самыми частыми осложнениями, связанными с анестезией и положением тела, были отёк конъюнктивы, гиперемия, отек лица и шеи. У большинства пациентов осложнения были ограничены ближайшим послеоперационным периодом без необходимости перевода в отделение

реанимации. Повышенное ВБД, наряду с краниальным сдвигом диафрагмы, привело к увеличению Дпик и Дплат более чем на 50 %. Карбоксиперитонеум-индуцированная подкожная эмфизема явилась осложнением операций РАОМТ с частотой 9,5 %. Предикторами развития были высокое ВБД, EtCO₂ более 45 мм рт. ст., длительность операции более 200 мин. Уровень Дпик во время инсуффляции углекислого газа был выше 30 мм вод. ст. у 6 пациентов, у которых развилась подкожная эмфизема без тяжелой баротравмы.

Анестезиологическое обеспечение пациентов с морбидным ожирением является сложной задачей из-за физиологических изменений, сопутствующей патологии и ресурсов, необходимых для проведения безопасной операции. Адекватная предоперационная подготовка и междисциплинарная работа помогли нам провести сложные и длительные операции у этой группы пациентов с минимальными осложнениями, облегчив раннюю выписку и предотвратив повторные госпитализации. Наша выборка пациентов достигла достаточной статистической мощности для сравнения результатов хирургического вмешательства между группами пациентов с ожирением и без ожирения. Потенциальные преимущества операций РАОМТ у пациентов с ожирением включают снижение кровопотери, меньшее количество переливаний компонентов крови, короткие сроки госпитализации, низкую конверсию в лапаротомию и меньшее количество интраоперационных осложнений. Потенциальные проблемы, связанные с дыхательными путями у людей с морбидным ожирением, включают трудности вентиляции маской и интубации трахеи. В нашем исследовании в 12 случаях была затруднённая вентиляция лёгких через маску и в 2 случаях – трудная интубация трахеи, которая была успешно осуществлена с использованием надгортанного воздуховода, специального клинка ларингоскопа и бужа. Наши данные свидетельствуют о том, что ожирение было значительно связано с увеличением Дплат и снижением Пдин после инсуффляции углекислого газа в положении Тренделенбурга и на протяжении всей операции, что согласуется с результатами предыдущего исследования [90].

В нашем исследовании мы рассмотрели изменения ВЧД при проведении

операций РАОМТ в условиях длительного карбоксиперитонеума и положения Тренделенбурга у пациентов с ожирением. В нашем исследовании ДОЗН значимо превышал исходное значение, сравнимое с данными М. S. Kim с соавт. [71], которые показали увеличение ДОЗН через 10 минут после наложения пневмоперитонеума и перевода в положение Тренделенбурга. В нашем исследовании разница в ДОЗН между группами пациентов ТВВА пропофолом или ИнгАн десфлураном была статистически значимой. Мы предполагаем следующие факторы увеличения ВЧД – это повышение ВБД, нарушение абсорбции спинномозговой жидкости и затрудненное дренирование поясничного венозного сплетения, повышение внутрисосудистого давления в сакральных пространствах и вазодилатация головного мозга вследствие гиперкапнии. Непрерывное введение пропофола оказало благотворное влияние на данный процесс.

В нашем исследовании ТВВА снизила частоту и интенсивность ПОТР в первые часы после перенесённой операции РАОМТ у пациентов с ожирением. Несмотря на то, что пациенты имели не более двух факторов риска, частота инцидентов ПОТР составила 61 % и была связана с длительным карбоксиперитонеумом. В нашем исследовании ТВВА снижала частоту и интенсивность ПОТР в первые 6 часов после операции в сравнении с ингаляционной анестезией, но не было значимой разницы в возникновении ПОТР в последующие 6–48 часов после операции. Это позволяет использовать пропофол для предупреждения развития ранней ПОТР.

Таким образом, роботизированная хирургия злокачественных новообразований органов малого таза предлагает множество преимуществ у пациентов с ожирением. Анестезиологическое обеспечение таких пациентов должно учитывать факторы риска и, по возможности, оптимизировать их перед операцией. Пациенты хорошо переносят операции РАОМТ с минимальными сердечно-лёгочными эффектами, но биомеханика дыхания может быть нарушена вплоть до развития послеоперационной дыхательной недостаточности. Мы пришли к выводу, что как ИнгАн, так и ТВВА обеспечивают адекватную

оксигенацию и элиминацию углекислого газа, но ингаляционная анестезия предпочтительнее, так как предполагает большую динамическую податливость дыхательной системы без неблагоприятных гемодинамических эффектов. Мы не обнаружили взаимосвязи между уровнем доставки и потребления кислорода и нежелательными периоперационными событиями в зависимости от варианта анестезии. Послеоперационное восстановление было лучшим в группе ингаляционной анестезии, но в группе ТВВА было меньше случаев тошноты и/или рвоты. На основе результатов нашего исследования был разработан протокол анестезиологического обеспечения операций РАОМТ с учетом выявленных изменений параметров дыхательной механики и газообмена, центральной гемодинамики, внутричерепного давления и удовлетворенности пациента анестезией. Апробация протокола позволила повысить качество и безопасность анестезиологического обеспечения операций за счет уменьшения частоты периоперационных неблагоприятных событий и осложнений.

ВЫВОДЫ

1. Интраоперационные динамические изменения биомеханики дыхания во время робот-ассистированных лапароскопических операций на органах малого таза при использовании ингаляционной анестезии и тотальной внутривенной анестезии на основе пропофола имели однонаправленный характер – резкое нарастание в 1,4 раза ($p < 0,01$) давления в дыхательных путях и снижение динамической податливости дыхательной системы на 25 мл/см вод. ст. ($p < 0,01$) после наложения карбоксиперитонеума и перевода пациента в положение Тренделенбурга, более выраженные у пациентов группы тотальной внутривенной анестезии на основе пропофола.

2. Динамические изменения гемодинамики во время основных этапов оперативного вмешательства были связаны с видом анестезии таким образом, что среднее артериальное давление было в среднем на 5 мм рт. ст. ниже у пациентов группы ингаляционной анестезии, чем у пациентов группы тотальной внутривенной анестезии на основе пропофола, без статистически значимой разницы.

3. Использование ингаляционной анестезии в сравнении с тотальной внутривенной анестезией на основе пропофола позволило обеспечить более безопасный уровень оксигенации за счет менее выраженных изменений легочного газообмена (минимальные значения парциального давления кислорода артериальной крови 94,8 и 67,1 мм рт. ст. соответственно; $p < 0,01$) и транспорта кислорода (доставка кислорода менее 529 мл/мин/м² у 30 % и 75 % пациентов соответственно; $p < 0,01$).

4. Динамические изменения диаметра оболочки зрительного нерва как суррогатного маркера внутричерепного давления в условиях длительного пневмоперитонеума и положения Тренделенбурга у пациентов с ожирением были наименьшими в группе тотальной внутривенной анестезии на основе пропофола, разница с группой ингаляционной анестезии была статистически значимой ($p < 0,05$).

5. Течение раннего послеоперационного периода зависело от анестетика: оценка Aldrete Recovery Score через 2 и 3 часа после операции была наибольшей в группе ингаляционной анестезии: 9,4 и 9,7 балла против 8,1 и 8,5 балла в группе тотальной внутривенной анестезии на основе пропофола ($p < 0,05$ в обоих случаях), соответственно. Уменьшение частоты послеоперационной тошноты и рвоты в палате пробуждения и в первые 6 часов было лучшим при использовании тотальной внутривенной анестезии на основе пропофола независимо от факторов риска пациента: 8,3 % и 19,4 % против 40 % и 70 % ($p < 0,05$ $p < 0,01$), соответственно; при равной оценке пациентом анестезии как «хорошая» и «очень хорошая» при использовании тотальной внутривенной анестезии на основе пропофола 94,5 % и при использовании ингаляционной анестезии 91,7 % соответственно.

6. Ожирение оказало значимое влияние в качестве фактора риска периоперационных неблагоприятных событий и осложнений у пациентов со злокачественными образованиями органов малого таза таким образом, что пациенты с индексом массы тела свыше 30 кг/м^2 имели 7-кратное увеличение риска развития нарушений биомеханики дыхания ($p < 0,01$); более высокий градиент парциального давления углекислого газа в артериальной крови на 12 мм рт. ст. ($p < 0,01$); чаще имели уровень доставки кислорода менее 529 мл/мин/м^2 ($p < 0,01$).

7. Разработка и апробация протокола анестезиологического обеспечения робот-ассистированных лапароскопических операций на органах малого таза у пациентов с ожирением для использования в клинической практике позволила повысить качество и безопасность анестезии.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При длительных робот-ассистированных лапароскопических операциях на органах малого таза в условиях карбоксиперитонеума и положения Тренделенбурга у пациентов со злокачественными образованиями органов малого таза ингаляционная анестезия предпочтительна для обеспечения безопасного уровня оксигенации и транспорта кислорода.

2. При длительных робот-ассистированных лапароскопических операциях на органах малого таза в условиях карбоксиперитонеума и положения Тренделенбурга у пациентов с ожирением ингаляционная анестезия предпочтительна для профилактики нарушений биомеханики дыхания с целью предупреждения послеоперационной дыхательной недостаточности.

3. У пациентов с ожирением и факторами риска послеоперационной тошноты и рвоты и внутричерепной гипертензии тотальная внутривенная анестезия на основе пропофола предпочтительна с целью уменьшения динамических изменений внутричерепного давления в условиях длительного пневмоперитонеума и положения Тренделенбурга и предотвращения симптомов тошноты и рвоты в раннем послеоперационном периоде.

4. При проведении ингаляционной анестезии у пациентов с факторами риска послеоперационной тошноты и рвоты в условиях длительного пневмоперитонеума и положения Тренделенбурга рекомендуется применение дополнительного антиэметика.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

БИС	биспектральный индекс
ВБД	внутрибрюшное давление
ВРШ	вербальная рейтинговая шкала тошноты и рвоты
Двент	давление вентиляционное в дыхательных путях
ДО	дыхательный объем
Дпик	давление пиковое в дыхательных путях
Дплат	давление плато в дыхательных путях
Дсред	давление среднее в дыхательных путях
ИВЛ	искусственная вентиляция лёгких
ИВЛдавл/ИВЛоб	искусственная вентиляция лёгких с контролем по давлению/объёму
ИВЛдавл/ ИВЛоб–РС	искусственная вентиляция лёгких с контролем по давлению/объёму и реверсным соотношением времени вдоха ко времени выдоха
ИВЛдавл–ГО	искусственная вентиляция лёгких с контролем по давлению и гарантированным дыхательным объёмом
ИМТ	индекс массы тела
ИнгАн	ингаляционная анестезия
ИП	инспираторная пауза
КЩС	кислотно-щелочное состояние крови
НСО ₃ ⁻	гидрокарбонаты крови
Пстат	статическая податливость дыхательной системы
ПДКВ	положительное давление в конце выдоха
Плегк	динамическая податливость лёгких
ПОТР	послеоперационная тошнота и рвота
РАОМТ	робот-ассистированные лапароскопические операции на органах малого таза

РКИ	рандомизированное клиническое исследование
САД	среднее артериальное давление
Сдых	дыхательное сопротивление
США	Соединенные Штаты Америки
ТВВА	тотальная внутривенная анестезия на основе пропофола
Ттел	температура тела
ХОБЛ	хроническая обструктивная болезнь лёгких
ЧД	частота дыханий
ЧСС	частота сердечных сокращений
ЧШБ	числовая шкала боли
A-aDO ₂	альвеолярно-артериальный градиент кислорода
ASA	американское общество анестезиологов
BE	избыток/дефицит оснований крови
Charlson	индекс сопутствующих заболеваний
DO ₂	доставка кислорода
EtCO ₂ /EtcpCO ₂	конечно-экспираторное давление углекислого газа/усреднённое парциальное давление углекислого газа в выдыхаемом газе
FiO ₂	фракция вдыхаемого кислорода
I:E	отношение времени вдоха ко времени выдоха
O ₂ ER	экстракция кислорода
PaCO ₂	парциальное давление углекислого газа в артериальной крови
Pa-EtCO ₂	артериально-альвеолярный градиент углекислого газа
PaO ₂	парциальное давление кислорода в артериальной крови
PaO ₂ /FiO ₂	отношение парциального давления кислорода в артериальной крови к фракции вдыхаемого кислорода
PTC	посттетанический счёт
SpO ₂	сатурация периферической крови кислородом
TOF	train-of-four
VO ₂	потребление кислорода

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анестезиологическое обеспечение робот-ассистированной радикальной простатэктомии / А. С. Казаков, К. Б. Колонтарев, Д. Ю. Пушкарь, И. Н. Пасечник // Хирургия. – 2015. – № 2. – С. 56–62. – DOI: 10.17116/hirurgia2015256-62.
2. Баскаков, Д. С. Влияние гипнотических компонентов анестезии на частоту развития послеоперационной тошноты и рвоты в онкохирургии / Д. С. Баскаков, В. Э. Хороненко // Эффективная фармакотерапия. – 2015. – № 12. – С. 22–25.
3. Состояние онкологической помощи населению России в 2017 году / под ред. А. Д. Каприна, В. В. Старинского, Г. В. Петровой. – М. : МНИОИ им. П. А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2018. – 236 с.
4. A comparative analysis of the effects of sevoflurane and propofol on cerebral oxygenation during steep Trendelenburg position and pneumoperitoneum for robotic-assisted laparoscopic prostatectomy / A. Doe, M. Kumagai, Y. Tamura [et al.] // J. Anesth. – 2016. – Vol. 30, № 6. – P. 949–955. – DOI: 10.1007/s00540-016-2241-y.
5. A comparison of open surgery, robotic-assisted surgery and conventional laparoscopic surgery in the treatment of morbidly obese endometrial cancer patients / A. A. Mendivil, M. A. Rettenmaier, L. N. Abaid [et al.] // JSLS. – 2015. – Vol. 19, № 1. – P. e2014.00001. – DOI: 10.4293/JSLS.2014.00001.
6. A comparison of survival and recurrence outcomes in patients with endometrial cancer undergoing robotic versus open surgery / H. K. Park, I. B. Helenowski, E. Berry [et al.] // J. Minim. Invasive Gynecol. – 2015. – Vol. 22, № 6. – P. 961–967. – DOI: 10.1016/j.jmig.2015.04.018.
7. A detailed analysis of the learning curve: robotic hysterectomy and pelvic-aortic lymphadenectomy for endometrial cancer / L. G. Seamon, J. M. Fowler, D. L. Richardson [et al.] // Gynecol. Oncol. – 2009. – Vol. 114, № 2. – P. 162–167. – DOI: 10.1016/j.ygyno.2009.04.017.

8. A multiinstitutional experience with robotic-assisted hysterectomy with staging for endometrial cancer / M. P. Lowe, P. R. Johnson, S. A. Kamelle [et al.] // *Obstet. Gynecol.* – 2009. – Vol. 114, № 2. – P. 236–243. – DOI: 10.1097/AOG.0b013e3181af2a74.
9. A phase III randomized clinical trial comparing laparoscopic or robotic radical hysterectomy with abdominal radical hysterectomy in patients with early stage cervical cancer / A. Obermair, V. Gebiski, M. Frumovitz [et al.] // *J. Minim. Invasive Gynecol.* – 2008. – Vol. 15, № 5. – P. 584–588. – DOI: 10.1016/j.jmig.2008.06.013.
10. A prospective comparison of radical retropubic and robot-assisted prostatectomy: experience in one institution / A. Tewari, A. Srivasatava, M. Menon [et al.] // *BJU Int.* – 2003. – Vol. 92, № 3. – P. 205–210. – DOI: 10.1046/j.1464-410X.2003.04311.x.
11. A randomized trial comparing conventional and robotically assisted total laparoscopic hysterectomy / M. F. Paraiso, B. Ridgeway, A. J. Park [et al.] // *Am. J. Obstet. Gynecol.* – 2013. – Vol. 208, № 5. – P. 368.e1–368.e7. – DOI: 10.1016/j.ajog.2013.02.008.
12. A randomized, double-blind trial evaluating the efficacy of palonosetron with total intravenous anesthesia using propofol and remifentanyl for the prevention of postoperative nausea and vomiting after gynecologic surgery / Y. S. Bang, Y. U. Kim, D. Oh [et al.] // *J. Anesth.* – 2016. – Vol. 30, № 6. – P. 935–940. – DOI: 10.1007/s00540-016-2249-3.
13. Airway resistance in patients with obstructive sleep apnea syndrome following robotic prostatectomy / W. Köhne, A. Börgers, M. Musch [et al.] // *J. Endourol.* – 2017. – Vol. 31, № 5. – P. 489–496. – DOI: 10.1089/end.2016.0441.
14. Anaesthesia for robotic gynaecological surgery / K. Gupta, Y. Mehta, A. Sarin Jolly, S. Khanna // *Anaesth. Intensive Care.* – 2012. – Vol. 40, № 4. – P. 614–621. – DOI: 10.1177/0310057X1204000406.
15. Anaesthetic considerations for endoscopic extraperitoneal and laparoscopic transperitoneal radical prostatectomy / J. U. Stolzenburg, B. Aedtner, D. Olthoff [et al.] // *BJU Int.* – 2006. Vol. 98, № 3. – P. 508–513. – DOI: 10.1111/j.1464-

410X.2006.06223.x.

16. Anesthesia considerations for robotic surgery in gynecologic oncology / M. Badawy, F. Béïque, H. Al-Halal [et al.] // J. Robotic Surg. – 2011. – Vol. 5, № 4. – P. 235–239. – DOI: 10.1007/s11701-011-0261-z.

17. Anesthesia considerations for robotic-assisted laparoscopic prostatectomy: a review of 1,500 cases / M. J. Danic, M. Chow, G. Alexander [et al.] // J. Robot. Surg. – 2007. – Vol. 1, № 2. – P. 119–123. – DOI: 10.1007/s11701-007-0024-z.

18. Anesthesiologic effects of transperitoneal versus extraperitoneal approach during robot-assisted radical prostatectomy: results of a prospective randomized study / F. Dal Moro, A. Crestani, C. Valotto [et al.] // Int. Braz. J. Urol. – 2015. – Vol. 41, № 3. – P. 466–472. – DOI: 10.1590/S1677-5538.IBJU.2014.0199.

19. Anesthetic considerations for robot-assisted gynecologic and urology surgery / J. S. Berger, T. Alshaeri, D. Lukula, P. Dangerfield // J. Anesth. Clinic. Res. – 2013. – Vol. 4, № 8. – P. 345. – DOI: 10.4172/2155-6148.1000345.

20. Anesthetic considerations in robotic-assisted gynecologic surgery / A. D. Kaye, N. Vadivelu, N. Ahuja [et al.] // Ochsner. J. – 2013. – Vol. 13, № 4. – P. 517–524..

21. Annual report to the nation on the status of cancer, part I: National cancer statistics / K. A. Cronin, A. J. Lake, S. Scott [et al.] // Cancer. – 2018. – Vol. 124, № 13. – P. 2785–2800. – DOI: 10.1002/cncr.31551.

22. Araki, R. Dopamine D2-receptor antagonist droperidol deepens sevoflurane anesthesia / R. Araki, K. Hayashi, T. Sawa // Anesthesiology. – 2018. – Vol. 128, № 4. – P. 754–763. – DOI: 10.1097/ALN.0000000000002046.

23. Arslan, M. E. Complications of robotic and laparoscopic urologic surgery relevant to anesthesia / M. E. Arslan, A. Özgök // Mini-invasive Surg. – 2018. – Vol. 2. – P. 4. – DOI: 10.20517/2574-1225.2017.31.

24. Baltayian, S. A brief review: anesthesia for robotic prostatectomy / S. Baltayian // J. Robot. Surg. – 2008. – Vol. 2, № 2. – P. 59–66. – DOI: 10.1007/s11701-008-0088-4.

25. Börgers, A. Anaesthesia for urological surgery – Anaesthesia for robotic

assisted prostatectomies / A. Börger, V. Brunkhorst, H. Groeben // *Anästhesiol. Intensiv. Med. Notfallmed. Schmerzther.* – 2013. – Bd. 48, № 7/8. – P. 488–493. – DOI: 10.1055/s-0033-1352496.

26. Can teamwork and high-volume experience overcome challenges of lymphadenectomy in morbidly obese patients (body mass index of 40 kg/m² or greater) with endometrial cancer?: a cohort study of robotics and laparotomy and review of literature / H. Fornalik, T. Zore, N. Fornalik [et al.] // *Int. J. Gynecol. Cancer.* – 2018. – Vol. 28. – № 5. – P. 959–966. – DOI: 10.1097/IGC.0000000000001255.

27. Cancer incidence and mortality worldwide: sources, methods and major patterns in GLOBO-CAN 2012 / J. Ferlay, I. Soerjomataram, R. Dikshit [et al.] // *Int. J. Cancer.* – 2015. – Vol. 136, № 5. – P. 359–386. – DOI: 10.1002/ijc.29210.

28. Cardiovascular and respiratory effects of the degree of head-down angle during robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy / Y. Kadono, H. Yaegashi, K. Machioka [et al.] // *Int. J. Med. Robot.* – 2013. Vol. 9, № 1. – P. 17–22. – DOI: 10.1002/rcs.1482.

29. Cerebral metabolism during propofol anesthesia in humans studied with positron emission tomography / M. T. Alkire, R. J. Haier, S. J. Barker [et al.] // *Anesthesiology.* – 1995. – Vol. 82, № 2. – P. 393–403. – DOI: 10.1097/00000542-199502000-00010.

30. Chang, C. H. The displacement of the tracheal tube during robot-assisted radical prostatectomy / C. H. Chang, H. K. Lee, S. H. Nam // *Eur. J. Anaesthesiol.* – 2010. – Vol. 27, № 5. – P. 478–480. – DOI: 10.1097/EJA.0b013e328333d587.

31. Changes in intraocular pressure and optic nerve sheath diameter in patients undergoing robotic-assisted laparoscopic prostatectomy in steep 45° Trendelenburg position / S. Blecha, M. Harth, F. Schlachetzki [et al.] // *BMC Anesthesiol.* – 2017. – Vol. 17, № 1. – P. 40. – DOI: 10.1186/s12871-017-0333-3.

32. Choi, D. K. Arterial to end-tidal carbon dioxide pressure gradient increases with age in the steep Trendelenburg position with pneumoperitoneum / D. K. Choi, I. G. Lee, J. H. Hwang // *Korean J. Anesthesiol.* – 2012. – Vol. 63, № 3. – P. 209–215. – DOI: 10.4097/kjae.2012.63.3.209.

33. Choosing the most appropriate minimally invasive approach to treat gynecologic cancers in the context of an enhanced recovery program: Insights from a comprehensive cancer center / A. Netter, C. Jauffret, C. Brun [et al.] // PLoS One. – 2020. – Vol. 15, № 4. – P. e0231793. – DOI: 10.1371/journal.pone.0231793.
34. Comparative effectiveness of minimally invasive hysterectomy for endometrial cancer / J. D. Wright, W. M. Burke, A. I. Tergas [et al.] // J. Clin. Oncol. – 2016. – Vol. 34, № 10. – P. 1087–1096. – DOI: 10.1200/JCO.2015.65.3212.
35. Comparative effectiveness of robotic versus laparoscopic hysterectomy for endometrial cancer / J. D. Wright, W. M. Burke, E. T. Wilde [et al.] // J. Clin. Oncol. – 2012. – Vol. 30, № 8. – P. 783–791. – DOI: 10.1200/JCO.2011.36.7508.
36. Comparison between 155 cases of robotic vs 150 cases of open surgical staging for endometrial cancer / K. S. El Sahwi, C. Hooper, M. C. De Leon [et al.] // Gynecol. Oncol. – 2012. – Vol. 124, № 2. – P. 260–264. – DOI: 10.1016/j.ygyno.2011.09.038.
37. Comparison of biochemical recurrence after robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy with volatile and total intravenous anesthesia / N. Y. Kim, W. S. Jang, Y. D. Choi [et al.] // Int. J. Med. Sci. – 2020. – Vol. 17, № 4. – P. 449–456. – DOI: 10.7150/ijms.40958.
38. Comparison of propofol and desflurane for postanaesthetic morbidity in patients undergoing surgery for aneurysmal SAH: a randomized clinical trial / A. Bhardwaj, H. Bhagat, V. K. Grover [et al.] // J. Anesth. – 2018. – Vol. 32, № 2. – P. 250–258. – DOI: 10.1007/s00540-018-2474-z.
39. Comparison of respiratory mechanics between sevoflurane and propofol-remifentanil anesthesia for laparoscopic colectomy / S. R. Bang, S. E. Lee, H. J. Ahn [et al.] // Korean J. Anesthesiol. – 2014. – Vol. 66, № 2. – P. 131–135. – DOI: 10.4097/kjae.2014.66.2.131.
40. Comparison of volume controlled ventilation and pressure controlled ventilation in patients undergoing robot-assisted pelvic surgeries: an open-label trial / R. Jaju, P. B. Jaju, M. Dubey [et al.] // Indian J. Anaesth. – 2017. – Vol. 61, № 1. – P. 17–23. DOI: 10.4103/0019-5049.198406.

41. Comparison of volume-controlled and pressure-controlled ventilation in steep Trendelenburg position for robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy / E. M. Choi, S. Na, S. H. Choi [et al.] // *J. Clin. Anesth.* – 2011. – Vol. 23, № 3. – P. 183–188. – DOI: 10.1016/j.jclinane.2010.08.006.
42. Comparison of volume-controlled, pressure-controlled, and pressure-controlled volume-guaranteed ventilation during robot-assisted laparoscopic gynecologic surgery in the Trendelenburg position / J. M. Lee, S. K. Lee, C. C. Rhim [et al.] // *Int. J. Med. Sci.* – 2020. – Vol. 17, № 17. – P. 2728–2734. – DOI: 10.7150/ijms.49253.
43. Comparisons of pressure-controlled ventilation with volume guarantee and volume-controlled 1:1 equal ratio ventilation on oxygenation and respiratory mechanics during robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy: a randomized-controlled trial / M. S. Kim, S. Soh, S. Y. Kim [et al.] // *Int. J. Med. Sci.* – 2018. – Vol. 15, № 13. – P. 1522–1529. – DOI: 10.7150/ijms.28442.
44. Complications of robotic-assisted laparoscopic surgery distant from the surgical site / D. A. Maerz, L. N. Beck, A. J. Sim, D. M. Gainsburg // *Br. J. Anaesth.* – 2017. – Vol. 118, № 4. – P. 492–503. – DOI: 10.1093/bja/aex003
45. Concepts in creating an evidence-based anesthetic protocol for robot-assisted laparoscopic pelvic surgery / A. Prabhakar, B. L. Donnenfeld, A. D. Kaye [et al.] // *J. Med. Pract. Manage.* – 2015. – Vol. 30, № 6. – P. 18–23.
46. Direct cerebral vasodilatory effects of sevoflurane and isoflurane / B. F. Matta, K. J. Heath, K. Tipping, A. C. Summors // *Anesthesiology.* – 1999. – Vol. 91, № 3. – P. 677–680. – DOI: 10.1097/00000542-199909000-00019.
47. Do small incisions need only minimal anesthesia? – Anesthetic management in laparoscopic and robotic surgery / S. Hottenrott, T. Schlesinger, P. Helmer [et al.] // *J. Clin. Med.* – 2020. – Vol. 9, № 12. – P. 4058. – DOI: 10.3390/jcm9124058.
48. Early experience in anesthesia of robot assisted cystoprostatectomy / D. N. Abbas, J. M. Kamal, S. M. El Sheikh, A. M. Mahmod // *Egypt. J. Anaesth.* – 2013. – Vol. 29, № 1. – P. 77–81. – DOI: 10.1016/j.egja.2012.09.003.

49. Effect of mannitol on ultrasonographically measured optic nerve sheath diameter as a surrogate for intracranial pressure during robot-assisted laparoscopic prostatectomy with pneumoperitoneum and the Trendelenburg position / I. J. Jun, M. Kim, J. Lee [et al.] // *J. Endourol.* – 2018. – Vol. 32, № 7. – P. 608–613. – DOI: 10.1089/end.2017.0828.

50. Effect of positive end expiratory pressure on the sonographic optic nerve sheath diameter as a surrogate for intracranial pressure during robot-assisted laparoscopic prostatectomy: a randomized controlled trial / J. H. Chin, W. J. Kim, J. Lee [et al.] // *PLoS ONE.* – 2017. – Vol. 12, № 1. – P. e0170369. – DOI: 10.1371/journal.pone.0170369.

51. Effect of pressure-controlled inverse ratio ventilation on dead space during robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy: a randomised crossover study of three different ventilator modes / G. Hirabayashi, Y. Ogihara, S. Tsukakoshi [et al.] // *Eur. J. Anaesthesiol.* – 2018. – Vol. 35, № 4. – P. 307–314. – DOI: 10.1097/EJA.0000000000000732.

52. Effect of recruitment maneuver on arterial oxygenation in patients undergoing robot-assisted laparoscopic prostatectomy with intraoperative 15 cm H₂O positive end expiratory pressure / S. Ahn, S. H. Byun, H. Chang [et al.] // *Korean J. Anesthesiol.* – 2016. – Vol. 69, № 6. – P. 592–598. – DOI: <https://doi.org/10.4097/kjae.2016.69.6.592>.

53. Effects of positive end-expiratory pressure on intraocular pressure and optic nerve sheath diameter in robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy: A randomized, clinical trial / A. H. You, Y. Song, D. H. Kim [et al.] // *Medicine (Baltimore).* – 2019. – Vol. 98, № 14. – P. e15051. – DOI: 10.1097/MD.00000000000015051.

54. Effects of recruitment manoeuvre on perioperative pulmonary complications in patients undergoing robotic assisted radical prostatectomy: a randomised single-blinded trial / E. S. Choi, A. Y. Oh, C. B. In [et al.] // *PLoS ONE.* – 2017. – Vol. 12, № 9. – P. e0183311. – DOI: 10.1371/journal.pone.0183311.

55. Effects of steep Trendelenburg position for robotic-assisted prostatectomies

on intra- and extrathoracic airways in patients with or without chronic obstructive pulmonary disease / O. F. Kilic, A. Börgers, W. Köhne [et al.] // *Br. J. Anaesth.* – 2015. – Vol. 114, № 1. – P. 70–76. DOI: 10.1093/bja/aeu322.

56. Effects of two different ventilation strategies on respiratory mechanics during robotic-gynecological surgery / G. Spinazzola, G. Ferrone, F. Cipriani [et al.] // *Respir. Physiol. Neurobiol.* – 2019. – Vol. 259. – P. 122–128. – DOI: 10.1016/j.resp.2018.08.012.

57. Efficacy of robotic radical hysterectomy for cervical cancer compared with that of open and laparoscopic surgery: a separate meta-analysis of high-quality studies / S. S. Zhang, T. Ding, Z. H. Cui [et al.] // *Medicine (Baltimore)*. – 2019. – Vol. 98, № 4. – P. e14171. – DOI: 10.1097/MD.00000000000014171.

58. Factors impacting use of robotic surgery for treatment of endometrial cancer in the United States / E. A. Blake, J. Sheeder, K. Behbakht [et al.] // *Ann. Surg. Oncol.* – 2016. – Vol. 23, № 11. – P. 3744–3748. DOI: 10.1245/s10434-016-5252-x.

59. Fast-track anesthesia in patients undergoing outpatient laparoscopic cholecystectomy: comparison of sevoflurane with total intravenous anesthesia / C. O. Caparlar, M. O. Ozhan, M. A. Suzer [et al.] // *J. Clin. Anesth.* – 2017. – Vol. 37. – P. 25–30. – DOI: 10.1016/j.jclinane.2016.10.036.

60. Femoral Neck Stress Fractures in South Korean Male Military Recruits / H. K. Yoon, Y. K. Ryu, D. G. Song, B. H. Yoon // *Clin. Orthop. Surg.* – 2021. – Vol. 13, № 1 – P. 24–29. – DOI: 10.4055/cios20074.

61. Gainsburg, D. M. Anesthetic concerns for robotic-assisted laparoscopic radical prostatectomy / D. M. Gainsburg // *Minerva Anesthesiol.* – 2012. – Vol. 78, № 5. – P. 596–604.

62. Gocmen, A. Comparison of robotic-assisted surgery outcomes with laparotomy for endometrial cancer staging in Turkey / A. Gocmen, F. Sanlikan, M. G. Ucar // *Arch. Gynecol. Obstet.* – 2010. – Vol. 282, № 5. – P. 539–545. – DOI: 10.1007/s00404-010-1593-z.

63. Goswami, S. Anesthesia for robotic surgery / S. Goswami, E. V. Nishanian, B. Mets // *Miller's anesthesia* / ed. R. D. Miller. – 7th ed. – Philadelphia: Elsevier,

2009. – P. 2390–2403.

64. Gu, W. J. Effect of lung-protective ventilation with lower tidal volumes on clinical outcomes among patients undergoing surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials / W. J. Gu, F. Wang, J. C. Liu // *CMAJ*. – 2015. – Vol. 187, № 3. – P. E101–E109. – DOI: 10.1503/cmaj.141005.

65. Holloway, R. W. Robotic-assisted surgery in the management of endometrial cancer / R. W. Holloway, S. Ahmad // *J. Obstet. Gynaecol. Res.* – 2012. – Vol. 38, № 1. – P. 1–8. – DOI: 10.1111/j.1447-0756.2011.01744.x.

66. Hsu, R. L. Anesthetic Challenges in Robotic-assisted Urologic Surgery / R. L. Hsu, A. D. Kaye, R. D. Urman // *Rev. Urol.* – 2013. – Vol. 15, № 4. – P. 178–184. – DOI: 10.3909/riu0589.

67. Impact of a prophylactic combination of dexamethasone-ondansetron on postoperative nausea and vomiting in obese adult patients undergoing laparoscopic sleeve gastrectomy during closed-loop propofol-remifentanil anaesthesia: a randomised double-blind placebo-controlled study / A. Bataille, J. F. Letourneux, A. Charneau [et al.] // *Eur. J. Anaesthesiol.* – 2016. – Vol. 33, № 12. – P. 898–905. – DOI: 10.1097/EJA.0000000000000427.

68. Impact of overweight and pneumoperitoneum on hemodynamics and oxygenation during prolonged laparoscopic surgery / D. Meininger, B. Zwissler, C. Byhahn [et al.] // *World J. Surg.* – 2006. – Vol. 30, № 4. – P. 520–526. – DOI: 10.1007/s00268-005-0133-7.

69. Impact of robot-assisted laparoscopic prostatectomy on the management of general anesthesia: efficacy of blood withdrawal during a steep Trendelenburg position / J. Saito, S. Noguchi, A. Matsumoto [et al.] // *J. Anesth.* – 2015. – Vol. 29, № 4. – P. 487–491. – DOI: 10.1007/s00540-015-1989-9.

70. Impact of robotics on the outcome of elderly patients with endometrial cancer / V. Lavoue, X. Zeng, S. Lau [et al.] // *Gynecol. Oncol.* – 2014. – Vol. 133, № 3. – P. 556–562. – DOI: 10.1016/j.ygyno.2014.03.572.

71. Increase in intracranial pressure during carbon dioxide pneumoperitoneum with steep Trendelenburg positioning proven by ultrasonographic measurement of optic

nerve sheath diameter / M. S. Kim, S. J. Bai, J. R. Lee [et al.] // J. Endourol. – 2014. – Vol. 28, № 7. – P. 801–806. – DOI: 10.1089/end.2014.0019.

72. Increase in intraocular pressure is less with propofol than with sevoflurane during laparoscopic surgery in the steep Trendelenburg position / Y. C. Yoo, S. Shin, E. K. Choi [et al.] // Can. J. Anaesth. – 2014. – Vol. 61, № 4. – P. 322–329. – DOI: 10.1007/s12630-014-0112-2.

73. Individual indicators of appropriate hypnotic level during propofol anesthesia: highest alpha power and effect-site concentrations of propofol at loss of response / H. Kang, H. M. H. Mohamed, M. Takashina [et al.] // J. Anesth. – 2017. – Vol. 31, № 4. – P. 502–509. – DOI: 10.1007/s00540-017-2319-1.

74. Individualised positive end-expiratory pressure guided by electrical impedance tomography for robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy: a prospective, randomised controlled clinical trial / F. Gierbach, D. Petroff, S. Schulz [et al.] // Br. J. Anaesth. – 2020. – Vol. 125, № 3. – P. 373–382. – DOI: 10.1016/j.bja.2020.05.041.

75. Influence of morbid obesity on surgical outcomes in robotic-assisted gynecologic surgery / A. Eddib, A. Danakas, S. Hughes [et al.] // J. Gynecol. Surg. – 2014. – Vol. 30, № 2. – P. 81–86. – DOI: 10.1089/gyn.2012.0142.

76. Influence of steep Trendelenburg position and CO₂ pneumoperitoneum on cardiovascular, cerebrovascular, and respiratory homeostasis during robotic prostatectomy / A. F. Kalmar, L. Foubert, J. F. Hendrickx [et al.] // Br. J. Anaesth. – 2010. – Vol. 104, № 4. – P. 433–439. – DOI: 10.1093/bja/aeq018.

77. Joint consensus on anesthesia in urologic and gynecologic robotic surgery: specific issues in management from a task force of the SIAARTI, SIGO, and SIU / P. Aceto, L. Beretta, C. Cariello [et al.] // Minerva Anesthesiol. – 2019. – Vol. 85, № 8. – P. 871–885.

78. Kaaks, R. Obesity, endogenous hormones, and endometrial cancer risk: a synthetic review / R. Kaaks, A. Lukanova, M. S. Kurzer // Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev. – 2002. – Vol. 11, № 12. – P. 1531–1543.

79. Koo, C. H. Anesthetic considerations for urologic surgeries / C. H. Koo,

J. H. Ryu // Korean J. Anesthesiol. – 2020. – Vol. 73, № 2. – P. 92–102. – DOI: 10.4097/kja.19437.

80. Lee, J. R. Anesthetic considerations for robotic surgery / J. R. Lee // Korean J. Anesthesiol. – 2014. – Vol. 66, № 1. – P. 3–11. – DOI: 10.4097/kjae.2014.66.1.3

81. Lew, M. Anesthesia for laparoscopic and robotic-assisted urological procedures / M. Lew, M. Sullivan // Anesthesia for urologic surgery / ed. D. M. Gainsburg, E. O. Bryson, E. A. M. Frost. – N. Y. : Springer Science, 2014. – P. 93–126. – DOI: 10.1007/978-1-4614-7363-3_6.

82. Local-anesthetic like inhibition of the cardiac sodium channel Nav1.5 α -subunit by 5-HT₃ receptor antagonists / M. P. Van't Klooster, N. Foadi, A. Hage [et al.] // Eur. J. Pharmacol. – 2016. – Vol. 789. – P. 119–126. – DOI: 10.1016/j.ejphar.2016.07.020.

83. Low tidal volume positive end-expiratory pressure versus high tidal volume zero-positive end-expiratory pressure and postoperative pulmonary functions in robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy / M. Haliloglu, B. Bilgili, M. Ozdemir [et al.] // Med. Princ. Pract. – 2017. – Vol. 26. – P. 573–578. – DOI: 10.1159/000484693.

84. Low vs standard pressures in gynecologic laparoscopy: a systematic review / E. B. Kyle, S. Maheux-Lacroix, A. Boutin [et al.] // JSLS. – 2016. – Vol. 20, № 1. – P. e2015.00113. – DOI: 10.4293/JSLS.2015.00113.

85. Lung-protective properties of expiratory flow-initiated pressure-controlled inverse ratio ventilation: a randomised controlled trial / G. Hirabayashi, M. Saito, S. Terayama [et al.] // PLoS One. – 2020. – Vol. 15, № 12. – P. e0243971. – DOI: 10.1371/journal.pone.0243971.

86. Matsuura, H. The risk of postoperative nausea and vomiting between surgical patients received propofol and sevoflurane anesthesia: a matched study / H. Matsuura, S. Inoue, M. Kawaguchi // Acta Anaesthesiol. Taiwan. – 2016. – Vol. 54, № 4. – P. 114–120. – DOI: 10.1016/j.aat.2016.09.002.

87. McLarney, J. T. Anesthetic implications of robotic gynecologic surgery / J. T. McLarney, G. L. Rose // J. Gynecol. Endosc. Surg. – 2011. – Vol. 2, № 2. –

P. 75–78. – DOI: 10.4103/0974-1216.114077.

88. Minimally invasive radical hysterectomy for cervical cancer: a systematic review and meta-analysis / A. J. B. Smith, T. N. Jones, D. Miao, A. N. Fader // *J. Minim. Invasive Gynecol.* – 2021. – Vol. 28, № 3. – P. 544–555.e7. – DOI: 10.1016/j.jmig.2020.12.023.

89. Moss, E. Effect of propofol on brain retraction pressure and cerebral perfusion pressure / E. Moss, D. J. Price // *Br. J. Anaesth.* – 1990. – Vol. 65, № 6. – P. 823–825. – DOI: 10.1093/bja/65.6.823.

90. Obesity is associated with decreased lung compliance and hypercapnia during robotic assisted surgery / D. R. Tomescu, M. Popescu, S. O. Dima [et al.] // *J. Clin. Monit. Comput.* – 2017. – Vol. 31, № 1. – P. 85–92. – DOI: 10.1007/s10877-016-9831-y.

91. Olympio, M. A. Anesthetic Considerations for Robotic Urologic Surgery / M. A. Olympio // *Robotics in genitourinary surgery* / ed. A. Hemal, M. Menon. – London : Springer-Verlag London Limited, 2011. – P. 79–96. – DOI: 10.1007/978-1-84882-114-9_6.

92. Optic nerve sheath diameter remains constant during robot assisted laparoscopic radical prostatectomy / P. Verdonck, A. F. Kalmar, K. Suy [et al.] // *PLoS ONE.* – 2014. – Vol. 9, № 11. – P. e111916. – DOI: 10.1371/journal.pone.0111916.

93. Optimal positive end-expiratory pressure during robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy / H. J. Lee, K. S. Kim, J. S. Jeong [et al.] // *Korean J. Anesthesiol.* – 2013. – Vol. 65, № 3. – P. 244–250. – DOI: 10.4097/kjae.2013.65.3.244

94. Overcoming extreme obesity with robotic surgery / P. Stone, A. Burnett, B. Burton, J. Roman // *Int. J. Med. Robot.* – 2010. – Vol. 6, № 4. – P. 382–385. – DOI: 10.1002/rcs.341.

95. Özgök, A. Anesthesiology in robotic surgery and robotic radical prostatectomy / A. Özgök, D. Kazanci // *Robot. Lap. Endosurg.* – 2016. – Vol. 2. – P. 30–33.

96. Paranjape, S. Anaesthesia for robotic surgery / S. Paranjape, A. Chhabra // *Trend. Anaesth. Crit. Care.* – 2013. – Vol. 4, № 1. – P. 25–31. – DOI:

10.1016/j.tacc.2013.10.003.

97. Perioperative complications of robotic radical prostatectomy after the learning curve / A. Bhandari, L. McIntire, S. A. Kaul [et al.] // J. Urol. – 2005. – Vol. 174, № 3. – P. 915–918. – DOI: 10.1097/01.ju.0000169458.96014.f8.

98. Positive end-expiratory pressure and distribution of ventilation in pneumoperitoneum combined with steep Trendelenburg position / A. Shono, N. Katayama, T. Fujihara [et al.] // Anesthesiology. – 2020. – Vol. 132, № 3. – P. 476–490. – DOI: 10.1097/ALN.0000000000003062.

99. Positive end-expiratory pressure improves arterial oxygenation during prolonged pneumoperitoneum / D. Meininger, C. Byhahn, S. Mierdl [et al.] // Acta Anaesthesiol. Scand. – 2005. – Vol. 49, № 6. – P. 778–783. – DOI: 10.1111/j.1399-6576.2005.00713.x.

100. Positive end-expiratory pressure-induced increase in external jugular venous pressure does not predict fluid responsiveness in laparoscopic prostatectomy / M. Hur, S. Yoo, J. Y. Choi [et al.] // J. Anesth. – 2018. – Vol. 32, № 3. – P. 316–325. – DOI: 10.1007/s00540-018-2475-y.

101. Post-discharge nausea and vomiting after total intravenous anaesthesia and standardised PONV prophylaxis for ambulatory surgery / U. Bruderer, A. Fisler, M. P. Steurer [et al.] // Acta Anaesthesiol. Scand. – 2017. – Vol. 61, № 7. – P. 758–766. – DOI: 10.1111/aas.12921.

102. Pressure-controlled ventilation with volume guarantee compared to volume-controlled ventilation with equal ratio in obese patients undergoing laparoscopic hysterectomy / M. Gad, K. Gaballa, A. Abdallah [et al.] // Anesth. Essays Res. – 2019. – Vol. 13, № 2. – P. 347–353. – DOI: 10.4103/aer.AER_82_19.

103. Prevention of complications of general anesthesia linked with laparoscopic access and with robot-assisted radical prostatectomy / C. Chatti, G. Corsia, D. R. Yates [et al.] // Prog. Urol. – 2011. – Vol. 21, № 12. – P. 829–834. – DOI: 10.1016/j.purol.2011.05.004.

104. Propofol drug shortage associated with worse postoperative nausea and vomiting outcomes despite a mitigation strategy / M. P. Neff, D. B. Wagner,

B. J. Phillips [et al.] // AANA J. – 2018. – Vol. 86, № 2. – P. 147–154.

105. Pulmonary gas exchange is well preserved during robot assisted surgery in steep Trendelenburg position / D. Schrijvers, A. Mottrie, K. Traen [et al.] // Acta Anaesthesiol. Belg. – 2009. – Vol. 60, № 4. – P. 229–233.

106. Rabinovich, A. Minimally invasive surgery for endometrial cancer / A. Rabinovich // Curr. Opin. Obstet. Gynecol. – 2015. – Vol. 27, № 4. – P. 302–307. – DOI: 10.1097/GCO.0000000000000187.

107. Radical hysterectomy: a comparison of surgical approaches after adoption of robotic surgery in gynecologic oncology / P. T. Soliman, M. Frumovitz, C. C. Sun [et al.] // Gynecol. Oncol. – 2011. – Vol. 123, № 3. – P. 333–336. – DOI: 10.1016/j.ygyno.2011.08.001.

108. Respiratory gas exchange during robotic-assisted laparoscopic radical prostatectomy / P. Lebowitz, A. Yedlin, A. A. Hakimi [et al.] // J. Clin. Anesth. – 2015. – Vol. 7, № 6. – P. 470–475. – DOI: 10.1016/j.jclinane.2015.06.001.

109. Respiratory gas exchange during robotic-assisted laparoscopic radical prostatectomy / P. Lebowitz, A. Yedlin, A. A. Hakimi [et al.] // J. Clin. Anesth. – 2015. – Vol. 7, № 6. – P. 470–475. – DOI: 10.1016/j.jclinane.2015.06.001.

110. Robot-assisted hysterectomy compared to open and laparoscopic approaches: systematic review and meta-analysis / M. O'Neill, P. S. Moran, C. Teljeur [et al.] // Arch. Gynecol. Obstet. – 2013. – Vol. 287, № 5. – P. 907–918. – DOI: 10.1007/s00404-012-2681-z.

111. Robot-assisted versus open radical hysterectomy: a multi-institutional experience for early-stage cervical cancer / B. M. Sert, J. F. Boggess, S. Ahmad [et al.] // Eur. J. Surg. Oncol. – 2016. – Vol. 42, № 4. – P. 513–522. – DOI: 10.1016/j.ejso.2015.12.014.

112. Robotic compared with conventional laparoscopic hysterectomy: a randomized controlled trial / D. Sarlos, L. Kots, N. Stevanovic [et al.] // Obstet. Gynecol. – 2012. – Vol. 120, № 3. – P. 604–611. – DOI: 10.1097/AOG.0b013e318265b61a.

113. Robotic hysterectomy for endometrial cancer in obese patients with

comorbidities: evaluating postoperative complications / F. J. Backes, M. Rosen, M. Liang [et al.] // *Int. J. Gynecol. Cancer*. – 2015. – Vol. 25, № 7. – P. 1271–1276. – DOI: 10.1097/IGC.0000000000000480.

114. Robotic prostatectomy: the anesthetist's view for robotic urological surgeries, a prospective study / M. Oksar, Z. Akbulut, H. Ocal [et al.] // *Braz. J. Anesthesiol. (Engl. Ed.)* – 2014. – Vol. 64, № 5. – P. 307–313. – DOI: 10.1016/j.bjan.2013.10.009.

115. Robotic radical hysterectomy in early stage cervical cancer: a systematic review and meta-analysis / S. A. M. Shazly, M. H. Murad, S. C. Dowdy [et al.] // *Gynecol. Oncol.* – 2015. – Vol. 138, № 2. – P. 457–471. – DOI: 10.1016/j.ygyno.2015.06.009.

116. Robotic radical hysterectomy: comparison with laparoscopy and laparotomy / J. F. Magrina, R. M. Kho, A. L. Weaver [et al.] // *Gynecol. Oncol.* – 2008. – Vol. 109, № 1. – P. 86–91. – DOI: 10.1016/j.ygyno.2008.01.011.

117. Robotic surgery: changing the surgical approach for endometrial cancer in a referral cancer center / M. Peiretti, V. Zanagnolo, L. Bocciolone [et al.] // *J. Minim. Invasive Gynecol.* – 2009. – Vol. 16, № 4. – P. 427–431. – DOI: 10.1016/j.jmig.2009.03.013.

118. Robotic vs laparoscopic radical hysterectomy for cervical cancer: a meta-analysis / J. Zhou, B. H. Xiong, L. Ma [et al.] // *Int. J. Med. Robot.* – 2016. – Vol. 12, № 1. – P. 145–154. – DOI: 10.1002/rcs.1652.

119. Robotic, laparoscopic, or open hysterectomy: surgical outcomes by approach in endometrial cancer / T. L. Beck, M. A. Schiff, B. A. Goff, R. R. Urban // *J. Minim. Invasive Gynecol.* – 2018. – Vol. 25, № 6. – P. 986–993. – DOI: 10.1016/j.jmig.2018.01.010.

120. Robotically assisted laparoscopic hysterectomy versus total abdominal hysterectomy and lymphadenectomy for endometrial cancer / S. A. DeNardis, R. W. Holloway, G. E. Bigsby [et al.] // *Gynecol. Oncol.* – 2008. – Vol. 111, № 3. – P. 412–417. – DOI: 10.1016/j.ygyno.2008.08.025.

121. Robotic-assisted total laparoscopic hysterectomy and staging for the

treatment of endometrial cancer: a comparison with conventional laparoscopy and abdominal approaches / R. Estape, N. Lambrou, E. Estape [et al.] // *J. Robot. Surg.* – 2012. – Vol. 6, № 3. – P. 199–205. – DOI: 10.1007/s11701-011-0290-7.

122. Robotic-assisted vs traditional laparoscopic surgery for endometrial cancer: a randomized controlled trial / M. M. Maenpaa, K. Nieminen, E. I. Tomas [et al.] // *Am. J. Obstet. Gynecol.* – 2016. – Vol. 215, № 5. – P. 588.e1–588.e7. – DOI: 10.1016/j.ajog.2016.06.005.

123. Shah, S. B. Noninvasive intracranial pressure monitoring via optic nerve sheath diameter for robotic surgery in steep Trendelenburg position / S. B. Shah, A. K. Bhargava, I. Choudhury // *Saudi J. Anaesth.* – 2015. – Vol. 9, № 3. – P. 239–246. – DOI: 10.4103/1658-354X.154693.

124. Siegel, R. L. Cancer statistics, 2019 / R. L. Siegel, K. D. Miller, A. Jemal // *CA Cancer J. Clin.* – 2019. – Vol. 69, № 1. – P. 7–34. – DOI: 10.3322/caac.21551.

125. Singh, P. Nausea: a review of pathophysiology and therapeutics / P. Singh, S. S. Yoon, B. Kuo // *Therap. Adv. Gastroenterol.* – 2016. – Vol. 9, № 1. – P. 98–112. – DOI: 10.1177/1756283X15618131.

126. Sohn, K. S. Anesthetic management for laparoscopic surgery and robotic surgery / K. S. Sohn, J. H. Kim // *J. Korean Med. Assoc.* – 2012. – Vol. 55, № 7. – P. 641–648. – DOI: 10.5124/jkma.2012.55.7.641.

127. Sonographic optic nerve sheath diameter as a surrogate measure for intracranial pressure in anesthetized patients in the Trendelenburg position / J. H. Chin, H. Seo, E. H. Lee [et al.] // *BMC Anesthesiol.* – 2015. – Vol. 15. – P. 43. – DOI: 10.1186/s12871-015-0025-9.

128. Sonographic optic nerve sheath diameter as a surrogate measure for intracranial pressure in anesthetized patients in the Trendelenburg position / J. H. Chin, H. Seo, E. H. Lee [et al.] // *BMC Anesthesiology.* – 2015. – Vol. 15. – P. 43. – DOI: 10.1186/s12871-015-0025-9.

129. Standardizing predicted body weight equations for mechanical ventilation tidal volume settings / O. Linares-Perdomo, T. D. East, R. Brower, A. H. Morris // *Chest.* – 2015. – Vol. 148, № 1. – P. 73–78. – DOI: 10.1378/chest.14-2843.

130. Sullivan, M. J. Anesthetic care of the patient for robotic surgery / M. J. Sullivan, E. A. M. Frost, M. W. Lew // *Middle East J. Anaesthesiol.* – 2008. – Vol. 19, № 5. – P. 967–982.

131. Surgical and clinical safety and effectiveness of robot-assisted laparoscopic hysterectomy compared to conventional laparoscopy and laparotomy for cervical cancer: a systematic review and meta-analysis / D. A. Park, J. E. Yun, S. W. Kim, S. H. Lee // *Eur. J. Surg. Oncol.* – 2017. – Vol. 43, № 6. – P. 994–1002. – DOI: 10.1016/j.ejso.2016.07.017.

132. Surgical and oncologic outcomes after robotic radical hysterectomy as compared to open radical hysterectomy in the treatment of early cervical cancer / C. A. Shah, T. Beck, J. B. Liao [et al.] // *J. Gynecol. Oncol.* – 2017. – Vol. 28, № 6. – P. e82. – DOI: 10.3802/jgo.2017.28.e82.

133. Surgical and oncological outcome of robotic surgery compared to laparoscopic and abdominal surgery in the management of endometrial cancer / G. Corrado, G. Cutillo, G. Pomati [et al.] // *Eur. J. Surg. Oncol.* – 2015. – Vol. 41, № 8. – P. 1074–1081. – DOI: 10.1016/j.ejso.2015.04.020.

134. Surgical outcome of robotic surgery in morbidly obese patient with endometrial cancer compared to laparotomy / M. Q. Bernardini, L. T. Gien, H. Tipping [et al.] // *Int. J. Gynecol. Cancer.* – 2012. – Vol. 22, № 1. – P. 76–81. – DOI: 10.1097/IGC.0b013e3182353371.

135. Surgical outcomes in gynecologic oncology in the era of robotics: analysis of first 1000 cases / P. J. Paley, D. S. Veljovich, C. A. Shah [et al.] // *Am. J. Obstet. Gynecol.* – 2011. – Vol. 204, № 6. – P. 551.e1–551.e9. – DOI: 10.1016/j.ajog.2011.01.059.

136. Systematic review and meta-analysis of perioperative outcomes and complications after robot-assisted radical prostatectomy / G. Novara, V. Ficarra, R. C. Rosen [et al.] // *Eur. Urol.* – 2012. – Vol. 62, № 3. – P. 431–452. – DOI: 10.1016/j.eururo.2012.05.044.

137. Systematic review of robotic surgery in gynecology: robotic techniques compared with laparoscopy and laparotomy / R. B. Gala, R. Margulies, A. Steinberg [et

al.] // J. Minim. Invasive Gynecol. – 2014. – Vol. 21, № 3. – P. 353–361. – DOI: 10.1016/j.jmig.2013.11.010.

138. The effect of low-flow sevoflurane and desflurane on pulmonary mechanics during laparoscopic surgery / R. Sivaci, A. Orman, M. Yilmazer [et al.] // J. Laparoendosc. Adv. Surg. Tech. A. – 2005. – Vol. 15, № 2. – P. 125–129. – DOI: 10.1089/lap.2005.15.125.

139. The effect of pneumoperitoneum in the steep Trendelenburg position on cerebral oxygenation / E. Y. Park, B. N. Koo, K. T. Min, S. H. Nam // Acta Anaesthesiol. Scand. – 2009. – Vol. 53, № 7. – P. 895–859. – DOI: 10.1111/j.1399-6576.2009.01991.x.

140. The effects of a recruitment manoeuvre with positive end-expiratory pressure on lung compliance in patients undergoing robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy / O. Kudoh, D. Satoh, N. Hori [et al.] // J. Clin. Monit. Comput. – 2020. – Vol. 34, № 2. – P. 303–310. – DOI: 10.1007/s10877-019-00306-y.

141. The effects of steep trendelenburg positioning on intraocular pressure during robotic radical prostatectomy / H. Awad, S. Santilli, M. Ohr [et al.] // Anesth. Analg. – 2009. – Vol. 109, № 2. – P. 473–478. – DOI: 10.1213/ane.0b013e3181a9098f.

142. The impact of obesity on pulmonary deterioration in patients undergoing robotic-assisted laparoscopic prostatectomy / S. Blecha, M. Harth, F. Zeman [et al.] // J. Clin. Monit. Comput. – 2019. – Vol. 33. – P. 133–143. – DOI: 10.1007/s10877-018-0142-3.

143. The impact of robotics on practice management of endometrial cancer: transitioning from traditional surgery / A. V. Hoekstra, A. Jairam-Thodla, A. Rademaker [et al.] // Int. J. Med. Robot. – 2009. – Vol. 5, № 4. – P. 392–397. – DOI: 10.1002/rcs.268.

144. The impact of two different inspiratory to expiratory ratios (1 : 1 and 1 : 2) on respiratory mechanics and oxygenation during volume-controlled ventilation in robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy: a randomized controlled trial / M. S. Kim, N. Y. Kim, K. Y. Lee [et al.] // Can. J. Anaesth. – 2015. – Vol. 62, № 9. – P. 979–987. – DOI: 10.1007/s12630-015-0383-2.

145. The risk factors of postoperative respiratory insufficiency after prolonged robotic radical prostatectomy / J. Y. Lee, J. Y. Lee, S. J. Hong [et al.] // *Korean J. Crit. Care Med.* – 2010. – Vol. 25, № 3. – P. 130–135. – DOI: 10.4266/kjccm.2010.25.3.130.

146. Total intravenous anesthesia with propofol reduces postoperative nausea and vomiting in patients undergoing robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy: a prospective randomized trial / Y. C. Yoo, S. J. Bai, K. Y. Lee [et al.] // *Yonsei Med. J.* – 2012. – Vol. 53, № 6. – P. 1197–1202. – DOI: 10.3349/ymj.2012.53.6.1197.

147. Ultrasonographic optic nerve sheath diameter for predicting elevated intracranial pressure during laparoscopic surgery: a systematic review and meta-analysis / E. J. Kim, B. N. Koo, S. H. Choi [et al.] // *Surg. Endosc.* – 2018. – Vol. 32, № 1. – P. 175–182. – DOI: 10.1007/s00464-017-5653-3.

148. Unpredicted neurological complications after robotic laparoscopic radical cystectomy and ileal conduit formation in steep Trendelenburg position: two case reports / R. Pandey, R. Garg, V. Darlong [et al.] // *Acta Anaesthesiol. Belg.* – 2010. – Vol. 61, № 3. – P. 163–166.

149. Volume-controlled versus dual-controlled ventilation during robot-assisted laparoscopic prostatectomy with steep Trendelenburg Position: a randomized-controlled trial / J. H. Park, I. K. Park, S. H. Choi [et al.] // *J. Clin. Med.* – 2019. – Vol. 8, № 12. – P. 2032. – DOI: 10.3390/jcm8122032.

150. Wallin, E. Introduction of robot-assisted radical hysterectomy for early stage cervical cancer: impact on complications, costs and oncologic outcome / E. Wallin, A. Floter Radestad, H. Falconer // *Acta Obstet. Gynecol. Scand.* – 2017. – Vol. 96, № 5. – P. 536–542. – DOI: 10.1111/aogs.13112.

СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА

1.	Рисунок 1 – Изменения пикового давления в дыхательных путях. . .	С. 46
2.	Рисунок 2 – Изменения давления плато в дыхательных путях.	С. 47
3.	Рисунок 3 – Изменения статической податливости дыхательной системы.	С. 48
4.	Рисунок 4 – Изменения среднего артериального давления.	С. 49
5.	Рисунок 5 – Изменения частоты сердечных сокращений.	С. 50
6.	Рисунок 6 – Изменения парциального давления кислорода в артериальной крови.	С. 51
7.	Рисунок 7 – Изменения сатурации периферической крови.	С. 52
8.	Рисунок 8 – Изменения парциального давления углекислого газа в артериальной крови.	С. 52
9.	Рисунок 9 – Изменения конечно-экспираторного давления углекислого газа.	С. 53
10.	Рисунок 10 – Изменения альвеолярно-артериального градиента кислорода.	С. 54
11.	Рисунок 11 – Изменения артериально-альвеолярного градиента углекислого газа.	С. 54
12.	Рисунок 12 – Изменения диаметра оболочки зрительного нерва. . .	С. 58
13.	Рисунок 13 – Протокол анестезиологического обеспечения робот-ассистированных лапароскопических оперативных вмешательств у пациентов высокой группы риска.	С. 71
14.	Таблица 1 – Обзор сравнительных исследований влияния факторов риска на дыхательную механику и газообмен.	С. 17
15.	Таблица 2 – Обзор клинические исследований дыхательной механики и газообмена.	С. 20
16.	Таблица 3 – Разделение пациентов на группы исследования.	С. 32
17.	Таблица 4 – Стандартный протокол анестезиологического	

	обеспечения.	С. 34
18.	Таблица 5 – Демографические характеристики пациентов.	С. 41
19.	Таблица 6 – Операционные переменные пациентов.	С. 43
20.	Таблица 7 – Динамические изменения уровня глубины анестезии. . .	С. 44
21.	Таблица 8 – Оценка Aldrete Recovery Score.	С. 44
22.	Таблица 9 – Оценка удовлетворённости пациентов.	С. 45
23.	Таблица 10 – Изменения кислотно-щелочного состояния крови. . . .	С. 55
24.	Таблица 11 – Изменения транспорта кислорода.	С. 56
25.	Таблица 12 – Демографические и интраоперационные переменные пациентов.	С. 57
26.	Таблица 13 – Периоперационные неблагоприятные события и осложнения.	С. 60
27.	Таблица 14 – Значения газов артериальной крови, вентиляции легких и кислотно-щелочного состояния при разных величинах рН. .	С. 61
28.	Таблица 15 – Демографические характеристики и периоперационные переменные пациентов с различными уровнями доставки кислорода.	С. 62
29.	Таблица 16 – Анализ взаимосвязи между доставкой кислорода и вариантом анестезии у пациентов с неблагоприятными событиями и осложнениями.	С. 63
30.	Таблица 17 – Частота и интенсивность послеоперационной тошноты и рвоты.	С. 64
31.	Таблица 18 – Интенсивность послеоперационного болевого синдрома.	С. 64
32.	Таблица 19 – Периоперационные переменные пациентов.	С. 65
33.	Таблица 20 – Однофакторный анализ факторов риска нарушений биомеханики дыхания.	С. 66
34.	Таблица 21 – Многофакторный анализ факторов риска нарушений биомеханики дыхания.	С. 67

35. Таблица 22 – Динамические изменения биомеханики дыхания и газообмена в зависимости от индекса массы тела. С. 68
36. Таблица 23 – Результаты внедрения протокола анестезиологического обеспечения у пациентов с ожирением. С. 75