



Факторы риска послеоперационных респираторных осложнений у кардиохирургических пациентов: одноцентровое ретроспективное исследование

©**Е.В. Таранов**^{1,2,3*}, **В.В. Пичугин**^{1,2,3}, **А.В. Богуш**¹, **А.С. Малкина**³, **К.И. Никитин**²,
А.А. Куликова³, **И.И. Кусакин**², **Д.С. Кориков**², **Ф.Х. Махгоб**³

¹ НИИ – Специализированная кардиохирургическая клиническая больница им. акад. Б.А. Королёва, Нижний Новгород, Россия

² Приволжский исследовательский медицинский университет, Нижний Новгород, Россия

³ Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, Россия

* Е.В. Таранов, НИИ – Специализированная кардиохирургическая клиническая больница им. акад. Б.А. Королёва, 603136, Нижний Новгород, ул. Ванеева, 209, evgnmed@mail.ru

Поступила в редакцию 29 сентября 2025 г. Исправлена 15 октября 2025 г. Принята к печати 20 октября 2025 г.

Резюме

Цель: Оценить частоту и структуру послеоперационных респираторных осложнений и выявить независимые факторы риска их развития у пациентов, перенесших кардиохирургические вмешательства в условиях искусственного кровообращения (ИК).

Материалы и методы: Проведено ретроспективное одноцентровое исследование, включившее 658 пациентов, прооперированных в 2024 г. Проанализированы демографические, анамнестические, интра- и послеоперационные данные. Для выявления факторов риска применялся одно- и многофакторный логистические регрессионные анализы.

Результаты: Послеоперационные респираторные осложнения зарегистрированы у 71 (10,8%) пациента. Наиболее частым осложнением был ателектаз (7,9%). Частота послеоперационных респираторных осложнений среди курильщиков составила 24,5% (против 4,1% у некурящих), а среди пациентов с ожирением – 21,8% (против 6,3% у пациентов с ИМТ <30). Многофакторный анализ выявил независимую связь с развитием послеоперационных респираторных осложнений для возраста >65 лет (ОШ 6,14; 95% ДИ 3,38–11,16), при длительности ИК >120 мин (ОШ 5,86; 95% ДИ 3,57–9,60), с наличием фактора курения в анамнезе (ОШ 5,92; 95% ДИ 2,89–12,15), ожирения (ИМТ ≥30 кг/м²; ОШ 5,12; 95% ДИ 2,70–9,81) и комбинированного характера операции (ОШ 4,69; 95% ДИ 2,46–8,94). Наличие ХОБЛ (ОШ 1,94; 95% ДИ 1,11–3,39) и легочной гипертензии (ОШ 2,14; 95% ДИ 1,79–5,52) также ассоциировалось с повышенным риском (для всех $p < 0,001$).

Выводы: Установленные модифицируемые факторы риска (курение, ожирение) подчёркивают важность предоперационной подготовки. Немодифицируемые факторы (возраст, тип операции) определяют группу высокого риска, требующую повышенного внимания и ранней профилактики послеоперационных респираторных осложнений. Полученные данные могут быть использованы для разработки алгоритмов стратификации риска в кардиохирургической практике.

Ключевые слова: послеоперационные респираторные осложнения, кардиохирургия, искусственное кровообращение, факторы риска, ретроспективное исследование

Цитировать: Таранов Е.В., Пичугин В.В., Богуш А.В. и др. Факторы риска послеоперационных респираторных осложнений у кардиохирургических пациентов: одноцентровое ретроспективное исследование. *Инновационная медицина Кубани*. 2025;10(4):42–50. <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2025-10-4-42-50>

Risk Factors for Postoperative Pulmonary Complications in Cardiac Surgery Patients: A Single-Center Retrospective Study

©**Evgeny V. Taranov**^{1,2,3*}, **Vladimir V. Pichugin**^{1,2,3}, **Antonina V. Bogush**¹, **Alina S. Malkina**³,
Klim I. Nikitin², **Arina A. Kulikova**³, **Iliya I. Kusakin**², **Dmitry S. Korikov**², **Farouk Mahgob**³

¹ Science Research Institute – Specialized Cardiosurgical Clinical Hospital named after B.A. Korolev, Nizhny Novgorod, Russian Federation

² Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

³ Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russian Federation

* Evgeny V. Taranov, Science Research Institute – Specialized Cardiosurgical Clinical Hospital named after B.A. Korolev, ulitsa Vaneeva 209, Nizhny Novgorod, 603136, Russian Federation, evgnmed@mail.ru

Received: September 29, 2025. Received in revised form: October 15, 2025. Accepted: October 20, 2025.



Abstract

Objective: To determine the incidence and structure of postoperative pulmonary complications (PPCs) and to identify independent risk factors for their development in patients undergoing cardiac surgery with cardiopulmonary bypass (CPB).

Materials and Methods: A retrospective single-center study included 658 patients who underwent cardiac surgery in 2024. Demographic, anamnestic, intra- and postoperative data were analyzed. Univariate and multivariate logistic regression analyses were used to identify risk factors for postoperative complications.

Results: PPCs were observed in 71 (10.8%) patients. Atelectasis was the most common complication (7.9%). The incidence of PPCs among smokers was 24.5% (compared to 4.1% among non-smokers), and among obese patients – 21.8% (compared to 6.3% in patients with BMI <30). Multivariate analysis revealed an independent association with the development of PPCs for age >65 years (OR 6.14; 95% CI 3.38–11.16), CPB duration >120 min (OR 5.86; 95% CI 3.57–9.60), smoking history (OR 5.92; 95% CI 2.89–12.15), obesity (BMI ≥30 kg/m²; OR 5.12; 95% CI 2.70–9.81), and combined surgery (OR 4.69; 95% CI 2.46–8.94). The presence of chronic obstructive pulmonary disease (OR 1.94; 95% CI 1.11–3.39) and pulmonary hypertension (OR 2.14; 95% CI 1.79–5.52) was also associated with an increased risk (all $p < 0.001$).

Conclusions: The identified modifiable risk factors (smoking, obesity) highlight the importance of preoperative optimization. Non-modifiable factors (age, type of surgery) define a high-risk group requiring increased attention and early prevention of PPC. The findings may contribute to the development of risk stratification algorithms in cardiac surgery practice.

Keywords: postoperative pulmonary complications, cardiac surgery, cardiopulmonary bypass, risk factors, retrospective study

Cite this article as: Taranov EV, Pichugin VV, Bogush AV, et al. Risk factors for postoperative pulmonary complications in cardiac surgery patients: a single-center retrospective study. *Innovative Medicine of Kuban*. 2025;10(4):42–50. <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2025-10-4-42-50>

Введение

Современная кардиохирургия достигла значительных успехов, что делает возможным проведение операций у пациентов старшего возраста с высокой коморбидностью [1, 2]. Однако хирургические вмешательства сопряжены с риском послеоперационных респираторных осложнений (ПРО), которые занимают одно из центральных мест по частоте и влиянию на исходы [2, 3]. Частота ПРО варьирует от 3 до 50% [3, 5], и это обстоятельство является ключевой проблемой периоперационного периода [2]. Развитие ПРО ухудшает прогноз, увеличивает длительность госпитализации, смертность и затраты на лечение [4, 8]. Патогенез ПРО мультифакторный [6]. Ключевыми механизмами являются общая анестезия, искусственное кровообращение (ИК) и сама операция, которые инициируют системное воспаление и повреждение лёгких [7]. Особую роль играет ИК, запускающее каскад воспалительных реакций и приводящее к повреждению эндотелия и интерстициальному отёку [7, 8]. Эти факторы формируют патологические круги, усугубляющие дыхательную недостаточность [9–12]. Значительный вклад в развитие ПРО вносят и предоперационные факторы, такие как возраст, курение, ожирение, ХОБЛ и легочная гипертензия, что обуславливает необходимость стратификации риска [13, 14]. Таким образом, изучение ПРО правомерно проводить с учетом пред-, интра- и послеоперационного периодов [9, 11].

Несмотря на признанную важность проблемы, эпидемиология ПРО продолжает меняться, а данные о вкладе различных факторов риска остаются разноречивыми [4]. Это делает необходимым комплексный анализ с применением многомерной статистики для разработки эффективных профилактических алгоритмов [11, 13, 15, 16]. Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью уточнения современных данных о частоте и предикторах ПРО

в конкретной хирургической практике. Мы предположили, что комбинация предикторов, связанных с пациентом и операцией, позволяет надежно идентифицировать группу высокого риска для оптимизации их ведения. В отличие от предыдущих работ, в данном исследовании предпринята попытка комплексного анализа пред- и интраоперационных факторов с применением многофакторного статистического моделирования на репрезентативной одноцентровой когорте.

Цель исследования

Определить частоту и структуру послеоперационных респираторных осложнений и выявить независимые факторы риска их развития у пациентов, перенесших кардиохирургические вмешательства в условиях ИК.

Материалы и методы

Данное исследование является ретроспективным, обсервационным. Сбор данных был проведен на базе отделения реанимации и интенсивной терапии ГБУЗ НО «НИИ – СККБ им. акад. Б.А. Королёва». Были проанализированы данные 658 последовательных пациентов, перенесших кардиохирургические вмешательства в условиях ИК в период с 8 января 2024 по 23 декабря 2024 г.

Критерии включения: выполнение кардиохирургического вмешательства с использованием ИК в указанный период времени.

Критерии исключения: возраст младше 18 лет; миниинвазивные вмешательства на работающем сердце; отсутствие в медицинской документации полных данных, необходимых для анализа первичных и вторичных конечных точек; летальный исход в первые 24 ч после операции (если это не является объектом вашего специального интереса).

Данное исследование было одобрено локальным этическим комитетом ГБУЗ НО «НИИ – СККБ им. акад. Б.А. Королёва», протокол № 5 от 20 декабря 2023 г. Данные были получены из медицинской документации.

Методы сбора данных и изучаемые параметры

Оценивались демографические показатели, анамнез (курение, ХОБЛ, другие коморбидные состояния), антропометрические данные, предоперационный риск по шкале EuroScore II, фракция выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ), наличие сахарного диабета, хронической болезни почек (ХБП), интраоперационные параметры (длительность ИК, тип операции), послеоперационные исходы.

Этапы отбора пациентов

За исследуемый период была идентифицирована исходная когорта из 1074 пациентов, перенесших кардиохирургические вмешательства (рис. 1). На первом этапе 305 пациентов были исключены, так как их операции проводились без использования ИК и, следовательно, не соответствовали основному критерию включения. Из оставшихся 769 пациентов были исключены 111 пациентов в соответствии с критериями исключения: возраст младше 18 лет ($n=74$), отсутствие необходимой медицинской документации для анализа ($n=16$) и летальный исход в первые 24 ч после операции ($n=21$). Таким образом в окончательную анализируемую когорту вошли 658 пациентов.

Изучаемые параметры и конечные точки

- **Первичная конечная точка:** совокупная частота развития послеоперационных респираторных осложнений (включая пневмонию, пневмоторакс, ателектазы, острый респираторный дистресс-синдром, отёк легких, бронхоспазм, тромбоэмболию легочной артерии) в течение 30 дней после операции.

- **Вторичные конечные точки:** продолжительность искусственной вентиляции лёгких (ИВЛ), продолжительность пребывания в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) и в стационаре, а также 30-дневная летальность.

Диагностика конечных точек: Диагностика ПРО проводилась на основании стандартизированных определений в соответствии с консенсусом Европейского периоперационного исхода (ЕРСО) [17]. Конкретно использовались следующие критерии: ателектаз: рентгенологически подтвержденное затемнение легочной ткани без признаков инфекции; пневмония: сочетание новых или прогрессирующих инфильтратов на рентгенограмме грудной клетки с двумя и более из следующих признаков: лихорадка $> 38,0$ °C, лейкоцитоз $> 12 \times 10^9/\text{л}$ или лейкопения $< 4 \times 10^9/\text{л}$, гнойная мокрота; пневмоторакс: наличие воздуха в плевральной полости, подтвержденное рентгенологически или при КТ; ОРДС: соответствие Берлинским критериям (острое

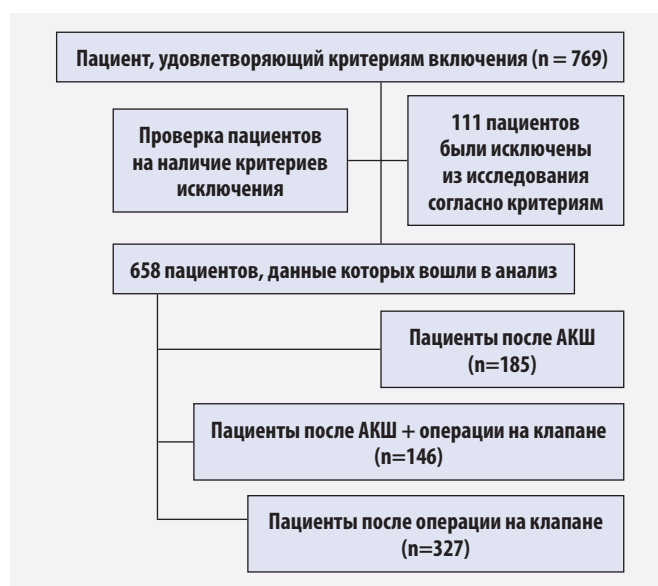


Рисунок 1. Диаграмма отбора пациентов
Figure 1. Patient selection flowchart

начало, двусторонние инфильтраты, $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 300$ мм рт. ст. при ПДКВ ≥ 5 см вод. ст., отсутствие сердечной недостаточности как основной причины); бронхоспазм: клинически диагностируемые свистящие хрипы, требующие ингаляции бронходилататоров; ТЭЛА: подтверждение при КТ-ангиопульмонографии.

Статистический анализ

Анализ выполнен в IBM SPSS Statistics 27. Проверка нормальности распределения количественных данных проводилась с помощью критерия Колмогорова-Смирнова. Данные с нормальным распределением представлены как $M \pm SD$ и сравнивались с использованием t-критерия Стьюдента; данные с ненормальным распределением представлены как $Me [Q1; Q3]$ и сравнивались с помощью U-критерия Манна-Уитни. Качественные переменные описывались абсолютными и относительными частотами (%) и сравнивались с применением критерия χ^2 или точного критерия Фишера. Для обработки пропущенных данных использовался следующий подход: переменные с процентом пропусков $< 5\%$ (например, ФВ ЛЖ, отсутствовала у 3% пациентов) исключались из анализа попарно. Для переменных с большим процентом пропусков ($> 5\%$) применялся метод простой импутации средним значением. Для выявления независимых факторов риска развития ПРО использовался метод бинарной логистической регрессии с пошаговым обратным исключением (Backward Wald). В модель включались переменные, значимые на уровне $p < 0,1$ в однофакторном анализе. Перед построением финальной модели была проверена мультиколлинеарность с помощью фактора инфляции дисперсии (VIF); значения $VIF < 3$ считались приемлемыми. Статистическая значимость определялась при $p < 0,05$.

Таблица 1
Сравнение базовых характеристик пациентов с послеоперационными респираторными осложнениями и без них
Table 1

Comparison of baseline patient characteristics with and without postoperative pulmonary complications

Параметры	Пациенты с ПРО (n=71)	Пациенты без ПРО (n=587)	p-value
Возраст, лет (M±SD)	69,8±6,1	63,5±7,9	<0,001
Мужчины, n (%)	48 (67,6%)	399 (68,0%)	0,945
ИМТ, кг/м ² (Me [Q1; Q3])	31,5 [29,0; 34,2]	27,8 [25,1; 29,9]	<0,001
Курение в анамнезе, n (%)	36 (50,7%)	111 (18,9%)	<0,001
ХОБЛ, n (%)	15 (21,1%)	42 (7,2%)	<0,001
Легочная гипертензия, n (%)	18 (25,4%)	55 (9,4%)	<0,001
Сахарный диабет, n (%)	22 (31,0%)	145 (24,7%)	0,255
ФВ ЛЖ, % (M±SD)	52,1±8,5	54,3±7,2	0,078
EuroScore II (Me [Q1; Q3])	3,1 [2,2; 4,5]	2,6 [1,8; 3,4]	0,002
Длительность ИК, мин (Me [Q1; Q3])	145 [128; 169]	98 [85; 115]	<0,001

Результаты

Общая характеристика пациентов

Средний возраст составил 64,6±7,8 лет, 67,4% (n=447) пациентов – мужчины. Распределение по типам операций: изолированное АКШ – 28,1% (n=185), комбинированные операции (АКШ + коррекция клапанов) – 22,3% (n=146), изолированные операции на клапанах – 49,6% (n=327). Средний показатель EuroScore II – 2,73±2,02. Сравнение базовых характеристик пациентов с ПРО и без ПРО представлено в таблице 1. Группы достоверно различались по возрасту, ИМТ, распространённости курения, наличию ХОБЛ, легочной гипертензии, типу операции и длительности ИК.

Результаты анализа отношения шансов развития респираторных осложнений представлены на рисунке 2.

Частота и структура послеоперационных респираторных осложнений

Послеоперационные респираторные осложнения зарегистрированы у 71 пациента (10,8%). У 48 пациентов отмечалось одно осложнение, у 20 – два, у 3 – три и более. Структура ПРО представлена в таблице 2. Наиболее частым осложнением был ателектаз (7,9% от всей когорты).

Таблица 2

Структура послеоперационных респираторных осложнений (n=71 пациент с осложнениями)

Table 2

Structure of postoperative pulmonary complications (n=71 patients with complications)

Осложнение	Количество случаев (n)	% от общего числа осложнений
Ателектаз	52	53,6%
Пневмоторакс	20	20,7%
Бронхоспазм	8	8,2%
Пневмония	8	8,2%
ОРДС	7	7,2%
ТЭЛА	2	2,1%
Всего осложнений	97	100%

Прим.: Процент рассчитан от общего количества зафиксированных эпизодов осложнений (97), так как у одного пациента могло быть более одного осложнения

Note: The percentage is calculated based on the total number of recorded complication episodes (97), as a single patient may have more than one complication

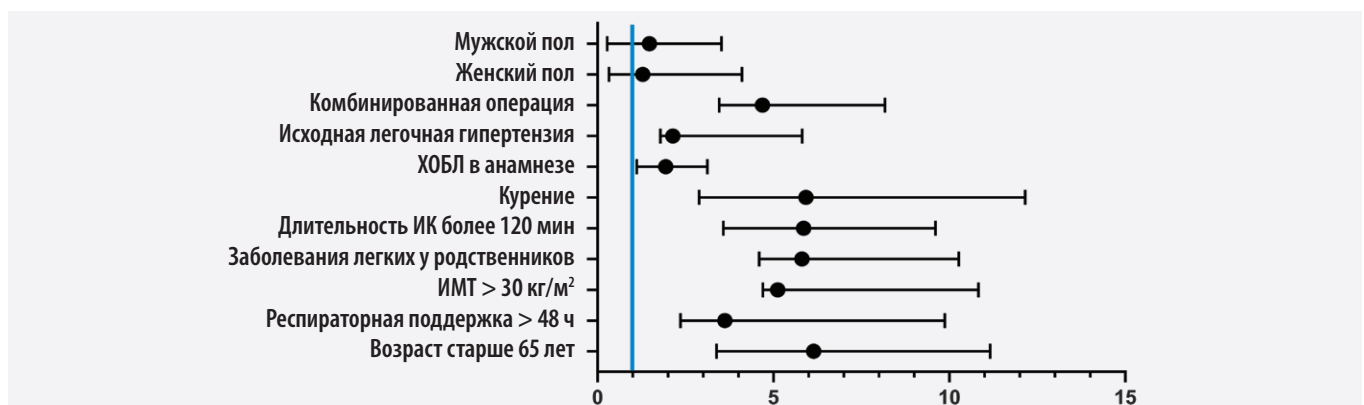


Рисунок 2. Отношение шансов развития респираторных осложнений
Figure 2. Odds ratio of developing pulmonary complications

Таблица 3
Распределение пациентов с респираторными осложнениями по типам операций
Table 3

Distribution of patients with pulmonary complications by type of surgery

Тип операции	Число пациентов в группе	Пациенты с осложнениями (n)	Пациенты с осложнениями (% от группы)
АКШ	185	12	6,5%
АКШ + клапан	146	40	27,4%
Изолированные клапанные операции	327	19	5,8%
Всего	658	71	10,8%

Таблица 4
Сравнение послеоперационных исходов у пациентов с ПРО и без ПРО
Table 4

Comparison of postoperative outcomes in patients with and without postoperative pulmonary complications

Параметр	Пациенты с ПРО (n=71)	Пациенты без ПРО (n=587)	p-value
Продолжительность ИВЛ, часы (Me [Q1; Q3])	14,5 [12,0; 18,0]	7,1 [5,0; 9,0]	<0,001
Пребывание в ОРИТ, сутки (Me [Q1; Q3])	4,4 [3,5; 5,5]	2,5 [2,0; 3,0]	<0,001
Пребывание в стационаре, сутки (Me [Q1; Q3])	16,8 [15,0; 19,0]	10,3 [9,0; 12,0]	<0,001
Госпитальная летальность, n (%)	9 (12,7%)	11 (1,9%)	<0,001

Распределение пациентов с ПРО, в зависимости от типа операции представлено, в Таблице 3. Наибольшая доля осложнений отмечалась в группе комбинированных операций.

Сравнение послеоперационных исходов

Пациенты с развившимися послеоперационными респираторными осложнениями характеризовались статистически значимо более длительной продолжительностью ИВЛ, а также пребывания в ОРИТ и в стационаре по сравнению с пациентами без ПРО. Кроме того, в группе с ПРО была достоверно выше госпитальная летальность (табл. 4).

Факторы риска развития респираторных осложнений

По результатам однофакторного анализа значимые ассоциации с развитием ПРО были выявлены для таких факторов, как возраст, длительность ИК, индекс массы тела, а также наличие в анамнезе курения, ХОБЛ и легочной гипертензии ($p < 0,05$). Переменные, значимые на уровне $p < 0,1$, были включены в модель многофакторной логистической регрессии для выявления независимых предикторов.

Многофакторный анализ позволил идентифицировать семь независимых факторов риска развития ПРО (табл. 5). Наибольший вклад ассоциировали с возрастом старше 65 лет (ОШ = 6,14), длительностью ИК более 120 мин (ОШ = 5,86) и курением в анамнезе (ОШ = 5,92).

Обсуждение

Проведенное нами одноцентровое ретроспективное обсервационное исследование было направлено на оценку частоты, структуры, факторов риска и исходов послеоперационных респираторных осложнений у 658 пациентов, перенесших кардиохирургические

Таблица 5
Независимые факторы риска развития послеоперационных респираторных осложнений по результатам многофакторного логистического регрессионного анализа

Table 5
Independent risk factors for postoperative pulmonary complications based on multivariate logistic regression analysis

Фактор риска	ОШ	95% ДИ	p-value
Возраст > 65 лет	6,14	3,38–11,16	<0,001
Длительность ИК > 120 мин	5,86	3,57–9,60	<0,001
Курение в анамнезе	5,92	2,89–2,15	<0,001
Ожирение (ИМТ ≥ 30 кг/м ²)	5,12	2,70–9,71	<0,001
Комбинированная операция (АКШ+клапан)	4,69	2,46–8,94	<0,001
Наличие ХОБЛ	1,94	1,11–3,39	0,020
Исходная легочная гипертензия	3,14	1,79–5,52	0,007

вмешательства в условиях искусственного кровообращения. Ключевыми находками нашего исследования являются: 1) общая частота ПРО составила 10,8%, с преобладанием ателектазов в структуре осложнений; 2) развитие ПРО ассоциировалось с достоверным увеличением продолжительности ИВЛ, пребывания в ОРИТ и стационаре, а также с 6,7-кратным увеличением риска госпитальной летальности; 3) с помощью многофакторного анализа были идентифицированы семь независимых предикторов ПРО, среди которых наибольший вклад вносили возраст старше 65 лет, длительность ИК > 120 мин и курение в анамнезе. Зарегистрированная в исследовании общая частота ПРО (10,8%) находилась в пределах широкого диапазона

(5–30%), приводимого в мировой литературе [4, 18, 19]. Крупное ретроспективное исследование свидетельствует о значительной вариабельности распространённости ПРО у кардиохирургических пациентов, в зависимости от определения [20]. Кроме того, ключевую роль играют такие аспекты, как состав пациентов и хирургическая активность центров [21].

Проведённый анализ структуры респираторных осложнений в нашем исследовании выявил, что наиболее частым из них был ателектаз (53,6%), затем пневмоторакс (20,7%), бронхоспазм (8,2%), пневмония (8,2%), ОРДС (7,2%) и ТЭЛА (2,1%). Полученные результаты в целом согласуются с данными мировой литературы, но также имеют важные отличия, требующие объяснения [20]. Высокая частота ателектазов (53,6%), наблюдаемая в нашем исследовании, хорошо укладывается в широкий диапазон, представленный в литературе о кардиохирургических пациентах (30–72%) [20, 21]. Это закономерно, поскольку развитие ателектазов является практически универсальным следствием общей анестезии, искусственной вентиляции легких, торакотомии и послеоперационного болевого синдрома, угнетающего дыхательную экскурсию. Таким образом, наше исследование подтверждает, что ателектаз остается фоновым и самым распространённым респираторным осложнением после операций на сердце. Однако при сравнении с литературными данными выявляются заметные различия. Мы зарегистрировали относительно низкую частоту развития послеоперационной пневмонии – 8,2%, что находится в нижней части диапазона, указанного в литературе (2–20%) [19]. Это расхождение может объясняться более строгими диагностическими критериями развития пневмонии, применявшимися в нашем исследовании (в соответствии с ЕРСО), в то время как в других работах мог использоваться более широкий подход. Что касается ОРДС, то его частота в подгруппе пациентов с ПРО достигла 7,2%, превышая средние литературные данные (0,4–2%) [19]. Важно отметить, что эта высокая цифра относится к специфической группе риска. При оценке же всей исследованной когорты распространённость ОРДС составила 1,06%, что, напротив, ниже или соответствует данным других исследований, где она варьирует от 0,4 до 20% [22, 23].

Наши результаты однозначно демонстрируют катастрофическое влияние ПРО на исходы лечения. Пациенты с ПРО провели на ИВЛ в среднем в 2 раза дольше, их пребывание в ОРИТ и стационаре увеличилось на 76 и 63% соответственно. Эти данные полностью согласуются с выводами исследователей, которые продемонстрировали, что развитие респираторных осложнений является одним из наиболее значимых факторов, удлиняющих сроки госпитализации после кардиохирургических вмешательств [24]. В процессе исследования

обнаружено резкое увеличение госпитальной летальности в группе с ПРО (12,7 против 1,9%, $p < 0,001$). Полученные нами данные подчеркивают критическую важность респираторных осложнений как предиктора смертности. Это согласуется с результатами исследования M.S. Kermani и соавт. (2025), где было показано, что послеоперационная пневмония ассоциировалась кратным увеличением риска смерти и с необходимостью в продлённой ИВЛ [25]. Таким образом, наши результаты вносят вклад в растущий массив данных о том, что профилактика и своевременное лечение ПРО являются ключевыми аспектами. В результате многофакторного анализа выявили семь независимых факторов риска, которые находятся в полном соответствии с общепризнанными данными.

- Возраст >65 лет стал одним из самых мощных предикторов (ОШ = 6,14). Это хорошо известный и неустраняемый фактор, связанный со снижением дыхательного резерва, нарушением мукоцилиарного клиренса и большей коморбидностью [20].

- Длительность ИК >120 мин (ОШ = 5,86) является универсальным маркером технически сложного вмешательства или развития интраоперационных осложнений. Увеличение времени контакта крови с поверхностью контура ИК запускает системную воспалительную реакцию. Важным звеном её патогенного воздействия считается повреждение эндотелия легочных капилляров, что способствует развитию отёка и дисфункции легких, повышая риск респираторных осложнений [20, 26].

- Курение в анамнезе (ОШ = 5,92) – важный модифицируемый фактор. Хроническое воздействие табака приводит к гиперсекреции слизи, нарушению функции реснитчатого эпителия и повышенной реактивности дыхательных путей, что значительно увеличивает риск ателектазов, бронхоспазма и инфекций [27]. Полученное нами высокое ОШ подчеркивает необходимость активных программ по предоперационному отказу от курения.

- Ожирение (ИМТ ≥ 30 кг/м²) (ОШ = 5,12) создает механические трудности для вентиляции и отхождения мокроты, снижает функциональную остаточную ёмкость легких и является провоспалительным состоянием [28].

- Комбинированные операции (АКШ + клапан) (ОШ = 4,69) закономерно ассоциируются с более высоким риском, что объясняется большей травматичностью, продолжительностью ИК и, как следствие, более выраженным стресс-ответом [20, 26].

- Наличие ХОБЛ (ОШ = 1,94) и легочной гипертензии (ОШ = 3,14) завершает список предикторов, что ожидаемо и подтверждается многочисленными исследованиями, в том числе работами отечественных авторов (Е.Д. Баздырев и соавт., 2025) [20, 29]. Интересно, что ОШ для ХОБЛ в нашей модели оказалось

относительно низким по сравнению с другими факторами. Это может быть связано с тем, что часть влияния ХОБЛ опосредована через другие переменные, учтенные в модели (например, курение, возраст) либо с эффективной предоперационной оптимизацией терапии у этой группы пациентов.

Совокупность выявленных факторов риска позволяет с высокой точностью (AUC = 0,89) стратифицировать пациентов на группы низкого и высокого риска развития ПРО, что открывает возможности для разработки целевых программ профилактики.

Ограничения исследования

При интерпретации результатов следует учитывать ряд ограничений. Во-первых, ретроспективный дизайн исследования не исключает влияния неучтенных факторов смещения, несмотря на тщательный многофакторный анализ. Во-вторых, исследование проведено в одном крупном кардиохирургическом центре, что может ограничивать экстраполяцию результатов на другие популяции, хотя характеристики нашей когорты сопоставимы с данными международных регистров. В-третьих, для диагностики части осложнений (например, ателектазов) использовались данные стандартных рентгенограмм, а не КТ, что могло привести к некоторой гипер- или гиподиагностике. Однако такой подход отражает реальную клиническую практику. Наконец, мы не анализировали влияние конкретных протоколов респираторной терапии и анестезиологического пособия на частоту ПРО, что может быть темой для будущих проспективных исследований.

Заключение

Результаты нашего исследования подтверждают, что послеоперационные респираторные осложнения остаются частой и серьезной проблемой в кардиохирургии, способствуют увеличению сроков лечения и госпитальной летальности. Идентифицированный профиль пациента высокого риска – это больной старше 65 лет, с ожирением, отягощенным респираторным анамнезом (курение, ХОБЛ), которому планируется продолжительное и комбинированное вмешательство. Полученные данные вызывают необходимость внедрения многофакторной шкалы оценки риска ПРО в предоперационной подготовке и разработки дифференцированных алгоритмов ведения для пациентов группы высокого риска, направленных на оптимизацию респираторной функции в периоперационном периоде.

Вклад авторов

Разработка концепции и дизайна: В.В. Пичугин, Е.В. Таранов
Сбор, анализ и интерпретация данных: А.С. Малкина, К.И. Никитин, А.А. Куликова, И.И. Кусакин, Д.С. Кориков, Ф.Х. Махгоб

Подготовка и редактирование текста: Е.В. Таранов, А.В. Богуш

Проведение статистического анализа: Е.В. Таранов, К.И. Никитин

Утверждение окончательной версии: Е.В. Таранов, В.В. Пичугин, А.В. Богуш

Author contributions

Concept and design: Pichugin, Taranov

Acquisition, analysis, or interpretation of data: Malkina, Nikitin, Kulikova, Kusakin, Korikov, Mahgob

Manuscript drafting and revising: Taranov, Bogush

Statistical analysis: Taranov, Nikitin

Final approval of the version to be published: Taranov, Pichugin, Bogush

Литература/References

1. Writing Committee, Bass TA, Abbott JD, et al. 2023 ACC/AHA/SCAI Advanced Training Statement on Interventional Cardiology (Coronary, Peripheral Vascular, and Structural Heart Interventions): A Report of the ACC Competency Management Committee. *J Am Coll Cardiol.* 2023;81(14):1386-1438. PMID: 36801119. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2022.11.002>
2. Ben-David EI, Blumenfeld O, Shapira-Daniels A, Shapira OM. Validation of the society of thoracic surgeons predicted risk of mortality score for long-term survival after cardiac surgery in Israel. *J Cardiothorac Surg.* 2022;17(1):68. PMID: 35382843. PMID: PMC8985317. <https://doi.org/10.1186/s13019-022-01809-7>
3. Grant MC, Crisafi C, Alvarez A, et al. Perioperative Care in Cardiac Surgery: A Joint Consensus Statement by the Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) Cardiac Society, ERAS International Society, and The Society of Thoracic Surgeons (STS). *Ann Thorac Surg.* 2024;117(4):669-689. PMID: 38284956. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2023.12.006>
4. Miskovic A, Lumb AB. Postoperative pulmonary complications. *Br J Anaesth.* 2017;118(3):317-334. PMID: 28186222. <https://doi.org/10.1093/bja/aex002>
5. Wang D, Huang X, Wang H, et al. Risk factors for postoperative pneumonia after cardiac surgery: a prediction model. *J Thorac Dis.* 2021;13(4):2351-2362. PMID: 34012584. PMID: PMC8107540. <https://doi.org/10.21037/jtd-20-3586>
6. Fischer MO, Brotons F, Briant AR, et al. Postoperative Pulmonary Complications After Cardiac Surgery: The VENICE International Cohort Study. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2022;36(8 Pt A):2344-2351. PMID: 35094928. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2021.12.024>
7. Warren OJ, Smith AJ, Alexiou C, et al. The inflammatory response to cardiopulmonary bypass: part 1--mechanisms of pathogenesis. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2009;23(2):223-231. PMID: 18930659. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2008.08.007>
8. Lee SW, Lee S, Hahn KD. Postoperative Pulmonary Complications after Transcatheter Aortic Valve Implantation under Monitored Anesthesia Care versus General Anesthesia: Retrospective Analysis at a Single Large Volume Center. *J Clin Med.* 2021;10(22):5365. PMID: 34830646. PMID: PMC8618621. <https://doi.org/10.3390/jcm10225365>
9. Кричевский Л.А., Рыбаков В.Ю., Дворядкин А.А., Проценко Д.Н. Системный воспалительный ответ в кардиохирургии. *Анестезиология и реаниматология.* 2021;(3):94-102. <https://doi.org/10.17116/anaesthesiology202103194>
10. Krichevsky LA, Rybakov VYu, Dvoryadkin AA, Protsenko DN. Systemic inflammatory response in cardiac surgery. *Russian Journal of Anesthesiology and Reanimatology.* 2021;(3):94-102. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/anaesthesiology202103194>
10. Esper SA, Subramaniam K, Tanaka KA. Pathophysiology of Cardiopulmonary Bypass: Current Strategies for the Prevention and Treatment of Anemia, Coagulopathy, and Organ Dysfunction.

Semin Cardiothorac Vasc Anesth. 2014;18(2):161-176. PMID: 24876231. <https://doi.org/10.1177/1089253214532375>

11. Eremenko AA, Zyulyaeva TP. Postoperative acute respiratory failure in cardiac surgery. *Khirurgiia (Mosk).* 2019;(8):5-11. PMID: 31464267. <https://doi.org/10.17116/hirurgia20190815>

12. Wang Y, Luo Z, Huang W, Zhang X, Guo Y, Yu P. Comparison of Tools for Postoperative Pulmonary Complications After Cardiac Surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2023;37(8):1442-1448. PMID: 37120322. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2023.03.031>

13. Setlers K, Jurcenko A, Arklina B, et al. Identifying Early Risk Factors for Postoperative Pulmonary Complications in Cardiac Surgery Patients. *Medicina (Kaunas).* 2024;60(9):1398. PMID: 39336439. PMCID: PMC11433804. <https://doi.org/10.3390/medicina60091398>

14. D'Agostino RS, Jacobs JP, Badhwar V, et al. The Society of Thoracic Surgeons Adult Cardiac Surgery Database: 2018 Update on Outcomes and Quality. *Ann Thorac Surg.* 2018;105(1):15-23. PMID: 29233331. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2017.10.035>

15. Зозуля М.В., Ленькин А.И., Сотников А.В., Курапеев И.С., Сайганов С.А., Лебединский К.М. Показатели респираторной функции в раннем послеоперационном периоде у пациентов, оперированных по поводу ишемической болезни сердца в условиях искусственного кровообращения и на работающем сердце. *Анестезиология и реаниматология.* 2020;(4):54-60. <https://doi.org/10.17116/anaesthesiology202004154>

Zozulya MV, Lenkin AI, Sotnikov AV, Kurapeev IS, Saiganov SA, Lebedinskiy KM. Intraoperative and early postoperative respiratory function in patients with coronary artery disease undergoing on-pump or off-pump coronary artery bypass surgery. *Russian Journal of Anesthesiology and Reanimatology.* 2020;(4):54-60. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/anaesthesiology202004154>

16. Кузьков В.В., Суборов Е.В., Фот Е.В., Родионова Л.Н., Соколова М.М., Лебединский К.М., Киров М.Ю. Послеоперационные дыхательные осложнения и ОРДС легче предупредить, чем лечить. *Анестезиология и реаниматология.* 2016;61(6):461-468. <https://doi.org/10.18821/0201-7563-2016-6-461-468>

Kuzkov VV, Suborov EV, Fot EV, Rodionova LN, Sokolova MM, Lebedinskiy KM, Kirov MYu. Postoperative pulmonary complications and acute respiratory distress syndrome – better prevent than treat. *Russian Journal of Anesthesiology and Reanimatology.* 2016;61(6):461-468. (In Russ.). <https://doi.org/10.18821/0201-7563-2016-6-461-468>

17. Abbott TEF, Fowler AJ, Pelosi P, et al. A systematic review and consensus definitions for standardised end-points in perioperative medicine: pulmonary complications. *Br J Anaesth.* 2018;120(5):1066-1079. PMID: 29661384. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2018.02.007>

18. Baris O, Onyilmaz TA, Kaya H. Frequency and Predictors of Pneumonia After Isolated Coronary Artery Bypass Grafting (CABG): A Single-Center Study. *Diagnostics (Basel).* 2025;15(2):195. PMID: 39857079. PMCID: PMC11763973. <https://doi.org/10.3390/diagnostics15020195>

19. Tanner TG, Colvin MO. Pulmonary Complications of Cardiac Surgery. *Lung.* 2020;198(6):889-896. PMID: 33175990. PMCID: PMC7655908. <https://doi.org/10.1007/s00408-020-00405-7>

20. Zainab A, Nguyen DT, Graviss EA, Fatima S, Masud FN, MacGillivray TE. Development and Validation of a Risk Score for Respiratory Failure After Cardiac Surgery. *Ann Thorac Surg.* 2022;113(2):577-584. PMID: 33839130. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2021.03.082>

21. Matthay MA, Arabi Y, Arroliga AC, et al. A New Global Definition of Acute Respiratory Distress Syndrome. *Am J Respir Crit Care Med.* 2024;209(1):37-47. PMID: 37487152. PMCID: PMC10870872. <https://doi.org/10.1164/rccm.202303-0558ws>

22. Баутин А.Е., Кашерининов И.Ю., Лалетин Д.А., и др. Распространенность и структура острой дыхательной недостаточности в раннем послеоперационном периоде кардиохирургических вмешательств. *Вестник интенсивной терапии.* 2016;4:19-26.

Bautin AE, Kasherininov IYu, Laletin VA, et al. Prevalence and causes of the postoperative acute respiratory failure in cardiac surgery. *Annals of Critical Care.* 2016;4:19-26. (In Russ.).

23. Rong LQ, DiFranco A, Gaudino M. Acute respiratory distress syndrome after cardiac surgery. *J Thorac Dis.* 2016;8(10):E1177-E1186. PMID: 27867583. PMCID: PMC5107484. <https://doi.org/10.21037/jtd.2016.10.74>

24. Wang D, Lu Y, Sun M, et al. Pneumonia After Cardiovascular Surgery: Incidence, Risk Factors and Interventions. *Front Cardiovasc Med.* 2022;9:911878. PMID: 35845037. PMCID: PMC9280273. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2022.911878>

25. Kermani MS, Dehesh T, Pouradeli S, Esmaili BS. Factors affecting the prolongation of mechanical ventilation in patients after cardiac surgery. *J Cardiothorac Surg.* 2025;20(1):104. PMID: 39875916. PMCID: PMC11776133. <https://doi.org/10.1186/s13019-024-03247-z>

26. Naveed A, Azam H, Murtaza HG, Ahmad RA, Baig MAR. Incidence and risk factors of Pulmonary Complications after Cardiopulmonary bypass. *Pak J Med Sci.* 2017;33(4):993-996. PMID: 29067080. PMCID: PMC5648979. <https://doi.org/10.12669/pjms.334.12846>

27. Musallam KM, Rosendaal FR, Zaatari G, et al. Smoking and the risk of mortality and vascular and respiratory events in patients undergoing major surgery. *JAMA Surg.* 2013;148(8):755-762. PMID: 23784299. <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2013.2360>

28. Jiang X, Xu J, Zhen S, Zhu Y. Obesity is associated with postoperative outcomes in patients undergoing cardiac surgery: a cohort study. *BMC Anesthesiol.* 2023;23(1):3. PMID: 36600190. PMCID: PMC9811698. <https://doi.org/10.1186/s12871-022-01966-1>

29. Баздырев Е.Д., Поликутина О.М., Слепынина Ю.С., Гарганеева Н.П., Барбараш О.Л. Хроническая обструктивная болезнь легких – предиктор неблагоприятного прогноза у пациентов после реваскуляризации миокарда. *CardioСоматика.* 2018;9(4):5-10. <https://doi.org/10.26442/22217185.2018.4.000022>

Bazdyrev ED, Polikutina OM, Slepynina YuS, Garganeeva NP, Barbarash OL. Chronic obstructive pulmonary disease as a predictor of unfavourable prognosis in patients after myocardial revascularization. *CardioSomatics.* 2018;9(4):5-10. <https://doi.org/10.26442/22217185.2018.4.000022>

Сведения об авторах

Таранов Евгений Владимирович, врач анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии и реанимации, НИИ – СККБ им. акад. Б.А. Королёва; аспирант кафедры анестезиологии, реаниматологии и трансфузиологии, Приволжский исследовательский медицинский университет; ассистент кафедры хирургических болезней Института клинической медицины, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (Нижегород, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-0686-5481>

Пичугин Владимир Викторович, д. м. н., профессор, профессор кафедры анестезиологии, реаниматологии и трансфузиологии, Приволжский исследовательский медицинский университет; главный научный сотрудник кафедры физиологии и анатомии Института биологии и биомедицины, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского; врач анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии и реанимации,

НИИ – СККБ им. акад. Б.А. Королёва (Нижний Новгород, Россия). <https://orcid.org/0000-0001-7724-0123>

Богущ Антонина Викторовна, к. м. н., врач анестезиолог-реаниматолог, заведующий отделением реанимации и интенсивной терапии хирург, НИИ – СККБ им. акад. Б.А. Королёва (Нижний Новгород, Россия). <https://orcid.org/0000-0003-2437-3867>

Малкина Алина Сергеевна, ординатор кафедры хирургических болезней Института клинической медицины, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (Нижний Новгород, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-5275-8863>

Никитин Клим Ильич, ординатор кафедры госпитальной терапии им. В.Г. Вогралика, Приволжский исследовательский медицинский университет (Нижний Новгород, Россия). <https://orcid.org/0009-0001-9333-8427>

Куликова Арина Алексеевна, студент 4-го курса, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (Нижний Новгород, Россия). <https://orcid.org/0009-0007-3261-4719>

Кусакин Илья Игоревич, студент 4-го курса, Приволжский исследовательский медицинский университет (Нижний Новгород, Россия). <https://orcid.org/0009-0009-7632-0143>

Кориков Дмитрий Сергеевич, студент 5-го курса, Приволжский исследовательский медицинский университет (Нижний Новгород, Россия). <https://orcid.org/0009-0009-7242-3866>

Махгоб Фарук Хассан Фарук Мохамед, ординатор, Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (Нижний Новгород, Россия). <https://orcid.org/0009-0006-0770-0829>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author credentials

Evgeny V. Taranov, Anesthesiologist-Intensivist of the Anesthesiology and Intensive Care Unit, Science Research Institute – Specialized Cardiosurgical Clinical Hospital named after B.A. Korolev; Postgraduate Student of the Department of Anesthesiology, Resuscitation and Transfusiology, Privolzhsky Research Medical

University; Assistant Professor of the Department of Surgical Diseases, Institute of Clinical Medicine, Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod; (Nizhny Novgorod, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-0686-5481>

Vladimir V. Pichugin, Dr. Sci. (Med.), Professor, Department of Anesthesiology, Resuscitation and Transfusiology, Privolzhsky Research Medical University; Chief Researcher of the Department of Physiology and Anatomy, Institute of Biology and Biomedicine, Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod; Anesthesiologist-Intensivist of the Anesthesiology and Intensive Care Unit, Science Research Institute – Specialized Cardiosurgical Clinical Hospital named after B.A. Korolev (Nizhny Novgorod, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0001-7724-0123>

Antonina V. Bogush, Cand. Sci. (Med.), Anesthesiologist-Intensivist, Head of the Department of Resuscitation and Intensive Care, Surgeon, Science Research Institute – Specialized Cardiosurgical Clinical Hospital named after B.A. Korolev (Nizhny Novgorod, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0003-2437-3867>

Alina S. Malkina, Resident of the Department of Surgical Diseases, Institute of Clinical Medicine, Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod (Nizhny Novgorod, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-5275-8863>

Klim I. Nikitin, Resident, Department of Hospital Therapy named after V.G. Voigralik, Privolzhsky Research Medical University (Nizhny Novgorod, Russian Federation). <https://orcid.org/0009-0001-9333-8427>

Arina A. Kulikova, 4th-year Student, Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod (Nizhny Novgorod, Russian Federation). <https://orcid.org/0009-0007-3261-4719>

Ilya I. Kusakin, 4th-year Student, Privolzhsky Research Medical University (Nizhny Novgorod, Russian Federation). <https://orcid.org/0009-0009-7632-0143>

Dmitry S. Korikov, 5th-year Student, Privolzhsky Research Medical University (Nizhny Novgorod, Russian Federation). <https://orcid.org/0009-0009-7242-3866>

Farouk Hassan Farouk Mohamed Mahgob, Resident, Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod (Nizhny Novgorod, Russian Federation). <https://orcid.org/0009-0006-0770-0829>

Conflict of interest: none declared.