Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2025;24(5):4343.
doi: 10.15829/1728-8800-2025-4343
ISSN 1728-8800 (Print)
ISSN 2619-0125 (Online)

Распространенность и предикторы развития послеоперационной пневмонии при коронарном шунтировании: одноцентровое регистровое исследование

Кавешников В. С., Кузьмичкина М. А., Кавешников А. В., Ваизов В. Х., Островик М. О., Серебрякова В. Н., Калашникова Т. П., Арсеньева Ю. А., Козлов Б. Н., Бощенко А. А.

Научно-исследовательский институт кардиологии, ФГБНУ "Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук". Томск, Россия

Цель. Оценить распространенность и предикторы развития послеоперационной пневмонии (ПП) после операции коронарного шунтирования (КШ) по данным госпитального регистра.

Материал и методы. Ретроспективное исследование 925 пациентов, перенесших плановое КШ в 2017-2019гг, на основе данных госпитального регистра. В 11% случаев выполнялось сочетанное вмешательство. Диагноз ПП устанавливался согласно национальным рекомендациям. Для выявления предикторов использовалась многофакторная логистическая регрессия. В ассоциативный анализ включали дооперационные, операционные и послеоперационные переменные.

Результаты. Частота развития ПП составила 8,7%. ПП развивалась на 5,5 [3; 8] сут. (Me [Q25; Q75]) после операции КШ. Гендерная принадлежность не влияла на риск. В однофакторном анализе значимыми факторами ПП были дооперационный уровень лейкоцитов, длительность пережатия аорты (ПА) и максимальный уровень креатинфосфокиназы (КФК) после операции. В многофакторной модели подтвердился независимый характер предикторов: дооперационный уровень лейкоцитов (OR — odds ratio (отношение шансов) =1,11; p=0,008), длительность ПА (OR=1,07; p=0,045) и послеоперационный уровень КФК (OR=1,04; p=0,018). Сочетанные операции риск не увеличивали.

Заключение. ПП являются серьезным осложнением кардиохирургических операций, негативно влияющим на клинические результаты и экономические аспекты лечения. После КШ в обследованной когорте ПП выявлялась в 8,7% случаев. Ключевыми предикторами были: дооперационный уровень лейкоцитов, длительность ПА и максимальный послеоперационный уровень КФК. Полученные результаты свидетельствуют о возможной пользе мониторинга отдельных воспалительных маркеров и минимизации времени ПА для прогнозирования и снижения риска развития пневмонии.

Ключевые слова: послеоперационная пневмония, коронарное шунтирование, распространенность, предикторы, лейкоциты, время пережатия аорты, креатинфосфокиназа, регистры.

Отношения и деятельность: нет.

Благодарности. Авторы выражают признательность к.м.н. А. А. Бродской и Е. А. Головиной, внесшим вклад в сбор данных, использованных в данной статье.

Поступила 31/01-2025
Рецензия получена 04/02-2025
Принята к публикации 30/04-2025

CC BY 4.0

Для цитирования: Кавешников В. С., Кузьмичкина М. А., Кавешников А. В., Ваизов В. Х., Островик М. О., Серебрякова В. Н., Калашникова Т. П., Арсеньева Ю. А., Козлов Б. Н., Бощенко А. А. Распространенность и предикторы развития послеоперационной пневмонии при коронарном шунтировании: одноцентровое регистровое исследование. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* 2025;24(5):4343. doi: 10.15829/1728-8800-2025-4343. EDN SVUUNT

Prevalence and predictors of postoperative pneumonia after coronary artery bypass grafting: a single-center registry study

Kaveshnikov V. S., Kuzmichkina M. A., Kaveshnikov A. V., Vaizov V. Kh., Ostrovik M. O., Serebryakova V. N., Kalashnikova T. P., Arsenyeva Yu. A., Kozlov B. N., Boshchenko A. A.

Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center. Tomsk, Russia

Aim. To assess the prevalence and predictors of postoperative pneumonia (PP) after coronary artery bypass grafting (CABG) based on inhospital registry data.

Material and methods. This retrospective study of 925 patients who underwent elective CABG in 2017-2019 based on inhospital registry data. Combined intervention was performed in 11% of cases. PP

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

e-mail: kaveshnikov29@yandex.ru

[Кавешников В. С.* — к.м.н., в.н.с. лаборатории регистров сердечно-сосудистых заболеваний, высокотехнологичных вмешательств и телемедицины, ORCID: 0000-0002-0211-4525, Кузьмичкина М. А. — к.м.н., н.с. лаборатории регистров сердечно-сосудистых заболеваний, высокотехнологичных вмешательств и телемедицины, ORCID: 0000-0002-5587-3947, Кавешников А. В. — м.н.с. лаборатории регистров сердечно-сосудистых заболеваний, высокотехнологичных вмешательств и телемедицины, ORCID: 0000-0002-4743-1989, Ваизов В. Х. — к.м.н., м.н.с. лаборатории регистров сердечно-сосудистых заболеваний, высокотехнологичных вмешательств и телемедицины, ORCID: 0000-0003-0004-7717, Островик М. О. — м.н.с. лаборатории регистров сердечно-сосудистых заболеваний, высокотехнологичных вмешательств и телемедицины, ORCID: 0000-0001-7118-8897, Серебрякова В. Н. — к.м.н., руководитель лаборатории регистров сердечно-сосудистых заболеваний, высокотехнологичных вмешательств и телемедицины, ORCID: 0000-0002-9265-708X, Калашникова Т. П. — к.м.н., с.н.с. лаборатории медицины критических состояний, ORCID: 0000-0003-2078-4490, Арсеньева Ю. А. — м.н.с. отделения сердечно-сосудистой хирургии, ORCID: 0009-0005-3220-1506, Козлов Б. Н. — д.м.н., руководитель отделения сердечно-сосудистой хирургии, ORCID: 0000-0002-0217-7737, Бощенко А. А. — д.м.н., зам. директора по научной работе, ORCID: 0000-0001-6009-0253].

was diagnosed according to national guidelines. Multivariate logistic regression was used to identify predictors. Preoperative, surgical, and postoperative variables were included in the association analysis.

Results. The incidence of PP was 8,7%. PP developed on day 5,5 [3; 8] (Me [Q25; Q75]) after CABG. Sex did not affect the risk. In univariate analysis, significant factors for PP were preoperative white blood cell (WBC) count, aortic cross-clamp time (ACCT), and maximum postoperative creatine phosphokinase (CPK) level. In the multivariate model, the independent nature of predictors was confirmed: preoperative leukocyte count (OR — odds ratio (odds ratio) =1,11; p=0,008), AC duration (OR=1,07; p=0,045), and postoperative CPK level (OR=1,04; p=0,018). Combined surgeries did not increase the risk.

Conclusion. PP is a serious complication of cardiac surgery, negatively affecting clinical outcomes and economic aspects of treatment. After CABG, PP was detected in 8,7% of cases in the examined cohort. There were following key predictors: preoperative WBC count, ACCT, and maximum postoperative CPK level. The obtained results indicate the possible benefit of monitoring individual inflammatory markers and minimizing ACCT for predicting and reducing the risk of pneumonia.

Keywords: postoperative pneumonia, coronary artery bypass grafting, prevalence, predictors, leukocytes, aortic cross-clamp time, creatine phosphokinase, registries.

Relationships and Activities: none.

Acknowledgments. The authors are grateful to Candidate of Medical Science Brodskaya A. A. and Golovina E. A. for help in data collection.

Kaveshnikov V. S.* ORCID: 0000-0002-0211-4525, Kuzmichkina M. A. ORCID: 0000-0002-5587-3947, Kaveshnikov A. V. ORCID: 0000-0002-4743-1989, Vaizov V. Kh. ORCID: 0000-0003-0004-7717, Ostrovik M. O. ORCID: 0000-0001-7118-8897, Serebryakova V. N. ORCID: 0000-0002-9265-708X, Kalashnikova T. P. ORCID: 0000-0003-2078-4490, Arsenyeva Yu. A. ORCID: 0009-0005-3220-1506, Kozlov B. N. ORCID: 0000-0002-0217-7737, Boshchenko A. A. ORCID: 0000-0001-6009-0253.

*Corresponding author: kaveshnikov29@yandex.ru

Received: 31/01-2025
Revision Received: 04/02-2025
Accepted: 30/04-2025

For citation: Kaveshnikov V. S., Kuzmichkina M. A., Kaveshnikov A. V., Vaizov V. Kh., Ostrovik M. O., Serebryakova V. N., Kalashnikova T. P., Arsenyeva Yu. A., Kozlov B. N., Boshchenko A. A. Prevalence and predictors of postoperative pneumonia after coronary artery bypass grafting: a single-center registry study. *Cardiovascular Therapy and Prevention.* 2025;24(5):4343. doi: 10.15829/1728-8800-2025-4343. EDN SVUUNT

ИК — искусственное кровообращение, ИМ — инфаркт миокарда, КА — коронарная(-ые) артерия(-ии), КФК — креатинфосфокиназа, КШ — коронарное шунтирование, ПА — пережатие аорты, ПП — послеоперационная пневмония, ХОБЛ — хроническая обструктивная болезнь легких, OR — odds ratio (отношение шансов).

Ключевые моменты

Что известно о предмете исследования?

- Послеоперационная пневмония (ПП) — нередкое осложнение кардиохирургических операций, негативно влияющее на клинические результаты и экономические аспекты лечения.
- Среди известных факторов риска — пожилой возраст, хронические заболевания, длительная вентиляция легких, сложность операции.

Что добавляют результаты исследования?

- Определена распространенность и ключевые предикторы пневмонии после операции коронарного шунтирования. Основными факторами, связанными с её развитием, являются: дооперационный уровень лейкоцитов, длительность пережатия аорты и максимальный послеоперационный уровень креатинфосфокиназы.
- Установлено, что сочетанные операции не увеличивают риск развития ПП по сравнению с изолированным коронарным шунтированием.
- Гендерная принадлежность не ассоциировалась с риском ПП.

Key messages

What is already known about the subject?

- Postoperative pneumonia (PP) is a common complication of cardiac surgery, negatively affecting clinical outcomes and economic aspects of treatment.
- Known risk factors include old age, chronic diseases, prolonged ventilation, and complexity of the surgery.

What might this study add?

- The prevalence and key predictors of pneumonia after coronary artery bypass grafting were determined as follows: preoperative white blood cell count, aortic cross-clamp time, and maximum postoperative creatine phosphokinase level.
- It was found that combined surgeries do not increase the PP risk compared to isolated coronary artery bypass grafting.
- Sex was not associated with the PP risk.

Введение

Сердечно-сосудистые заболевания остаются одной из наиболее приоритетных проблем общественного здоровья как в России, так и во многих других странах мира. Наряду с медикаментозными и эндоваскулярными методами хирургическая реваскуляризация миокарда занимает важнейшее место в лечении ишемической болезни сердца [1]. За прошедшие десятилетия значительные изменения коснулись многих аспектов медицинской помощи:

Таблица 1

Сравнительная характеристика дооперационных факторов
у пациентов с развитием и отсутствием ПП

Показатель	Пневмония (-)	Пневмония (+)	p
Пол (Ж), %	23,2	22,5	0,889
Курение, %	36,1	42,5	0,256
Сахарный диабет, %	29,7	32,5	0,602
Нарушение толерантности к глюкозе, %	6,9	7,5	0,830
Сердечная недостаточность NYHA III-IV, %	31,2	36,3	0,357
Инфаркт миокарда, %	62,4	60,0	0,677
Аневризма ЛЖ, %	6,0	7,5	0,624
Постоянная форма фибрилляции предсердий, %	4,4	2,5	0,570
Пароксизмы ФП/ТП до операции, %	6,4	3,8	0,469
Ревматическая болезнь сердца, %	1,2	0,0	1,000
Инфекционный эндокардит, %	0,5	1,3	0,364
Хроническая бронхолегочная патология, %	21,2	27,5	0,190
Пневмония в анамнезе, %	1,7	2,5	0,642
Острое нарушение мозгового кровообращения, %	7,9	7,5	0,892
Преходящее нарушение мозгового кровообращения, %	1,0	3,8	0,062
Хроническая болезнь почек, %	25,9	25,0	0,858
Единственная почка, %	0,4	0,0	1,000
Тромбоэмболия легочной артерии, %	0,8	0,0	1,000
Тромбоз глубоких вен, %	0,8	0,0	1,000
Онкопатология за прошедшие 5 лет, %	1,8	2,5	0,652
Моторные нарушения, %	1,9	1,3	1,000
Антибактериальная терапия, %	4,9	2,5	0,575
Индекс массы тела, Me (Q25-Q75)	28,4 (25,8-31,9)	29,1 (26,2-31,9)	0,465
Лейкоциты ($\times 10^9$/л), Me (Q25-Q75)	7,1 (5,9-8,4)	8,2 (6,6-9,9)	<0,001
Тромбоциты ($\times 10^9$/л), Me (Q25-Q75)	229 (190-271)	239 (191-297)	0,082
Гемоглобин (г/л), Me (Q25-Q75)	145 (136-155)	145 (133-154)	0,394
Креатинин (мкмоль/л), Me (Q25-Q75)	92 (80-104)	96 (82-104)	0,269
Фракция выброса ЛЖ, Me (Q25-Q75)	61,2 (51,7-65,0)	60,5 (49,5-64,1)	0,312
Количество пораженных КА, M±SEM	2,76±0,018	2,79±0,055	0,637

Примечание: M±SEM — среднее±ошибка среднего, Me (Q25-Q75) — медиана (интерквартильный размах), КА — коронарные артерии, ЛЖ — левый желудочек, ПП — послеоперационная пневмония, NYHA — New York Heart Association.

совершенствуются подходы к реваскуляризации, инструментарий, разработаны и введены в клиническую практику новые лекарственные препараты, улучшающие отдаленный прогноз [2]. Вместе с тем, в послеоперационном периоде у части кардиохирургических пациентов могут развиваться клинически значимые осложнения, влияющие на течение как госпитального, так и более отдаленного периода.

Послеоперационные пневмонии (ПП) являются серьезным осложнением кардиохирургических операций, негативно влияющим на клинические результаты и экономические аспекты лечения [3, 4]. Коронарное шунтирование (КШ) является наиболее часто выполняемой кардиохирургической операцией в мире [5]. В рамках КШ проводится также коррекция дегенеративных и ревматических клапанных пороков сердца. По имеющимся сведениям, частота развития ПП у данных пациентов неоднозначна и составляет от 2 до 10% [4, 6-8]. Более высокие показатели 24,2-52,5% сообщаются при вмешательствах на аорте [9-11], трансплантации сердца 52,5% [12].

По данным литературы для развития ПП может иметь значение ряд предоперационных факторов. К ним относятся: пожилой возраст, курение, хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ), хроническая болезнь почек, анемия, нарушение сократимости миокарда, избыточный вес, сахарный диабет 2 типа и другие состояния. Среди интраоперационных факторов важная роль отводится типу хирургии, длительности искусственного кровообращения (ИК) и вентиляции легких, объему трансфузионной терапии и др. [3, 13]. Частота выявления и факторы риска развития пневмоний после операции КШ недостаточно изучены в отечественных исследованиях. Понимание этих особенностей может помочь в своевременном обнаружении, терапии и профилактике данного

Таблица 2

Сравнительная характеристика операционных факторов у пациентов с развитием и отсутствием ПП

Показатель	Пневмония (-)	Пневмония (+)	p
ИК, %	99,4	100,0	1,000
Только аутовенозные шунты, %	8,3	10,0	0,598
Количество дистальных анастомозов, M±SEM	2,61±0,03	2,83±0,10	0,048
Сочетанное КШ, %	10,8	13,8	0,416
Длительность ПА (мин), Me (Q25-Q75)	55 (41-70)	56 (43-74)	0,318
Длительность ИК (мин), Me (Q25-Q75)	90 (69-111)	90 (68-112)	0,734
Длительность операции (мин), Me (Q25-Q75)	250 (220-280)	257 (220-308)	0,137
Минимальная гипотермия (°C), Me (Q25-Q75)	35,6 (35,1-36,0)	35,7 (35,4-36,0)	0,176
Объем кровопотери (мл), Me (Q25-Q75)	900 (800-1000)	900 (800-1000)	0,715
Трансфузия заменителей красной крови, %	12,1	17,5	0,161
Трансфузия свежезамороженной плазмы, %	7,5	5,0	0,418

Примечание: M±SEM — среднее±ошибка среднего, Me (Q25-Q75) — медиана (интерквартильный размах), ИК — искусственное кровообращение, КШ — коронарное шунтирование, ПА — пережатие аорты, ПП — послеоперационная пневмония.

осложнения. Цель данной работы — изучить распространенность и предикторы развития ПП после операции КШ по данным госпитального регистра.

Материал и методы

Проанализированы данные 925 пациентов госпитального регистра КШ[1], отвечающих критериям включения (возраст >18 лет, постоянная регистрация по месту жительства в Томске и Томской области), из них 214 (23,1%) женщин. В период 2017-2019гг этим пациентам была проведена плановая хирургическая операция КШ в связи с ишемической болезнью сердца. В некоторых случаях также выполнялась коррекция различных форм сочетанной патологии (одновременное проведение хирургической реваскуляризации миокарда, реконструкции левого желудочка, вмешательств на аортальном, митральном, трикуспидальном клапане). Доля сочетанных операций в структуре КШ составила 11%. В ассоциативный анализ включались блоки дооперационных, операционных и послеоперационных факторов (таблицы 1-3). Среди последних учитывали только те, которые предшествовали развитию пневмонии по времени.

Диагноз пневмонии устанавливали в соответствии с национальными рекомендациями[2]. Хроническая бронхолегочная патология определялась как наличие в анамнезе бронхиальной астмы или ХОБЛ. Количеством пораженных коронарных артерий (КА) считали число магистральных артерий (передняя нисходящая, правая КА, огибающая артерии), имеющих стеноз ⩾50%; поражение ствола левой КА принималось эквивалентным одновременному поражению передней нисходящей и огибающей ветвей. При развитии инфаркта миокарда (ИМ) в пределах 48 ч после операции КШ использовались критерии ИМ 5 типа. При развитии ИМ в период >48 ч после операции КШ использовались следующие критерии ИМ: повышение или снижение кардиоспецифических ферментов в динамике с ⩾1 значением выше верхней границы нормы в сочетании с любым из следующего:

1) клинические симптомы ишемии миокарда;
2) новые ишемические изменения ЭКГ;
3) развитие патологических зубцов Q;
4) выявление новых сегментов потери жизнеспособности или нарушения локальной сократимости миокарда ишемического типа визуализирующими методами;
5) выявление тромба в КА.

Анализ данных осуществляли в пакетах статистических программ SPSS (v.13) и R (v.3.60). Сравнение частот проводили с помощью метода χ^2, а при его неприменимости — точного теста Фишера. Для сравнения величин со сплошным распределением использовали критерии Стьюдента и Манна-Уитни при соответствии фактического распределения нормальному и отклонении от него, соответственно. При определении соответствия нормальному распределению опирались на данные визуального анализа гистограммы распределения и теста Колмогорова-Смирнова. Для анализа взаимосвязей использовали корреляционный анализ Спирмена, методы однофакторной и множественной логистической регрессии с прямым пошаговым отбором информативных признаков. Статистически значимым считали уровень $p<0,05$.

Результаты

Распространенность ПП в обследуемой когорте составила 8,7% (95% доверительный интервал (ДИ): 7,0-10,6%): 8,7% у мужчин vs 8,4% у женщин (p=0,889). Частота развития данного осложнения при сочетанном и изолированном КШ составила 10,8 и 8,4% (p=0,416), соответственно; при артериальном (⩾1 шунт) по сравнению с только

[1] Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020619873 Российская Федерация. Электронный модуль учета пациентов, подвергнутых операции коронарного шунтирования (BG-Register): № 2020618446: заявл. 06.08.2020: опубл. 25.08.2020. В.Х. Ваизов, В.Н. Серебрякова, А.В. Кавешников [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук".

[2] Нозокомиальные пневмонии у взрослых. Российские национальные рекомендации. Под ред. акад. РАН Гельфанда Б.Р.: Издательство "Медицинское информационное агентство"; 2016.

Таблица 3

Сравнительная характеристика послеоперационных факторов у пациентов с развитием и отсутствием ПП

Показатель	Пневмония (-)	Пневмония (+)	p
Количество дней в реанимации, M±SEM	2,65±0,14	2,95±0,33	0,533
Длительность ИВЛ (ч), Me (Q25-Q75)	12,6 (10,8-15,3)	12,0 (10,4-15,1)	0,435
Максимальный объем плеврального выпота (мл), Me (Q25-Q75)	500 (300-750)	500 (250-900)	0,980
Трансфузия заменителей красной крови, %	23,7	22,5	0,814
Трансфузия свежезамороженной плазмы, %	16,6	18,8	0,617
Инотропная поддержка, %	83,4	81,3	0,617
Пролонгированная инотропная поддержка (>12 ч), %	14,3	23,8	0,024
Острый ИМ, %	2,6	7,5	0,028
Острое нарушение мозгового кровообращения, %	0,7	2,5	0,147
Острая почечная недостаточность, %	1,5	2,5	0,378
Пароксизмы ФП/ТП, %	17,9	17,5	0,934
Делирий, %	3,1	1,3	0,723
Минимальный гемоглобин (г/л), Me (Q25-Q75)	95 (86-105)	95 (82-107)	0,591
Минимальный гематокрит, Me (Q25-Q75)	0,28 (0,25-0,31)	0,27 (0,24-0,31)	0,424
Максимальная КФК (Ед/л)[1]	867 (576-1319)	1051 (650-1706)	0,035
Максимальная КФК-МВ (Ед/л), Me (Q25-Q75)[2]	38 (28-54)	42 (32-68)	0,027
Максимальный креатинин (мкмоль/л), Me (Q25-Q75)	109 (95-130)	112 (97-137)	0,346

Примечание: [1] — референсные значения: <195 Ед (мужчины), <170 Ед (женщины); [2] — референсные значения: <25 Ед, M±SEM — среднее±ошибка среднего, Me (Q25-Q75) — медиана (интерквартильный размах), ИВЛ — искусственная вентиляция легких, ИМ — инфаркт миокарда, КФК — креатинфосфокиназа, ПП — послеоперационная пневмония, ФП/ТП — фибрилляция предсердий/трепетание предсердий.

Таблица 4

Предикторы развития ПП по данным однофакторной логистической регрессии

Показатель	χ^2	OR (95% ДИ)	p
Лейкоциты до операции	9,252	1,13 (1,04-1,22)	0,002
Длительность ПА[1]	6,817	1,09 (1,02-1,16)	0,009
Длительность операции[2]	5,713	1,29 (1,05-1,59)	0,017
Длительность ИВЛ[2]	4,821	1,01 (1,00-1,02)	0,028
Послеоперационный ИМ	5,438	3,03 (1,19-7,71)	0,020
Максимальный уровень КФК[3] в послеоперационный период	6,702	1,04 (1,01-1,07)	0,010
Максимальный уровень КФК-МВ[4] в послеоперационном периоде	6,460	1,06 (1,01-1,11)	0,011
Пролонгированная инотропная поддержка (>12 ч)	4,935	1,86 (1,08-3,23)	0,026

Примечание: [1] — при увеличении на экспоненту часов; [2] — при увеличении на каждый час; [3] — КФК, при увеличении на каждые 500 Ед; [4] — КФК-МВ, при увеличении на каждые 25 Ед; ДИ — доверительный интервал, ИВЛ — искусственная вентиляция легких, ИМ — инфаркт миокарда, КФК-МВ — креатинфосфокиназа-МВ, ПА — пережатие аорты, ПП — послеоперационная пневмония, OR — odds ratio (отношение шансов).

аутовенозным шунтированием — 8,5 и 10,3%, соответственно (p=0,598). Пневмония развивалась на 5,5 [3; 8] сут. (Me [Q25; Q75]) после оперативного вмешательства.

В таблице 1 представлена сравнительная характеристика дооперационных факторов у пациентов с развитием и отсутствием ПП. По большинству предоперационных параметров, включая перенесенный ИМ, хроническую сердечную недостаточность III-IV функционального класса, курение, хроническую бронхолегочную патологию, значимых различий между двумя категориями пациентов не выявлено. Обращает на себя внимание более высокий исходный уровень лейкоцитов у пациентов с ПП по сравнению с остальными. У данной категории больных также отмечена тенденция к более высокому числу тромбоцитов и частоте преходящего нарушения мозгового кровообращения в анамнезе.

Сравнительная характеристика операционных факторов представлена в таблице 2. У пациентов с пневмонией среднее количество наложенных дистальных анастомозов несколько превышало соответствующий показатель у пациентов без пневмонии. По остальным показателям значимых различий не наблюдалось.

При рассмотрении в сравнительном аспекте послеоперационных факторов (таблица 3) у пациентов с пневмонией относительно чаще встречался

Таблица 5

Предикторы развития ПП по данным множественной логистической регрессии

Показатель	χ^2	OR (95% ДИ)	p
Модель 1			
Лейкоциты до операции	7,236	1,11 (1,03-1,21)	0,007
Длительность пережатия аорты[1]	4,368	1,08 (1,01-1,15)	0,037
Модель 2			
Лейкоциты до операции	6,970	1,11 (1,03-1,20)	0,008
Длительность ПА[1]	4,001	1,07 (1,01-1,15)	0,045
Максимальный уровень КФК[2] в послеоперационный период	5,569	1,04 (1,01-1,07)	0,018

Примечание: [1] — при увеличении на экспоненту часов; [2] — КФК, при увеличении на каждые 500 Ед; ДИ — доверительный интервал, КФК — креатинфосфокиназа, ПА — пережатие аорты, ПП — послеоперационная пневмония, OR — odds ratio (отношение шансов).

послеоперационный ИМ, пролонгированная инотропная поддержка, наблюдались более высокие максимальные значения креатинфосфокиназы (КФК) и ее МВ-фракции (КФК-МВ) по сравнению с лицами без данного осложнения. ИМ 5 типа составил 93% всех случаев послеоперационного ИМ.

Изучены факторы, ассоциированные с рассматриваемым осложнением. В таблице 4 показаны статистически значимые предикторы ПП по данным однофакторного анализа. Наиболее значимыми из них были дооперационный уровень лейкоцитов, экспонента длительности пережатия аорты (ПА), максимальные послеоперационные уровни КФК и МВ-КФК.

Проведен множественный регрессионный анализ, в рамках которого рассмотрены две модели ПП. Первая из них в качестве кандидатов включала предоперационные и интраоперационные факторы, во вторую были добавлены послеоперационные переменные. В первую регрессионную модель (χ^2=13,64; df=2, p<0,001) отобрались — дооперационный уровень лейкоцитов и экспонента длительности ПА. Во вторую (χ^2=18,66; df=3, p<0,001) — дооперационный уровень лейкоцитов, максимальный послеоперационный уровень КФК и экспонента длительности ПА, соответственно (таблица 5).

Обсуждение

В настоящее время в России выполняется >35 тыс. операций КШ ежегодно и ожидается дальнейший рост потребности в данном методе лечения [1]. Особое внимание в современных исследованиях уделяется проблеме профилактики послеоперационных респираторных осложнений [14-16]. Развитие ПП у кардиохирургических пациентов негативно влияет на клинические результаты и экономические аспекты лечения, что обосновывает актуальность изучения распространенности и причин развития данного осложнения в специфических группах кардиохирургических пациентов [3, 4, 6].

По данным литературы частота развития пневмонии при операциях на открытом сердце варьирует в широких пределах — от 2 до 52,5% [4, 6, 7, 9, 10, 12], что объясняется как структурой сочетанных вмешательств, в разной степени влияющих на риск развития осложнения, так и возможными методическими различиями в определении пневмонии. В настоящей работе на основе полнофункционального госпитального регистра проанализирована когорта пациентов, прооперированных в 2017-2019гг, что позволяет исключить влияние на исследуемые показатели новой коронавирусной инфекции. Согласно полученным данным, частота развития ПП в обследованной когорте составила 8,7%, что в целом согласуется с современными литературными данными. При КШ и хирургии клапанов сердца разными авторами приводятся показатели в пределах 2-10% [4, 6-8], в частности 2,1% [6] и 3,3% [17] при изолированном КШ, 2,9% — при сочетанном КШ [8], 8,2% [7] и 10% [4] — при хирургии клапанов сердца. Более высокие показатели сообщаются при реконструкции дуги аорты — 24,2% [9], хирургическом лечении расслоения аорты — 34,6 [11], 36,9% [10], трансплантации сердца 52,5% [12].

Полученные результаты не свидетельствуют в пользу самостоятельного значения пола в развитии ПП, что согласуется с данными многих современных исследований. Действительно, по данным однофакторных оценок в отдельных работах отмечается гендерная специфика [7, 9, 11, 18], однако независимый характер таких ассоциаций исследования не подтверждают.

Согласно литературным данным, в группах пациентов с хирургией клапанов сердца наблюдается более высокая частота развития ПП по сравнению с изолированным КШ [4, 6, 7, 17]. При сочетании КШ с другими кардиохирургическими процедурами частота развития данного осложнения изучена в единичных работах. Есть данные о более высоком риске развития пневмоний при сочетанных по сравнению с изолированными вмешательствами. Основные факторы риска — тип сочетанного вмешательства, длительность операции, сложность лежащих в основе заболеваний [3]. Так, при сочетании хирургии клапанов сердца и КШ пневмония развивалась чаще, чем при изолированном вмеша-

тельстве на клапанах [7]. По нашим данным при сравнении с изолированным КШ сочетанные операции не ассоциировались с риском развития ПП, что согласуется с результатами исследования [6].

Длительность ПА и ИК напрямую связана с риском интраоперационных и послеоперационных осложнений у кардиохирургических пациентов. Сведение данных показателей к минимуму является одной из наиболее сложных проблем в кардиохирургии. Длительность ИК отражает сложность оперативного вмешательства, а также возникающие в ходе плановой операции технические трудности, обусловленные анатомическими особенностями и интраоперационными осложнениями. Отмечается, что развитие отдельных послеоперационных осложнений в большей мере может быть связано с длительностью ПА, чем с длительностью ИК [19]. Хотя длительность ИК в обследованной когорте в значительной мере объяснялась длительностью ПА (Spearman's rho 0,86; $p<0,001$), с риском развития ПП была связана длительность ПА, в то время как значимой корреляции с продолжительностью ИК не отмечено. Роль данных факторов затрагивалась в единичных работах. Так, ни один из рассматриваемых параметров не оказался в числе предикторов развития ПП при изолированном КШ [17]. При сочетании КШ с хирургией клапанов сердца (10%) длительность ПА и ИК коррелировали с развитием пневмонии в однофакторном, но не многофакторном анализе [6].

Точные механизмы, связывающие длительность ПА и риск ПП, на текущий момент не установлены. Предполагается, что длительность ПА соотносится с тяжестью ишемического повреждения миокарда, и, даже с использованием современных методов органопротекции, может влиять на госпитальную летальность и риск клинических осложнений [20]. Критически значимой проблемой в кардиохирургии является реперфузионное повреждение внутренних органов, в частности миокарда и легких, возникающее после снятия зажима с аорты. При этом ишемическое повреждение, возникающее во время операции, еще больше усугубляется реперфузионным повреждением, возникающим по ее окончании. Легкие особенно восприимчивы к повреждению по двум основным причинам. Во-первых, это единственный орган, пропускающий через себя весь объем сердечного выброса. Во-вторых, ввиду достаточно малого диаметра легочных капилляров ($\leqslant$15 мкм) в легких относительно быстро развиваются расстройства микроциркуляции [21]. Реперфузионное повреждение легких рассматривается в качестве одного из факторов развития ПП [18].

Значимым предиктором ПП в обследованной когорте был максимальный послеоперационный уровень КФК. Повышение данного фермента после кардиохирургических операций может быть следствием более частого развития острого ИМ. Кроме того, это может свидетельствовать о реперфузионном синдроме, который возникает при операциях, проводимых в условиях ПА. Кроме того, при применении ИК развивается эндотелиальная дисфункция, которая усугубляет реперфузионное повреждение периферических тканей. В обследованной когорте более высокая частота послеоперационного ИМ, а также пролонгированной инотропной поддержки отмечена у пациентов, у которых выявлялась пневмония. По данным литературы, шансы развития данного осложнения повышались в 1,6-2,2 раза при систолической дисфункции левого желудочка, сердечной недостаточности IV функционального класса, потребности в расширенной инотропной поддержке, внутриаортальной баллонной контрпульсации [3, 17, 22].

Одним из предикторов развития ПП оказался дооперационный уровень лейкоцитов. Возможность такой ассоциации ранее была показана в группах пациентов с изолированным КШ [17] и хирургией аорты [11]. Точные механизмы развития пневмоний в зависимости от данного фактора на текущий момент не установлены. Лейкоциты являются ключевым звеном клеточного иммунного ответа, им отводится важная роль в повреждении легких, миокарда, почек, головного мозга, развитии полиорганной недостаточности у кардиохирургических пациентов [23, 24]. Исходный уровень лейкоцитов может зависеть от ряда экологических и поведенческих факторов. В популяционных исследованиях данный показатель коррелировал с курением, индексом массы тела и демонстрировал обратную взаимосвязь с возрастом, физической активностью, потреблением алкоголя [25], вентиляционной функцией легких [26]. Повышение числа лейкоцитов может отражать активность субклинического воспалительного ответа [23] в ответ на действующие патогены [17]. Необходимы дальнейшие исследования, которые помогли бы прояснить механизмы выявленной ассоциации.

В настоящей работе независимых ассоциаций с рядом предполагаемых факторов риска развития ПП выявить не удалось. Среди них, в частности, длительность искусственной вентиляции легких, объем трансфузионной терапии, минимальный послеоперационный уровень гемоглобина, низкая фракция выброса, курение, ХОБЛ, хроническая болезнь почек, избыточный вес, сахарный диабет 2 типа и другие состояния. Полученные результаты не ограничивают значимость, а скорее свидетельствуют об опосредованной роли данных факторов в развитии рассматриваемого осложнения.

Проведенному исследованию присущ ряд ограничений, характерных для регистровых исследований. В качестве ограничений также стоит отметить относительно небольшую численность когорты для оценки частоты изучаемого осложнения, позволя-

ющую выявить лишь наиболее очевидные детерминанты развития ПП.

Заключение

Согласно полученным данным, частота выявления ПП в когорте пациентов с КШ составила 8,7%. Гендерных различий по частоте развития изучаемого осложнения не наблюдалось. Ассоциативными факторами пневмонии в обследованной когорте были — дооперационное число лейкоцитов, длительность ПА и максимальный послеоперационный уровень КФК. По сравнению с изолированным КШ сочетанные операции с риском ПП не ассоциировались. Полученные результаты свидетельствуют о возможной пользе мониторинга отдельных воспалительных маркеров и минимизации времени ПА для прогнозирования и снижения риска развития пневмонии.

Благодарности. Авторы выражают признательность к.м.н. А.А. Бродской и Е.А. Головиной, внесшим вклад в сбор данных, использованных в данной статье.

Отношения и деятельность: все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Литература/References

1. Bockeria LA, Milevskaya EB, Pryashnikov VV, et al. Serdechno-sosudistaya hirurgiya — 2022. Bolezni i vrozhdennye anomalii sistemy krovoobrashcheniya. M.: NMIC SSKH im. A.N. Bakuleva Minzdrava Rossii. 2023. p. 24. (In Russ.) Бокерия Л.А., Милиевская Е.Б., Прянишников В.В. и др. Сердечно-сосудистая хирургия — 2022. Болезни и врожденные аномалии системы кровообращения. М.: НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева Минздрава России, 2023. с. 24. ISBN 978-5-7982-0451-9.
2. Kaveshnikov VS, Kuzmichkina MA, Serebryakova VN. Predictors of long-term outcomes after surgical myocardial revascularization. Rational Pharmacotherapy in Cardiology. 2022; 18(6):710-6. (In Russ.) Кавешников В.С., Кузьмичкина М.А., Серебрякова В.Н. Предикторы отдаленного прогноза у пациентов, перенесших хирургическую реваскуляризацию миокарда. Рациональная фармакотерапия в кардиологии. 2022; 18(6):710-6. doi:10.20996/1819-6446-2022-12-09.
3. Wang D, Lu Y, Sun M, et al. Pneumonia After Cardiovascular Surgery: Incidence, Risk Factors and Interventions. Front Cardiovasc Med. 2022;9:911878. doi:10.3389/fcvm.2022.911878.
4. Nikitina TG, Pelekh DM, Filippkina TYu, et al. Analysis of early postoperative complications after correction of valvular heart defects in the elderly in conditions of artificial circulation. Byulleten' NTSSSKH im. A.N. Bakuleva RAMN "Serdechno-sosudistyye zabolevaniya". 2022;23(6):633-43. (In Russ.) Никитина Т.Г., Пелех Д.М., Филиппкина Т.Ю. и др. Анализ ранних послеоперационных осложнений после коррекции клапанных пороков сердца у пожилых в условиях искусственного кровообращения. Бюллетень НЦССХ им А.Н. Бакулева РАМН "Сердечно-сосудистые заболевания". 2022;23(6):633-43. doi:10.24022/18100694-2022-23-6-633-643.
5. Melly L, Torregrossa G, Lee T, et al. Fifty years of coronary artery bypass grafting. J Thorac Dis. 2018;10(3):1960-7. doi:10.21037/jtd.2018.02.43.
6. Kinlin LM, Kirchner C, Zhang H, et al. Derivation and validation of a clinical prediction rule for nosocomial pneumonia after coronary artery bypass graft surgery. Clin Infect Dis. 2010;50(4):493-501. doi:10.1086/649925.
7. Wang DS, Huang XF, Wang HF, et al. Clinical risk score for postoperative pneumonia following heart valve surgery. Chin Med J (Engl). 2021;134(20):2447-56. doi:10.1097/CM9.0000000000001715.
8. Zhidkova II, Shibanova IA, Ivanov SV, et al. Impact of gender and age on in-hospital outcomes of coronary artery bypass grafting. Atherosclerosis. 2018;14(4):14-24. (In Russ.) Жидкова И.И., Шибанова И.А., Иванов С.В. и др. Влияние гендерных и возрастных факторов на госпитальные результаты коронарного шунтирования. Атеросклероз. 2018;14(4):14-24. doi:10.15372/ATER20180402.
9. Kalashnikova TP, Arsenyeva YuA, Gorchakova MB, et al. Risk factors for the development of nosocomial pneumonia after aortic arch surgery. Complex Issues of Cardiovascular Diseases. 2023; 12(4):62-70. (In Russ.) Калашникова Т.П., Арсеньева Ю.А., Горчакова М.Б. и др. Факторы риска развития нозокомиальной пневмонии при хирургической реконструкции дуги аорты. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2023;12(4):62-70. doi:10.17802/2306-1278-2023-12-4-62-70.
10. Yao R, Liu X, He Y, et al. Low platelet count is a risk factor of postoperative pneumonia in patients with type A acute aortic dissection. J Thorac Dis. 2020;12(5):2333-42. doi:10.21037/jtd.2020.03.84.
11. Wang D, Abuduaini X, Huang X, et al. Development and validation of a risk prediction model for postoperative pneumonia in adult patients undergoing Stanford type A acute aortic dissection surgery: a case control study. J Cardiothorac Surg. 2022; 17(1):22. doi:10.1186/s13019-022-01769-y.
12. Pons S, Sonneville R, Bouadma L, et al. Infectious complications following heart transplantation in the era of high-priority allocation and extracorporeal membrane oxygenation. Ann Intensive Care. 2019;9(1):17. doi:10.1186/s13613-019-0490-2.
13. Kalashnikova TP, Arsenyeva YuA, Gorchakova MB, et al. Perioperative risk factors of nosocomial pneumonia after aortic arch surgery. Russian Journal of cardiology and cardiovascular surgery. 2024;17(4):364-9. (In Russ.) Калашникова Т.П., Арсеньева Ю.А., Горчакова М.Б. и др. Периоперационные факторы риска нозокомиальной пневмонии при различных видах хирургической реконструкции дуги аорты. Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. 2024;17(4):364-9. doi:10.17116/kardio202417041364.
14. Kalashnikova TP, Podoksenov YuK, Kamenshchikov NO, et al. Prevalence and risk factors for hospital-acquired pneumonia after on-pump cardiac surgery. Russian Journal of Cardiology. 2024;29(12):6094. (In Russ.) Калашникова Т.П., Подоксенов Ю.К., Каменщиков Н.О. и др. Распространенность и факторы риска развития нозокомиальной пневмонии после кардиохирургических вмешательств, выполненных в условиях искусственного кровообращения. Российский кардиологический журнал. 2024;29(12):6094. doi:10.15829/15604071-2024-6094.
15. Kravchenko IV, Podoksenov YuK, Tyo MA, et al. Prevention of respiratory complications in patients at risk of adverse respiratory events by perioperative nitric oxide delivery during cardiac surgery under cardiopulmonary bypass: a single-center prospective

randomized study. Circulation Pathology and Cardiac Surgery. 2024;28(3):78-93. (In Russ.) Кравченко И. В., Подоксенов Ю. К., Тё М. А. и др. Профилактика дыхательных осложнений у пациентов с риском неблагоприятных респираторных событий путем периоперационной доставки оксида азота при кардиохирургических операциях в условиях искусственного кровообращения: одноцентровое проспективное рандомизированное исследование. Патология кровообращения и кардиохирургия. 2024;28(3):78-93. doi:10.21688/1681-3472-2024-3-78-93.

16. Kalashnikova TP, Kamenshchikov NO, Podoksenov YuK, et al. High-dose inhaled nitric oxide therapy for nosocomial pneumonia following cardiac surgical procedures. Pulmonologiya. 2025;35(1):61-74. (In Russ.) Калашникова Т. П., Каменщиков Н. О., Подоксенов Ю. К. и др. Высокодозная ингаляционная терапия оксидом азота в лечении нозокомиальной пневмонии, развившейся после кардиохирургических операций. Пульмонология. 2025;35(1):61-74. doi:10.18093/0869-0189-2025-35-1-61-74.
17. Strobel RJ, Liang Q, Zhang M, et al. A Preoperative Risk Model for Postoperative Pneumonia After Coronary Artery Bypass Grafting. Ann Thorac Surg. 2016;102(4):1213-9. doi:10.1016/j.athoracsur.2016.03.074.
18. 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):235-62. doi:10.21037/jtd-20-3586.
19. Jucá FG, Freitas FL, Goncharov M, et al. Difference Between Cardiopulmonary Bypass Time and Aortic Cross-Clamping Time as a Predictor of Complications After Coronary Artery Bypass Grafting. Braz J Cardiovasc Surg. 2024;39(2):e20230104. doi:10.21470/1678-9741-2023-0104.
20. Al-Sarraf N, Thalib L, Hughes A, et al. Cross-clamp time is an independent predictor of mortality and morbidity in low- and high-risk cardiac patients. Int J Surg. 2011;9(1):104-9. doi:10.1016/j.ijsu.2010.10.007.
21. Filsoufi F, Rahmanian PB, Castillo JG, et al. Predictors and early and late outcomes of respiratory failure in contemporary cardiac surgery. Chest. 2008;133(3):713-21. doi:10.1378/chest.07-1028.
22. Kilic A, Ohkuma R, Grimm JC, et al. A novel score to estimate the risk of pneumonia after cardiac surgery. J Thorac Cardiovasc Surg. 2016;151(5):1415-20. doi:10.1016/j.jtcvs.2015.12.049.
23. Mahmood E, Knio ZO, Mahmood F, et al. Preoperative asymptomatic leukocytosis and postoperative outcome in cardiac surgery patients. PLoS. One. 2017;12(9):e0182118. doi:10.1371/journal.pone.0182118.
24. Laffey JG, Boylan JF, Cheng DC. The systemic inflammatory response to cardiac surgery: implications for the anesthesiologist. Anesthesiology. 2002;97(1):215-52. doi:10.1097/00000542-200207000-00030.
25. Hashimoto Y, Futamura A. Association between Leukocyte Count and Age, Body Mass Index, and Lifestyle-related Factors: a Cross-sectional Study in Ningen Dock Examinees. Ningen Dock International. 2016;4(1):39-43. doi:10.11320/ningendockitn.4.1_39.
26. Chan-Yeung M, Abboud R, Buncio AD. Peripheral leucocyte count and longitudinal decline in lung function. Thorax. 1988;43(6):462-6. doi:10.1136/thx.43.6.462.