

На правах рукописи



КОМАРОВ Андрей Сергеевич

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ПРОФИЛАКТИКА
КАРДИОРЕСПИРАТОРНЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ
ПОСЛЕ АНАТОМИЧЕСКИХ РЕЗЕКЦИЙ ЛЕГКИХ**

3.1.9. Хирургия (медицинские науки)

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

ПЕНЗА – 2025

Работа выполнена на кафедре госпитальной хирургии, анестезиологии, реаниматологии, урологии, травматологии и ортопедии медицинского факультета имени Т. З. Биктимирова Института медицины, экологии и физической культуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ульяновский государственный университет».

Научный руководитель – доктор медицинских наук, профессор
Мидленко Олег Владимирович

Официальные оппоненты: **Пушкин Сергей Юрьевич**,
доктор медицинских наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» (г. Самара), заведующий кафедрой хирургических болезней детей и взрослых;

Тулупов Александр Николаевич,
доктор медицинских наук, профессор, заслуженный врач Российской Федерации, государственное бюджетное учреждение «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи имени И. И. Джанелидзе» (г. Санкт-Петербург), руководитель отдела сочетанной травмы

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научный центр хирургии имени академика Б. В. Петровского» (г. Москва)

Защита состоится 2 октября 2025 г. в _____ часов на заседании диссертационного совета 24.2.357.05 в ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет» по адресу: 440026, г. Пенза, ул. Красная, 40.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет» и на сайте https://dissov.pnzgu.ru/ecspertiza/med_nauki/komarov

Автореферат разослан «___» _____ 20 ____ г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Бурмистрова Лариса Федоровна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Несмотря на стремительное развитие органосохраняющих анатомических резекций легких, в частности сегментэктомии, лобэктомия уверенно сохраняет лидирующие позиции в структуре радикальных вмешательств (Пикин О. В., Чарышкин А. Л., Тонеев Е. А. и др., 2019; Топольницкий Е. Б., Бородина Ю. А., 2020; Nath T. S., Mohamed N., Gill P. K., Khan S., 2022).

Одной из нерешенных проблем торакальной хирургии является наличие большого количества пациентов, имеющих одновременно как показания к оперативному лечению, так и значимую коморбидность, ограничивающую возможности хирурга (Шефер Н. А., Топольницкий Е. Б., 2022). Именно коморбидность, значительно снижающая адаптивные ресурсы организма, способна вызвать жизнеугрожающие тяжелые осложнения в послеоперационном периоде (Шефер Н. А., Топольницкий Е. Б., 2022; Zhang R., Kyriss T., Dippon J. et al., 2018).

Значительная часть исследований в медицине в настоящее время направлена на оценку риска развития нежелательных явлений в послеоперационном периоде, так как предупреждение осложнений безопаснее, чем их лечение (Price L. C., Martinez G., Brame A. et al., 2021; Subramani Y., El Tohamy O., Jalali D. et al., 2021).

Системная подготовка пациента способствует повышению функциональных резервов легочной системы, толерантности сердца к физической нагрузке, а адекватная нутритивная поддержка улучшает репаративные процессы (Обухова О. А., 2023; Takahashi M., Sowa T., Tokumasu H. et al., 2021; Bingül E. S., Şentürk N. M., Kaynar A. M., 2023).

Все большее распространение в клинической практике получает преабилитация как этап подготовки к оперативному лечению, которая, по мнению ряда авторов, обладает большими преимуществами по сравнению с послеоперационной реабилитацией (Kökeç H., Keskin H., Ergin M., Erdoğan A., 2023).

При проведении преабилитации у пациентов с высоким риском показана ее максимальная эффективность, тогда как у пациентов с низким риском ее роль незначительна (Панов В. А., Зайцев Р. В., Кравцов А. Г. и др., 2015; Pu C. Y., Batarseh H., Zafron M. L. et al., 2021).

Степень разработанности темы исследования. При использовании доступных источников информации было выявлено крайне ограниченное количество работ, в которых раскрывается проблема стратификации пациентов по уровню риска развития респираторных и кардиологических осложнений при планировании анатомической резекции легкого. Кроме того, отсутствуют публикации по применению концепции комплексной подготовки пациентов высокого риска кардиологических и респираторных осложнений после их стратификации с помощью созданных прогностических моделей.

Поиску решений указанных проблем посвящено наше исследование.

Цель исследования: улучшение результатов анатомических резекций легких за счет улучшения функциональных резервов у пациентов с высоким риском послеоперационных кардиологических и респираторных осложнений.

Задачи исследования:

1. Проанализировать частоту и факторы риска развития кардиологических и респираторных осложнений у больных после анатомических резекций легких.

2. Разработать способ прогнозирования развития кардиологических и респираторных осложнений в послеоперационном периоде у пациентов, которым планируется выполнение лобэктомии.

3. Разработать безопасный алгоритм преабилитации пациентов с высоким риском кардиологических и респираторных осложнений при подготовке к анатомической резекции легкого и оценить его эффективность в раннем послеоперационном периоде.

4. Провести комплексную оценку влияния осуществленной преабилитации на отдаленные результаты лечения пациентов с высоким риском развития кардиологических и респираторных осложнений.

Научная новизна. Впервые с использованием технологии искусственного интеллекта и машинного обучения был разработан и внедрен в клиническую практику способ стратификации пациентов по уровню риска развития кардиологических и респираторных осложнений после анатомической резекции легкого (патент на изобретение РФ № 2825051 «Способ прогнозирования вероятности развития послеоперационных респираторных осложнений после лобэктомии»). Способ обладает высокой чувствительностью и специфичностью.

Доказана безопасность и эффективность оптимизированного алгоритма преабилитации у пациентов с высоким риском послеоперационных кардиологических и респираторных осложнений.

Теоретическая и практическая значимость. Разработанные способы прогнозирования кардиологических и респираторных осложнений обладают высокой чувствительностью и специфичностью и могут быть использованы в работе специализированных хирургических стационаров для стратификации пациентов по степени риска развития указанных осложнений. Удобный графический интерфейс номограмм позволяет использовать предложенные способы в любом хирургическом отделении.

Применение оптимизированного алгоритма комплексной подготовки пациентов, имеющих высокий риск развития кардиологических и респираторных осложнений, к хирургическому вмешательству позволяет значительно снизить частоту послеоперационных осложнений и летальность в раннем послеоперационном периоде, повысить выживаемость и качество жизни в отдаленном послеоперационном периоде.

Апробированная технология стратификации пациентов с применением искусственного интеллекта может быть использована в исследованиях по другим нозологиям.

Положения, выносимые на защиту:

1. Созданный метод прогнозирования риска развития кардиологических и респираторных осложнений у пациентов, которым планируется выполнение лобэктомии, позволяет провести объективную стратификацию пациентов по степени риска развития осложнений.

2. Использование оптимизированного алгоритма комплексной преабилитации у пациентов с высоким риском кардиологических и респираторных осложнений позволяет улучшить ближайшие и отдаленные результаты хирургического лечения.

Внедрение результатов исследования в практику. Представленные в диссертационном исследовании материалы и результаты были внедрены в практику работы с пациентами на базе хирургического отделения торакальной онкологии ГУЗ Областной клинической онкологической диспансер г. Ульяновска и торакального отделения ГУЗ Ульяновская областная клиническая больница.

Полученные результаты и подходы к их применению активно используются при обучении студентов и клинических ординаторов на базе кафедр медицинского факультета имени Т. З. Биктимирова Института медицины, экологии и физической культуры ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет»: кафедры госпитальной хирургии, анестезиологии, реаниматологии, урологии, травматологии и ортопедии, кафедры факультетской хирургии.

Степень достоверности полученных результатов. Достоверность выводов исследования обеспечена достаточным числом ретроспективно исследованных пациентов, включенных в исследование, а также применением современных методов статистического анализа. Оценка клинических данных выполнялась в соответствии с основными принципами доказательной медицины. Проведено два рандомизированных исследования с включением 125 пациентов.

Применение современных методов диагностики и лечения, использование сертифицированного оборудования, воспроизводимость результатов в различных условиях, а также наличие детализированной первичной документации и использование лицензионного программного обеспечения для статистического анализа подтверждают высокую достоверность полученных научных данных.

Апробация результатов исследования. Основные положения и полученные результаты представленного диссертационного исследования доложены и обсуждены с компетентным научным сообществом на научно-практических мероприятиях: 57-й межрегиональной научно-практической медицинской конференции (Ульяновск, 2022); XV научно-практической конференции «Модниковские чтения» (Ульяновск, 2022); XV Съезде хирургов России, объединенном с IX Конгрессом московских хирургов (Москва, 2023); XII Международном конгрессе «Актуальные направления современной кардио-торакальной хирургии» (Санкт-Петербург, 2023); 58-й межрегиональной научно-практической медицинской конференции (Ульяновск, 2023); XII Съезде онкологов России (Самара, 2023); XVI научно-практической конференции «Модниковские чтения» (Ульяновск, 2023).

Публикации. По теме диссертационного исследования опубликовано 9 научных работ, из них 5 – в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации для публикации основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, получен 1 патент на изобретение, зарегистрирована 1 база данных, а также 1 тезис в материалах IX Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 35-летию Ульяновского государственного университета, и 1 статья в сборнике научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции.

Личный вклад автора. Автором в сотрудничестве с научным руководителем, а также совместно с врачами – торакальными хирургами была сформулирована цель исследования, определены задачи и разработаны план и структура работы. В процессе подготовки литературного обзора проведен всесторонний анализ отечественных и зарубежных источников по исследуемой автором теме.

Автором самостоятельно проведен ретроспективный анализ результатов лечения 162 пациентов, которым была выполнена стандартная лобэктомия из торакотомного доступа, а также выполнен проспективный глубокий анализ ближайших и отдаленных результатов лечения 125 пациентов в рамках двух рандомизированных клинических исследований (свидетельство РФ № 2024622751 «База данных развития кардиологических и легочных осложнений у больных после анатомической резекции легкого»).

Автор принимал активное участие в периоперационном наблюдении и ведении значительной части пациентов проспективной группы, а также части пациентов из ретроспективного анализа. Все результаты проведенного диссертационного исследования были тщательно задокументированы, обработаны с применением сертифицированных статистических программ и проанализированы автором самостоятельно.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности 3.1.9. Хирургия; области науки: 3. Медицинские науки; группе научных специальностей: 3.1. Клиническая медицина; направлениям исследований: изучение причин, механизмов развития и распространенности хирургических заболеваний; разработка и усовершенствование методов диагностики и предупреждения хирургических заболеваний; экспериментальная и клиническая разработка методов лечения хирургических болезней и их внедрение в клиническую практику.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 146 страницах машинописного текста, состоит из введения, литературного обзора, 3 глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы, включающего 195 источников, в том числе 75 отечественных и 120 зарубежных авторов. Работа иллюстрирована 32 таблицами и 21 рисунком.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материал и методы исследования. С целью выявления прогностически значимых для развития послеоперационных кардиореспираторных осложнений параметров на первом этапе исследования проведен ретроспективный анализ 162 лобэктомий.

Послеоперационные респираторные осложнения оценивались с точки зрения их наличия или отсутствия и регистрировались при возникновении в раннем послеоперационном периоде после лобэктомии следующих явлений: пневмония, характеризующаяся новой легочной инфильтрацией при визуализационном исследовании и любым из следующих признаков: лихорадка (температура тела $\geq 38^{\circ}\text{C}$), продолжающаяся более 5 дней; количество лейкоцитов $>10,5 \times 10^9/\text{л}$; ателектаз легкого; дыхательная недостаточность, требующая перевода на ИВЛ; продленный сброс воздуха (сброс воздуха по дренажу более 5 суток).

Послеоперационные кардиологические осложнения также оценивали с позиции их наличия или отсутствия и фиксировали при возникновении в раннем послеоперационном периоде после лобэктомии следующих явлений: стойкая аритмия, требующая лекарственной коррекции; острый коронарный синдром; тромбоэмболия легочной артерии.

Критериями включения в анализ были следующие показатели: возраст 18–80 лет, доступ – торакотомия, полноценные функциональные исследования согласно протоколу.

Критериями исключения были следующие показатели: неполные клинические данные для анализа, ранее перенесенная резекция легкого, торакоскопическая лобэктомия, выявленная на догоспитальном этапе аритмия, требующая лекарственной коррекции, сочетанная острая и хроническая кардиореспираторная патология.

Торакотомный доступ осуществлялся разрезом в 4-м или 5-м межреберье в зависимости от удаляемой доли. Выполнялась стандартная лобэктомия в соответствии с рекомендациями. По завершении оперативного вмешательства устанавливался 1 плевральный дренаж в 8-м межреберье по задней подмышечной линии в купол плевральной полости, диаметр дренажной трубки – 28 Fr.

Оценивались следующие клинические данные: пол и возраст как базовые демографические характеристики; сопутствующая патология; индекс пачка/лет; индекс массы тела (ИМТ); наличие или отсутствие гипертонической болезни; наличие ишемической болезни сердца (ИБС); параметры сердечной деятельности, оцененные при помощи эхокардиографии (ЭхоКГ): давление в легочной артерии, фракция выброса левого желудочка; максимальная частота пульса ($\text{HR}_{\text{Мак}} = 217 - 0,85 \times \text{возраст}$); результаты суточного холтеровского мониторингирования.

Оценка функции внешнего дыхания включала: объем форсированного выдоха за 1 секунду (ОФВ1), жизненную емкость легких (ЖЕЛ) и пиковую

объемную скорость (ПОС). Для расчета прогнозируемого послеоперационного объема ОФВ1 (ппОФВ1) применялась формула

$$\text{ппОФВ1} = \text{Предоп. ОФВ1} \times (1 - Y/Z),$$

где Y – количество функциональных или незаблокированных сегментов легкого, подлежащих удалению; Z – общее количество функциональных сегментов (обычно 19).

В предоперационное обследование также входили такие функциональные тесты, как челночный тест и лестничная проба, а также определение биохимических показателей крови, включая общий белок, креатинин и мочевины.

Интраоперационные данные включали сведения о продолжительности операции, объеме кровопотери и типе выполненной лобэктомии.

Использование технологий искусственного интеллекта. Для прогнозирования кардиореспираторных осложнений после анатомических резекций легких была применена модель машинного обучения на основе логистической регрессии. Модель разработана с использованием программного обеспечения RStudio версии 2023.06.1+524.

Для проверки устойчивости модели и подтверждения выявленных закономерностей были использованы симулированные данные, созданные на основе реальной выборки. Данный подход позволил увеличить объем данных для дополнительного анализа и проверить стабильность модели в условиях изменяющихся входных параметров. Симуляция данных проводилась с использованием метода бутстреп-выборок. Использовались также подходы, основанные на методе Монте-Карло, что позволило моделировать распределение переменных в соответствии с закономерностями, выявленными в реальных данных. Симулированные данные применялись исключительно для проверки устойчивости модели и ее прогностической способности. Основное обучение и тестирование модели проводились на реальных данных, все ключевые выводы исследования базируются исключительно на реальной выборке.

Основные этапы работы с симулированными данными:

1. Генерация симулированных данных на основе исходной выборки с сохранением ключевых статистических характеристик.
2. Анализ совпадений между результатами модели на реальных и симулированных данных для оценки ее надежности.
3. Проверка чувствительности и специфичности модели при изменении входных параметров, моделируемых на симулированных данных.

На втором (проспективном) этапе исследования проанализированы результаты лечения пациентов с высоким риском развития кардиологических осложнений ($n = 75$) и высоким риском развития респираторных осложнений ($n = 60$), выделенных на основании использования номограмм, разработанных на первом этапе исследования.

Исследование являлось открытым параллельным контролируемым рандомизированным с двумя группами – группой контроля (ГК) (пациенты со стандартной подготовкой) и группой преабилитации (ГП) (пациенты с преабилитацией).

тацией). Рандомизация производилась по блочному типу с использованием таблицы случайных чисел. У всех пациентов было получено информированное согласие на участие в исследовании.

У пациентов группы преабилитации с высоким риском развития кардиологических осложнений ($n = 39$) и пациентов с высоким риском развития респираторных осложнений ($n = 30$) наряду со стандартной предоперационной подготовкой за 3 недели до планируемого оперативного лечения начиналась мультимодальная преабилитация.

Структура мультимодальной преабилитации была следующей: физическая преабилитация – высокоинтенсивная интервальная тренировка по указанной схеме (рисунок 1). В тренировку было включено: разогрев, далее 4 интервала работы и 3 интервала отдыха, после чего следовало плавное завершение тренировки.



Рисунок 1 – Схема физической преабилитации

Для оценки психоэмоционального состояния пациентов использовалась «Госпитальная шкала тревоги и депрессии» (HADS). При получении более 7 баллов проводилась консультация психотерапевта и назначалось соответствующее лечение.

Для выявления риска недостаточности питания у исследуемых пациентов использовался универсальный инструмент скрининга недостаточности питания (MUST, Malnutrition Universal Screening Tool). При наличии белковой недостаточности и риске выше среднего пациентам рекомендовался прием 1,5 мг/кг белковых добавок. Все пациенты при поступлении на оперативное лечение имели низкий риск недостаточности питания по MUST.

Для оценки течения послеоперационного периода регистрировались количество послеоперационных койко-дней, длительность нахождения пациента

в отделении реанимации и интенсивной терапии, фиксировались все виды хирургических и терапевтических осложнений.

Отдельно отмечалось использование глюкокортикостероидов (ГКС) после операции с целью коррекции дыхательной недостаточности. Послеоперационные осложнения были стратифицированы согласно классификации The Thoracic Morbidity and Mortality (TMM).

Качество жизни пациентов в отдаленном послеоперационном периоде оценивалось с использованием опросника EORTC Core Quality of Life (EORTC QLQ-C30), специально разработанного для измерения различных аспектов здоровья, включая физические, психологические и социальные функции.

Статистическая обработка результатов. Статистический анализ проводили при помощи программы STATISTICA 10 for Windows (StatSoft®, Inc.). Анализировали сформированные выборки на нормальность распределения по изучаемым признакам с помощью критерия Колмогорова – Смирнова с поправкой Лиллиефорса. Выборки соответствовали нормальному распределению (распределению Гаусса). Произведено вычисление средних (M) и относительных (P) величин, стандартных ошибок (m , mP) для показателей. Оценена достоверность различий средних и относительных величин. Различия между сравниваемыми величинами считались статистически достоверными при условии, что критерий t превышал стандартные значения коэффициента Стьюдента (tst) для заданной доверительной вероятности (p).

Для построения прогностических моделей использовали метод биномиальной логистической регрессии с обратным исключением переменных на основе их скорректированной значимости в многофакторной модели (исключались наименее значимые ковариаты) и с учетом величины информационного критерия Акаике (AIC). Дискриминационная способность модели (точность классификации) оценивалась по значению C-индекса (AUC). Доля дисперсии зависимой переменной, объясняемая моделью, оценивалась по значению коэффициента детерминации Негелькерке (R^2). Калибровка модели оценивалась путем построения сглаженной калибровочной кривой с оценкой уровня наклона кривой (Slope), максимальной и средней ошибок калибровки на валидационном наборе данных. В ходе построения моделей проверялись допущения о линейности независимых переменных и логарифма шансов (графический метод, тест Бокса – Тидвелла), выполнялась проверка на полное (квазиполное) разделение и мультиколлинеарность (через корреляционный анализ ковариат методом Спирмена и вычисление коэффициента инфляции дисперсии – VIF).

Результаты собственных исследований на первом этапе и их обсуждение. Распределение пациентов первого этапа исследования по клинико-функциональным параметрам в зависимости от развития респираторных осложнений представлено в таблице 1.

Исследуемые пациенты при оценке респираторных осложнений по следующим параметрам: ОФВ1, ЖЕЛ, среднее давление в легочной артерии, фракция выброса левого желудочка, а также наличие ИБС и ГБ – статистически значимо не различались ($p > 0,05$).

Таблица 1 – Клинико-функциональные параметры исследуемых пациентов в зависимости от развития респираторных осложнений

Параметры		Респираторные осложнения		p
		Нет (134)	Да (28)	
Пол	женский	38 (28,4)	2 (7,1)	0,018
	мужской	96 (71,6)	26 (92,9)	
Возраст (лет)		65 (60–69)	63 (58–69)	0,935
ПОС %		54 (41–59)	45 (40–52)	0,010
ИПЛ		24 (10–34)	32 (23–38)	0,033
ИМТ		24 (22–27)	26 (24–29)	0,008
Челночный ход (м)		468 (426–495)	310 (288–352)	<0,001
Лестничная проба (м)		22 (21–23)	17 (15–18)	<0,001
Общий белок (г/л)		68 (63–71)	61 (58–64)	<0,001
ГКС после операции	нет	84 (62,7 %)	11 (39,3 %)	0,022
	да	50 (37,3 %)	17 (60,7 %)	

Примечание. ГКС после операции – использование глюкокортикостероидов в послеоперационном периоде; ИМТ – индекс массы тела; ПОС – пиковая объемная скорость; ИПЛ – индекс пачка/лет.

При оценке интраоперационных параметров было определено, что время операции и кровопотеря статистически значимо отличались в худшую сторону в группе пациентов с респираторными осложнениями. При оценке объема оперативного вмешательства статистически значимой разницы выявлено не было ($p = 0,776$).

Распределение пациентов первого этапа исследования по клинико-функциональным параметрам в зависимости от развития кардиологических осложнений представлено в таблице 2.

По показателям: ПОС, ОФВ1, среднее давление в легочной артерии и уровень общего белка, а также наличие ИБС – статистически значимой разницы не выявлено ($p > 0,05$).

Таблица 2 – Клинико-функциональные параметры исследуемых пациентов в зависимости от развития кардиологических осложнений

Параметры		Кардиологические осложнения		p
		Нет (141)	Да (21)	
Пол	женский	39 (27,7)	1 (4,8)	0,023
	мужской	102 (72,3)	20 (95,2)	
Возраст (лет)		64 (59–69)	69 (65–70)	0,005
ЖЕЛ %		83 (69–93)	69 (61–79)	0,015
ИПЛ		24 (9–34)	33 (26–41)	0,001
ФВ %		63 (60–65)	57 (53–61)	<0,001
ИМТ		24 (22–27)	26 (24–30)	0,020
Челночный ход (м)		460 (405–490)	320 (280–360)	<0,001
Лестничная проба (м)		22 (21–23)	17 (15–18)	<0,001
ГБ	нет	81 (57,4)	4 (19,0)	0,001
	да	60 (42,6)	17 (81,0)	
ГКС после операции	нет	88 (62,4)	7 (33,3)	0,012
	да	53 (37,6)	14 (66,7)	

Примечание. ЖЕЛ – жизненная емкость легких; ГКС после операции – использование глюкокортикостероидов в послеоперационном периоде; ГБ – гипертоническая болезнь; ИПЛ – индекс пачка/лет; ИМТ – индекс массы тела; ФВ – фракция выброса левого желудочка.

Общее число исследуемых факторов составило 18. Частота прогнозируемых исходов: кардиологические – 28 (17,0 %), респираторные – 21 (13,0 %). С учетом частоты исходов и количества ковариат показатель EPP (Events per predictor) составил 1,3 (28/21) и 1 (21/21). При использовании эмпирического правила при построении регрессионных моделей показатель EPP должен равняться 10–15. В связи с недостаточной мощностью данных произведен синтез искусственных данных с аналогичным распределением по методу MICE (многомерное вменение с помощью цепных уравнений) при помощи сервиса dataclone – 1600 наблюдений. Выборка разделена в соотношении 80/20 на тренировочную ($n = 1258$) и валидационную ($n = 342$) выборки. Окончательное тестирование проводилось на исходных данных ($n = 162$). После проверки на мультиколлинеарность, валидации и калибровки были построены две номограммы: прогнозирования риска развития кардиологических осложнений (рисунок 2) и респираторных осложнений (рисунок 3).

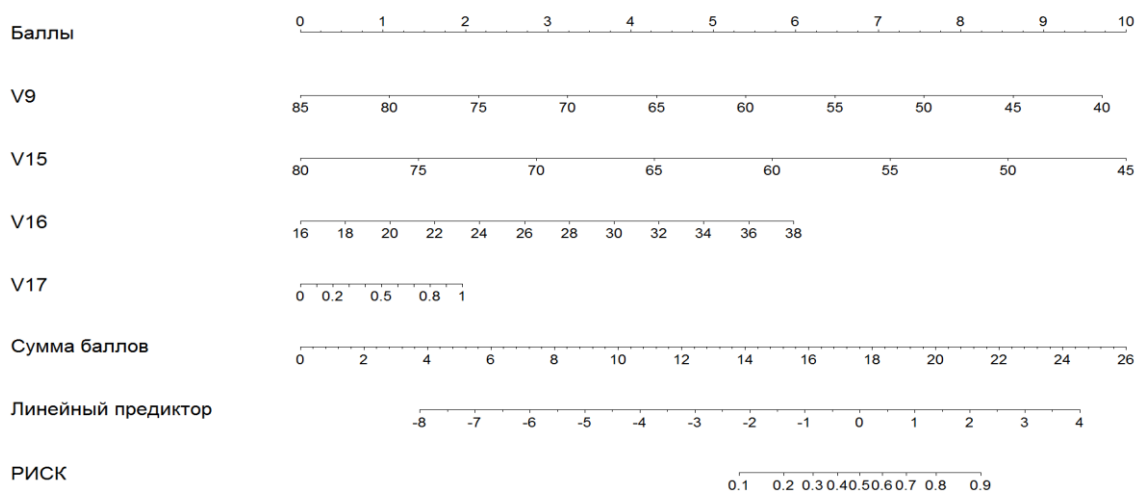


Рисунок 2 – Номограмма риска развития кардиологических осложнений

Примечание. V9 – общий белок; V15 – фракция выброса левого желудочка; V16 – ИМТ; V17 – гипертоническая болезнь.

Предложенные номограммы демонстрируют высокую точность прогнозирования и могут эффективно использоваться для оценки риска осложнений, облегчая диагностику и выстраивание стратегии послеоперационного ведения. Они представляют собой простой графический инструмент прогнозирования и позволяют численно (по количеству баллов) рассчитать вероятность наступления клинического события.

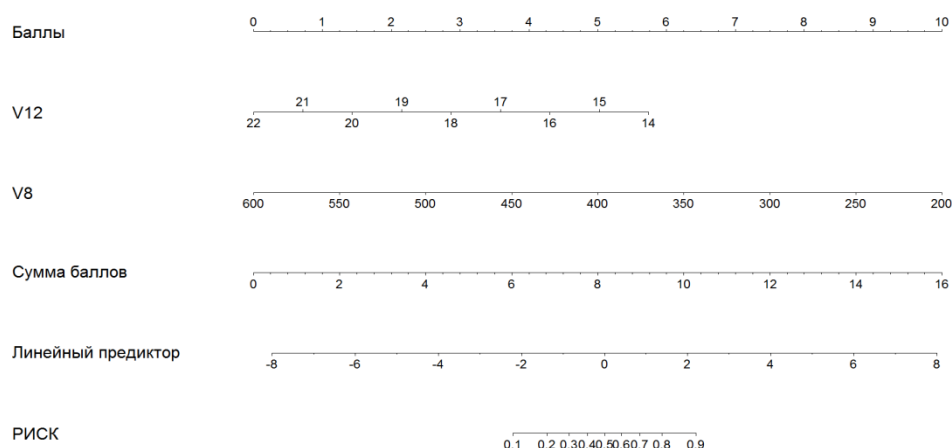


Рисунок 3 – Номограмма риска развития респираторных осложнений

Примечание. V12 – лестничная проба; V8 – челночный ход.

Сравнительный анализ эффективности преабилитации у пациентов с высоким риском развития респираторных осложнений. Сравнение показателей функции внешнего дыхания после предоперационной подготовки продемонстрировало достоверную разницу между группами в пользу группы преабилитации по ОФВ1 ($p < 0,001$), ппоОФВ1 ($p < 0,001$), ФЖЕЛ ($p < 0,041$), ЖЕЛ ($p < 0,049$) (таблица 3). После преабилитационных мероприятий 8 (26,6 %) пациентов перешли из группы высокого риска в группу низкого. Данные результаты убедительно демонстрируют эффективность и безопасность проводимой преабилитации.

Таблица 3 – Показатели функции внешнего дыхания после проведенной преабилитации

Параметры	Группа		p
	контрольная	преабилитации	
ОФВ1, Ме [IQR]	74 [66; 80]	86 [83; 91]	<0,001
ппоОФВ1, Ме [IQR]	60 [55; 65]	74 [70; 78]	<0,001
ФЖЕЛ, Ме [IQR]	75 [67; 91]	88 [81; 94]	0,041
ЖЕЛ, М (SD)	93,60 (12,71)	99,37 (9,15)	0,049

Примечание. ОФВ1 – объем форсированного выдоха; ппоОФВ1 – прогнозируемый послеоперационный объем форсированного выдоха; ФЖЕЛ – форсированная жизненная емкость легких; ЖЕЛ – жизненная емкость легких

Длительность операции в ГК составила $146,0 \pm 28,0$ мин, в ГП – $133,0 \pm 35,0$ мин ($p = 0,117$), средний объем кровопотери в ГК – $220,0 \pm 40,0$ мл, в ГП – $210,0 \pm 60,0$ мл ($p = 0,134$). Максимальная интраоперационная кровопотеря составила 900 мл в ГК и 800 мл в ГП. Использование реинфузии крови не потребовалось. Гемотрансфузия на дооперационном этапе исследуемым пациентам не требовалась, после операции она потребовалась 1 (3,3 %) пациенту

в ГК и 2 (6,6 %) пациентам в ГП ($p = 0,550$). Объем гемотрансфузии в ГК был 500 мл эритроцитарной массы, в ГП в одном случае – 500 мл, во втором – 750 мл.

Основным компонентом оценки эффективности проведенных мероприятий стал анализ послеоперационных осложнений с использованием шкалы The Thoracic Morbidity and Mortality. Обнаружено, что у 4 (13,3 %) пациентов в контрольной группе послеоперационный период протекал без осложнений, тогда как в группе преабилитации таковых было 11 (36,6 %). Это свидетельствует о положительном влиянии преабилитации на снижение частоты осложнений в послеоперационном периоде (таблица 4).

Таблица 4 – Структура послеоперационных осложнений

Степень осложнения	Группа		p
	контрольная	преабилитации	
Нет осложнений	4 (13,3 %)	11 (36,7 %)	0,041
Grade I	10 (33,3 %)	8 (26,7)	
Grade II	3 (10 %)	4 (13,3 %)	
Grade IIIA	5 (16,7 %)	4 (13,3 %)	
Grade IIIB	5 (16,7 %)	2 (6,7)	
Grade IVA	3 (10 %)	1 (3,3 %)	
Grade IVB	0 (0 %)	0 (0 %)	
Grade V	0 (0 %)	0 (0 %)	

Для оценки влияния преабилитации на развитие легочных осложнений у больных высокого риска был отдельно проведен анализ респираторных осложнений, которые были обнаружены у 20 (66,6 %) человек в ГК и 11 (36,6 %) человек в ГП.

В группе контроля наиболее часто встречались осложнения Grade I – у 8 (26,6 %) пациентов, в ГП подобные осложнения диагностированы у 3 (27,3 %) человек ($p = 0,770$). Несмотря на сопоставимость групп по данному признаку при сравнении их по Grade II – Grade V обнаружены статистически значимые различия в пользу ГП ($p = 0,020$).

Полученные данные и результаты анализа литературы позволяют сделать вывод о том, что использование предлагаемой номограммы расчета риска развития легочных осложнений дает возможность выявить пациентов высокого риска, а проведение комплексной преабилитации способствует существенному, статистически достоверному снижению количества указанных осложнений ($p = 0,02$).

Использование преабилитации у пациентов высокого риска респираторных осложнений обеспечивает сокращение числа послеоперационных койко-дней на 2 ($p = 0,003$).

Сравнительный анализ эффективности преабилитации у пациентов с высоким риском развития кардиологических осложнений. Повторное проведение функциональных тестов после прохождения пациентами комплексной преабилитации продемонстрировало наличие статистической раз-

ницы между ГК и ГП. Так, прирост показателей лестничной пробы в ГП составил 1 м 28 см, что статистически значимо отличалось от значений ГК ($p = 0,003$) (таблица 5). Аналогичный результат получен в тесте челночной ходьбы: прирост в ГП составил 17 м, что было статистически значимо по сравнению с ГК. Указанные результаты убедительно доказывают эффективность преабилитации для повышения функционального состояния организма.

Таблица 5 – Показатели лестничной пробы исследуемых пациентов

Показатели	Группа		p
	контрольная	преабилитации	
Лестничная проба 1, М (SD)	14,33 (2,10)	14,72 (2,18)	0,439
Лестничная проба 2, Ме [IQR]	14,00 [13,00; 16,00]	16,00 [14,00; 17,00]	0,003

Примечание. Лестничная проба 1 – показатели функциональной пробы до рандомизации; лестничная проба 2 – показатели функциональной пробы после преабилитации

Показатели фракции выброса левого желудочка после преабилитации продемонстрировали статистически значимый рост значений ($p = 0,011$). Это связано с активацией метаболических процессов, а также с повышением толерантности организма, в том числе сердца, к физическим нагрузкам.

Послеоперационные осложнения были стратифицированы согласно системе The Thoracic Morbidity and Mortality. В ГК осложнения были зафиксированы у 28 (77,7 %) пациентов, в ГП – у 22 (56,4 %) человек ($p = 0,049$), т.е. имелись статистически значимые различия.

Низкая вероятность развития кардиологических осложнений в группе преабилитации может быть объяснена повышением толерантности сердечной мышцы к физическим нагрузкам, что является результатом применения программы преабилитации.

Статистически значимых межгрупповых различий по Grade IVA и Grade IVB, а также Grade V обнаружено не было. Однако при исключении осложнений Grade I, ввиду их малой клинической значимости, и при проведении оценки только осложнений Grade II – Grade V статистически значимая разница была получена ($p = 0,010$).

В настоящее время актуальной является оценка отдаленных результатов лечения. Выявлена статистически достоверная разница выживаемости пациентов между ГК и ГП ($p = 0,032$).

Через 3 и 6 месяцев после вмешательства пациенты ГП демонстрировали статистически значимое улучшение по таким параметрам, как усталость и одышка, что свидетельствует о положительном влиянии программы преабилитации на их физическое состояние и способность справляться с послеоперационным физиологическим стрессом.

Результаты показали, что пациенты ГП значительно превосходили пациентов ГК по всем параметрам, за исключением показателя «активность», который оказался сниженным из-за физических ограничений, вызванных умень-

шением объема легкого после резекции. Отмечены лучшие показатели по параметрам «ролевое функционирование» ($p = 0,008$) и «усталость» ($p = 0,001$). Через 6 месяцев к уже указанным добавились статистически значимые различия по шкале «физическое функционирование» ($p = 0,018$).

Таким образом, было убедительно показано, что преабилитация способствует улучшению качества жизни пациентов, снижая утомляемость и уменьшая одышку, что напрямую положительно влияет на их повседневное функционирование и комфорт после хирургического вмешательства.

ВЫВОДЫ

1. После анатомической резекции легкого частота развития послеоперационных респираторных осложнений составляет 17,3 %, кардиологических – 13,0 %. Значимыми факторами для прогнозирования риска развития респираторных осложнений в раннем послеоперационном периоде являются показатели лестничной пробы (ОШ = 0,475 (ДИ 95 % 0,412–0,549)) и челночного теста (ОШ = 0,974 (ДИ 95 % 0,969–0,979)). Для оценки вероятности возникновения кардиологических осложнений необходимо учитывать уровень общего белка сыворотки крови (ОШ = 0,882 (ДИ 95 % 0,857–0,908)), фракцию выброса левого желудочка (ОШ = 0,847 (ДИ 95 % 0,815–0,878)), значения ИМТ (ОШ = 1,169 (ДИ 95 % 1,108–1,234)) и наличие артериальной гипертензии (ОШ = 3,104 (ДИ 95 % 2,011–4,791)).

2. Разработанный способ прогнозирования риска развития кардиологических осложнений обладает точностью 0,91, чувствительностью 0,63, специфичностью 0,98, а способ прогнозирования риска развития респираторных осложнений обладает точностью 0,95, чувствительностью 0,86, специфичностью 0,97. Графический интерфейс номограмм удобен в использовании врачом-хирургом.

3. Использование предложенного алгоритма комплексной преабилитации у пациентов с высоким риском развития кардиологических и респираторных осложнений позволяет снизить частоту кардиологических осложнений в 2,3 раза ($p = 0,020$), а частоту респираторных осложнений – в 1,8 раза ($p = 0,041$).

4. В отдаленном послеоперационном периоде у пациентов групп преабилитации по сравнению с контрольной группой выживаемость была достоверно выше на 20 %. У пациентов с респираторными осложнениями зафиксированы статистически значимые различия в пользу группы преабилитации по таким симптомам, как усталость (на 12 баллов), одышка (на 13 баллов) и потеря аппетита (на 7 баллов). У пациентов с кардиологическими осложнениями результаты оценки качества жизни после операции демонстрируют, что в группе преабилитации значения шкал глобальной оценки здоровья и ролевого функционирования были выше на 7 баллов по сравнению с группой контроля.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При планировании оперативного лечения в объеме анатомической резекции легкого за 1 месяц до даты операции необходимо провести оценку риска развития у пациента послеоперационных кардиологических и респираторных осложнений путем использования предложенных номограмм.

2. У пациентов с высоким риском развития кардиологических и респираторных осложнений, наряду со стандартной предоперационной подготовкой, за 3 недели до операции необходимо проводить комплекс мультимодальной преабилитации, включающий следующие направления:

– высокоинтенсивные интервальные тренировки на велотренажере по схеме: разогрев, 4 интенсивных рабочих интервала по 4 минуты с интервалами трехминутного отдыха между ними и плавное снижение нагрузки. Тренировки проводятся с постоянным мониторингом частоты сердечных сокращений (ЧСС) и артериального давления. ЧСС должна быть в пределах 85–95 % от максимального допустимого значения;

– при выявлении у пациента результата, превышающего 7 баллов по шкале HADS, пациенту необходима профессиональная коррекция психотерапевта, в том числе медикаментозная;

– при выявлении среднего либо высокого риска недостаточности питания, определяемого с помощью «Универсального инструмента скрининга недостаточности питания» (MUST), необходим индивидуализированный план питания с использованием специализированных смесей, составляемый с участием нутрициолога.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации

1. Тонеев, Е. А. Анализ факторов риска развития продленного сброса воздуха после лобэктомий / Е. А. Тонеев, А. А. Мартынов, **А. С. Комаров**, О. В. Мидленко, О. В. Пикин, Л. Р. Зарипов, А. Ш. Зулькарняев, П. М. Чавкин // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2023. – № 3. – С. 109–121. – doi: 10.34014/2227-1848-2023-3-109-121

2. Тонеев, Е. А. Мультидисциплинарная пререабилитация при планировании лобэктомии: рандомизированное клиническое исследование / Е. А. Тонеев, **А. С. Комаров**, О. В. Мидленко, А. В. Головатюков, Д. Н. Исаев // Современные проблемы науки и образования. – 2024. – № 1. – С. 15. – doi: 10.17513/srpo.33265

3. Тонеев, Е. А. Отдаленные результаты мультимодальной пререабилитации у пациентов после лобэктомии / Е. А. Тонеев, **А. С. Комаров**, О. В. Мидленко,

Д. Х. Маракаев, А. Н. Мухутдинова, Э. А. Кешян // Современные проблемы науки и образования. – 2024. – № 4. – doi: 10.17513/spno.33602

4. Тонеев, Е. А. Прогностические модели оценки риска развития послеоперационных кардиологических и респираторных осложнений у больных раком легкого / Е. А. Тонеев, **А. С. Комаров**, О. В. Мидленко, А. А. Мартынов, Д. Н. Исаев, П. М. Чавкин // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2024. – № 1. – С. 41–63. – doi: 10.34014/2227-1848-2024-1-41-63

5. Тонеев, Е. А. Эффективность мультимодальной пререеабилитации у пациентов высокого риска кардиологических осложнений / Е. А. Тонеев, **А. С. Комаров**, О. В. Мидленко, Д. Х. Маракаев, А. Н. Мухутдинова, Р. Ф. Шагдалеев // Московский хирургический журнал. – 2024. – № 3. – С. 73–82. – doi: 10.17238/2072-3180-2024-3-73-82

Публикации в других изданиях

6. Комаров, А. С. Анализ факторов риска развития кардиологических осложнений у пациентов после лобэктомии / **А. С. Комаров**, О. В. Мидленко, Е. А. Тонеев // Медико-физиологические проблемы экологии человека : материалы IX Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 35-летию Ульяновского государственного университета (г. Ульяновск, 17–19 октября 2023 г.). – Ульяновск : Ульяновский государственный университет, 2023. – С. 184–186. – doi: 10.34014/MPPHE.2023-184-186

7. Мухутдинова, А. Н. Отдаленные результаты мультимодальной пререеабилитации у пациентов после лобэктомии / А. Н. Мухутдинова, **А. С. Комаров**, Е. А. Тонеев // Эксперимент в хирургии и онкологии : сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции (г. Курск, 13 сентября 2024 г.). – Курск : Курский государственный медицинский университет, 2024. – С. 40–42.

Объекты интеллектуальной собственности

8. Патент № 2825051 С1 Российская Федерация, МПК А61В 5/00, А61В 5/103. Способ прогнозирования вероятности развития послеоперационных респираторных осложнений после лобэктомии / Тонеев Е. А., **Комаров А. С.**, Мартынов А. А., Мидленко О. В., Чавкин П. М. ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный университет» – № 2023134049 ; заявл. 20.12.2023 ; опубл. 19.08.2024.

9. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024622751 Российская Федерация. База данных развития кардиологических и легочных осложнений у больных после анатомической резекции легкого / **Комаров А. С.**, Тонеев Е. А., Шагдалеев Р. Ф., Мартынов А. А., Мидленко О. А., Прохоров Д. Д. – № 2024621966 ; заявл. 09.05.2024 ; опубл. 25.06.2024.

Научное издание

КОМАРОВ Андрей Сергеевич

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ПРОФИЛАКТИКА
КАРДИОРЕСПИРАТОРНЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ
ПОСЛЕ АНАТОМИЧЕСКИХ РЕЗЕКЦИЙ ЛЕГКИХ**

3.1.9. Хирургия (медицинские науки)

Редактор *В. В. Устинская*
Технический редактор *Р. Б. Бердникова*
Компьютерная верстка *Р. Б. Бердниковой*

Подписано в печать 15.07.2025. Формат 60×84¹/₁₆.
Усл. печ. л. 1,16. Заказ № 312. Тираж 100.

Издательство ПГУ.
440026, г. Пенза, ул. Красная, 40.
Тел./факс: (8412) 66-60-49, 66-67-77; e-mail: iic@pnzgu.ru