

Распространенность и факторы риска развития нозокомиальной пневмонии после кардиохирургических вмешательств, выполненных в условиях искусственного кровообращения

Калашникова Т. П., Подоксенов Ю. К., Каменщиков Н. О., Арсеньева Ю. А., Горчакова М. Б., Кравченко И. В., Козулин М. С., Романюк Е. Т., Куницын С. А., Козлов Б. Н., Бощенко А. А.

Цель. Изучить распространенность и факторы риска развития нозокомиальной пневмонии (НП) после кардиохирургических операций, выполненных в условиях искусственного кровообращения (ИК), на современной когорте пациентов.

Материал и методы. Проведен ретроспективный анализ историй болезни пациентов отделения сердечно-сосудистой хирургии, прооперированных в период с 01.01.2022 по 31.12.2022. В исследование последовательно включили 417 пациентов, которым выполнено кардиохирургическое вмешательство в условиях ИК. Оценивали частоту и сроки развития НП. Изучили влияние основных демографических, клинических, периоперационных факторов на риск ее развития.

Результаты. Частота пневмонии в группе за год составила 27,6%, в т.ч. после операции Frozen Elephant Trunk (FET) — 32%, после коронарного шунтирования (КШ) — 29,5%, после сочетанной операции КШ и вмешательства на сердечном клапане 26,2%, изолированной коррекции клапанного порока — 25,9%, после протезирования грудного отдела аорты по методике Hemiarch — 19,5%. Пневмония развивалась на 4,6±2,9 сут. после оперативного вмешательства. Риск развития пневмонии возрастал при наличии фибрилляции предсердий (ФП) до операции (отношение шансов (ОШ) 3,17; 95% доверительный интервал (ДИ): 1,67; 6,02, $p=0,0002$), длительности ИК (ОШ 1,01; 95% ДИ: 1,00; 1,01; $p=0,0006$), пережатия аорты (ОШ 1,01; 95% ДИ: 1,00; 1,01; $p=0,0002$) и искусственной вентиляции легких (ИВЛ) (ОШ 1,03; 95% ДИ: 1,01; 1,05; $p=0,005$). Предикторами развития пневмонии служили длительность ИК ≥ 96 мин (чувствительность 67,7%, специфичность 64,6%, $AUC=0,681$, $p=0,0006$) и ИВЛ ≥ 14 ч (чувствительность 63,1%, специфичность 69,3%, $AUC=0,641$, $p=0,005$), а также наличие ФП до операции (чувствительность 61%, специфичность 75%, $p=0,0002$).

Заключение. ФП до операции, длительность ИК ≥ 96 мин и ИВЛ ≥ 14 ч служат категориальными и количественными предикторами развития НП в послеоперационном периоде у современной когорты пациентов.

Ключевые слова: нозокомиальная пневмония, факторы риска, искусственное кровообращение, пережатие аорты, искусственная вентиляция легких, фибрилляция предсердий.

Отношения и деятельность. Работа выполнена в рамках государственного задания № 1221233000017-3.

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

Калашникова Т.П.* — к.м.н., с.н.с. лаборатории медицины критических состояний, врач клинический фармаколог, ORCID: 0000-0003-2078-4490, Подоксенов Ю.К. — д.м.н., в.н.с. отделения сердечно-сосудистой хирургии,

в.н.с. лаборатории медицины критических состояний, ORCID: 0000-0002-8939-2340, Каменщиков Н.О. — к.м.н., зав. лабораторией медицины критических состояний, врач анестезиолог-реаниматолог, ORCID: 0000-0003-4289-4439, Арсеньева Ю.А. — м.н.с. отделения сердечно-сосудистой хирургии, врач кардиолог кардиохирургического отделения № 1, ORCID: 0000-0001-5143-4296, Горчакова М.Б. — м.н.с. лаборатории медицины критических состояний, ORCID: 0000-0001-5024-4415, Кравченко И.В. — м.н.с. лаборатории медицины критических состояний, врач анестезиолог-реаниматолог, ORCID: 0000-0003-0841-4673, Козулин М.С. — лаборант-исследователь лаборатории медицины критических состояний, врач анестезиолог-реаниматолог, ORCID: 0009-0003-8322-0200, Романюк Е.Т. — студентка лечебного факультета Сибирского государственного медицинского университета, ORCID: 0009-0006-3709-9755, Куницын С.А. — студент медико-биологического факультета Сибирского государственного медицинского университета, ORCID: 0009-0007-0663-7992, Козлов Б.Н. — д.м.н., зав. отделением сердечно-сосудистой хирургии, ведущий научный сотрудник лаборатории медицины критических состояний, ORCID: 0000-0002-0217-7737, Бощенко А.А. — д.м.н., зам. директора по научной работе, ORCID: 0000-0001-6009-0253.

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):
Kalashnikova-t@mail.ru

ДИ — доверительный интервал, ИВЛ — искусственная вентиляция легких, ИК — искусственное кровообращение, КШ — коронарное шунтирование, НП — нозокомиальная пневмония, ОШ — отношение шансов, ФП — фибрилляция предсердий, ФР — факторы риска, FET — frozen elephant trunk ("замороженный хобот слона"), протезирование всей дуги аорты с имплантацией стент-графта в нисходящую аорту, Hemiarch — протезирование дуги аорты по методике "полудуги".

Рукопись получена 14.08.2024

Рецензия получена 07.10.2024

Принята к публикации 25.11.2024



Для цитирования: Калашникова Т.П., Подоксенов Ю.К., Каменщиков Н.О., Арсеньева Ю.А., Горчакова М.Б., Кравченко И.В., Козулин М.С., Романюк Е.Т., Куницын С.А., Козлов Б.Н., Бощенко А.А. Распространенность и факторы риска развития нозокомиальной пневмонии после кардиохирургических вмешательств, выполненных в условиях искусственного кровообращения. *Российский кардиологический журнал*. 2024;29(12):6094. doi: 10.15829/1560-4071-2024-6094. EDN KZZMAV

Prevalence and risk factors for hospital-acquired pneumonia after on-pump cardiac surgery

Kalashnikova T. P., Podoksenov Yu. K., Kamenshchikov N. O., Arsenyeva Yu. A., Gorchakova M. B., Kravchenko I. V., Kozulin M. S., Romanyuk E. T., Kunitsyn S. A., Kozlov B. N., Boshchenko A. A.

Aim. To study the prevalence and risk factors (RF) for hospital-acquired pneumonia (HAP) after on-pump cardiac surgery in a modern cohort of patients.

Material and methods. This retrospective analysis of the medical records of cardiovascular surgery patients, operated on in the period from January 1, 2022 to December 31, 2022. The study consistently included 417 patients who underwent on-pump cardiac surgery. The incidence and timing of HAP development were

assessed. The influence of the main demographic, clinical, and perioperative factors on HAP risk was studied.

Results. The pneumonia prevalence per year was 27,6%, including after the Frozen Elephant Trunk (FET) procedure — 32%, after coronary artery bypass grafting (CABG) — 29,5%, after combined CABG and heart valve surgery — 26,2%, after isolated valve surgery — 25,9%, after thoracic aortic

hemiarth replacement — 19,5%. Pneumonia developed on the 4,6±2,9 day after surgery. The risk of pneumonia increased with atrial fibrillation (AF) before surgery (odds ratio (OR) 3,17; 95% confidence interval (CI): 1,67; 6,02, p=0,0002), on-pump duration (OR 1,01; 95% CI: 1,00; 1,01; p=0,0006), aortic cross-clamping (OR 1,01; 95% CI: 1,00; 1,01; p=0,0002) and mechanical ventilation (OR 1,03; 95% CI: 1,01; 1,05; p=0,005). Pneumonia predictors were on-pump duration ≥96 min (sensitivity 67,7%, specificity 64,6%, AUC=0,681, p=0,0006) and mechanical ventilation ≥14 h (sensitivity 63,1%, specificity 69,3%, AUC=0,641, p=0,005), as well as preoperative AF (sensitivity 61%, specificity 75%, p=0,0002).

Conclusion. Preoperative AF, on-pump duration ≥96 min and mechanical ventilation ≥14 h serve as categorical and quantitative predictors of postoperative HAP in a modern cohort of patients.

Keywords: hospital-acquired pneumonia, risk factors, artificial circulation, aortic cross-clamping, artificial pulmonary ventilation, atrial fibrillation.

Relationships and Activities. The work was carried out within the state assignment № 122123000017-3.

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

Kalashnikova T.P.* ORCID: 0000-0003-2078-4490, Podoksenov Yu. K. ORCID: 0000-0002-8939-2340, Kamenshchikov N. O. ORCID: 0000-0003-4289-4439, Arsenyeva Yu. A. ORCID: 0000-0001-5143-4296, Gorchakova M. B. ORCID: 0000-0001-5024-4415, Kravchenko I. V. ORCID: 0000-0003-0841-4673, Kozulin M. S. ORCID: 0009-0003-8322-0200, Romanyuk E. T. ORCID: 0009-0006-3709-9755, Kunitsyn S. A. ORCID: 0009-0007-0663-7992, Kozlov B. N. ORCID: 0000-0002-0217-7737, Boshchenko A. A. ORCID: 0000-0001-6009-0253.

*Corresponding author:

Kalashnikova-t@mail.ru

Received: 14.08.2024 **Revision Received:** 07.10.2024 **Accepted:** 25.11.2024

For citation: Kalashnikova T.P., Podoksenov Yu. K., Kamenshchikov N. O., Arsenyeva Yu. A., Gorchakova M. B., Kravchenko I. V., Kozulin M. S., Romanyuk E. T., Kunitsyn S. A., Kozlov B. N., Boshchenko A. A. Prevalence and risk factors for hospital-acquired pneumonia after on-pump cardiac surgery. *Russian Journal of Cardiology*. 2024;29(12):6094. doi: 10.15829/1560-4071-2024-6094. EDN KZZMAV

Ключевые моменты

- Нозокомиальная пневмония (НП) является наиболее частым инфекционным осложнением раннего послеоперационного периода у кардиохирургических пациентов.
- Развитие НП сопровождается увеличением рисков неблагоприятного клинического исхода и возрастанием экономических затрат.
- Наиболее значимыми факторами риска развития НП у современной когорты кардиохирургических пациентов являются наличие фибрилляции предсердий до операции, продолжительность искусственного кровообращения ≥96 мин и искусственной вентиляции легких ≥14 ч.

Кардиохирургия является интенсивно развивающейся отраслью современной высокотехнологичной медицины. Качество оказания кардиохирургической помощи неуклонно растет за счет совершенствования хирургической техники, анестезиологического и реанимационного обеспечения, внедрения новых технологий, материалов и лекарственных средств. Несмотря на это, частота осложнений после проведения кардиохирургических операций все еще значительна.

Нозокомиальная пневмония (НП) является наиболее распространенным инфекционным осложнением послеоперационного периода у кардиохирургических пациентов [1-4]. Она развивается в 2-22% случаев после коронарного шунтирования (КШ) и хирургии клапанов [5-7] и у 22-52,5% пациентов после вмешательств на аорте [8-11]. Присоединение НП сопровождается неблагоприятными клиническими исходами, увеличением длительности пребывания больного

Key messages

- Hospital-acquired pneumonia (HAP) is the most common infectious complication of the early post-operative period in cardiac surgery patients.
- HAP development is accompanied by an increase in the risk of an unfavorable clinical outcome and an increase in economic costs.
- The most significant risk factors for HAP in a modern cohort of cardiac surgery patients are pre-operative atrial fibrillation, on-pump duration ≥96 min and artificial ventilation ≥14 hours.

в стационаре и возрастанием медицинских расходов [2, 12], а также сокращением 5-летней выживаемости пациентов примерно вдвое [12]. Это объясняет высокий интерес к изучению вопросов возникновения НП у кардиохирургических пациентов. Однако опубликованные к настоящему времени исследования, посвященные данной проблеме, относятся к периоду до вспышки пандемии новой коронавирусной инфекции. Многие исследователи подчеркивают, что профиль кардиохирургических больных с течением времени меняется [5]: значительная часть пациентов переносит рентгенэндоваскулярные вмешательства и миниинвазивную хирургию, а в разделе открытых вмешательств остались более тяжелые пациенты. Представляется актуальным изучение распространенности и факторов риска (ФР) НП у больных, перенесших операцию в условиях искусственного кровообращения (ИК) в постковидный период.

Материал и методы

Провели ретроспективный анализ историй болезни пациентов отделения сердечно-сосудистой хирур-

Таблица 1

Основные демографические и клинические характеристики пациентов, прооперированных в 2022г

Показатели	n (%)
Мужчины	293 (70,3%)
Женщины	124 (29,7%)
Возраст, лет	62,6±9,5
Рост, см	170,1±9,3
Вес, кг	82,7±16,3
ИМТ, кг/м ²	29,1±5,4
Нормальная масса тела	96 (23%)
Избыточная масса тела	156 (37,4%)
Ожирение 1 степени	107 (25,7%)
Ожирение 2 степени	41 (9,8%)
Ожирение 3 степени	12 (2,9%)
Дефицит массы тела	5 (1,2%)
ФВ ЛЖ, %	57,3±13,2
Число курящих	191 (45,8%)
ФП	83 (19,9%)
ХОБЛ	83 (19,9%)
ИМ	182 (43,6%)
Нарушение углеводного обмена	109 (26,1%)
— СД	37 (8,9%)
— НТГ	72 (17,3%)

Сокращения: ИМ — инфаркт миокарда в анамнезе, ИМТ — индекс массы тела, НТГ — нарушение толерантности к глюкозе, СД — сахарный диабет, ФВ ЛЖ — фракция выброса левого желудочка, ФП — фибрилляция предсердий, ХОБЛ — хроническая обструктивная болезнь легких.

гии, прооперированных в условиях ИК в период с 01.01.2022 по 31.12.2022. Все пациенты в период госпитализации предоставили организации информированное согласие на обработку персональных данных и использование обезличенных медицинских данных для научных исследований. Критериями включения в исследование были: возраст старше 18 лет, оперативное вмешательство в условиях ИК в период госпитализации. Диагноз НП в послеоперационном периоде устанавливали в соответствии с национальными рекомендациями [13]. Критерием исключения был положительный результат мазка на новую коронавирусную инфекцию SARS-CoV-2. В исследование последовательно включили 417 пациентов. Проанализировали данные клинического, лабораторного, инструментального обследования пациентов и основные периоперационные факторы. Среди послеоперационных показателей в анализ включали только предшествовавшие развитию НП. Основные характеристики пациентов, включённых в анализ, представлены в таблице 1.

Статистическую обработку результатов выполняли в программах STATISTICA 10 и IBM SPSS statistics 23. Нормальность распределения количественных показателей проверяли по критерию Шапиро-Уилка (Shapiro-Wilk test). Данные были представлены в виде абсолютных значений и процентов для категориаль-

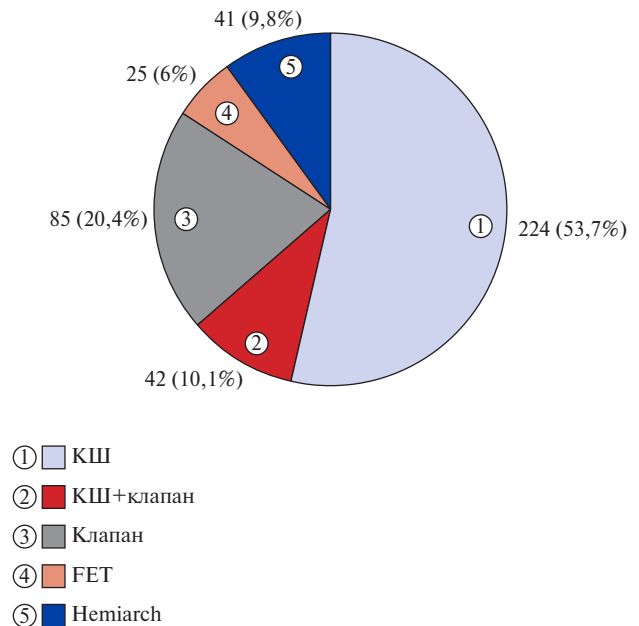


Рис. 1. Виды выполненных оперативных вмешательств с использованием ИК в 2022г.

Сокращения: КШ — коронарное шунтирование, FET — frozen elephant trunk ("замороженный хобот слона"), протезирование всей дуги аорты с имплантацией стент-графта в нисходящую аорту, Hemiarh — протезирование дуги аорты по методике "полудуги".

ных результатов. Если показатели имели нормальное распределение, они описывались средним значением и стандартным отклонением, $M \pm SD$, в противном случае — медианой и межквартильным интервалом, $Me [25; 75]$. Для категориальных переменных сравнение двух групп проводили с помощью критерия хи-квадрат Пирсона. Различия количественных показателей в независимых группах анализировали с помощью критерия Краскела-Уоллиса (Kruskal-Wallis test) для сравнения более двух групп и Манна-Уитни (Mann-Whitney test) для сравнения двух групп. Статистическую связь между явлениями оценивали с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Выявление предикторов развития пневмонии проводили с построением моделей логистических регрессий. Пороговый уровень значимости при проверке гипотез составлял $p=0,05$. Точность предсказания модели оценивали с помощью ROC-анализа. Пороговые значения (cut-off) определяли как точки пересечения кривых чувствительности и специфичности модели.

Результаты

Среди пациентов, прооперированных в условиях ИК, значимо чаще были мужчины пожилого возраста, среднего роста, с избыточной массой тела и сохраненной фракцией выброса левого желудочка (табл. 1). Почти половина из них курила и перенесла в прошлом инфаркт миокарда. Каждый четвертый из прооперированных пациентов имел нарушения угле-

Таблица 2

Основные характеристики пациентов, разделенных на группы по факту наличия НП

Показатели	Пациенты с НП, n=115	Пациенты без НП, n=302	p-значение
Мужчины, n (%)	77 (67%)	216 (71,5%)	0,22
Женщины, n (%)	38 (33%)	86 (28,5%)	
Возраст, лет	61,1±10,2	63,1±9,1	0,09
Рост, см	170,5±8,6	169,8±9,5	0,48
Вес, кг	84,6±16,5	82,0±16,2	1,48
ИМТ, кг/м ²	29,1±5,4	29,0±5,5	0,18
ФВ ЛЖ, %	58,2±12,0	57,0±13,6	0,6
Факт курения, n (%)	67 (58,3%)	124 (41,1%)	0,007
Индекс курения, пачка/лет	25,2±16,3	31,2±16,4	0,008
ФП до операции, n (%)	62 (53,9%)	21 (7%)	0,0003
ХОБЛ, n (%)	25 (21,7%)	58 (19,2%)	0,4
ИМ, n (%)	53 (46,1%)	129 (42,7%)	0,5
Нарушение углеводного обмена, n (%)	24 (20,9%)	85 (28,1%)	0,13
СД, n (%)	17	20	0,28
НТГ, n (%)	7	65	0,83
Вид операции, n (%)			0,13
КШ	66 (57,3%)	158 (52,3%)	
КШ+вмешательство на клапане	11 (9,6%)	63 (20,9%)	
Вмешательство на клапане	22 (19,1%)	31 (10,3%)	
FET	8 (7%)	17 (5,6%)	
Hemiarch	8 (7%)	33 (10,9%)	
ИВЛ, ч, Ме [25; 75]	14 [11,5; 22]	13 [11; 16]	0,046
ИК, мин, Ме [25; 75]	99 [78; 132]	90 [71; 108]	0,005
Пережатие аорты, мин, Ме [25; 75]	63,5 [50; 93]	56 [43; 76]	0,0036
Hb до операции, г/л	134,0±16,0	133,1±18,1	0,7
Ht до операции, %	39,8±5,9	39,8±6,2	1,0
Эритроциты до операции, 10 ¹² /л	5,0±1,1	4,7±1,9	0,4
Hb после операции, г/л	100,4±14,5	103,4±15,6	0,07
Ht после операции, %	28,8±3,9	29,5±4,9	0,07
Эритроциты после операции, 10 ¹² /л	3,5±0,5	4,8±0,9	0,02
Койко-день до операции	6,4±5,7	6,5±4,2	0,5
Койко-день после операции	25,1±12,7	15,9±6,3	0,0001
Общий койко-день	24,5±9,4	22,3±7,4	0,02

Сокращения: ИВЛ — искусственная вентиляция легких, ИК — искусственное кровообращение, ИМ — инфаркт миокарда в анамнезе, ИМТ — индекс массы тела, КШ — коронарное шунтирование, НП — нозокомиальная пневмония, НТГ — нарушение толерантности к глюкозе, СД — сахарный диабет, ФВ ЛЖ — фракция выброса левого желудочка, ФП — фибрилляция предсердий, ХОБЛ — хроническая обструктивная болезнь легких, Hb — гемоглобин, Ht — гематокрит.

водного обмена, каждый пятый страдал хронической обструктивной болезнью легких.

При анализе структуры выполненных оперативных вмешательств с использованием ИК установили, что основную долю составили операции КШ, реже проводили хирургическую коррекцию клапанных пороков. На третьем месте было сочетанное вмешательство КШ с коррекцией клапанного порока (КШ+клапан). Среди всех пациентов с патологией грудной аорты в 41 случае выполнена операция Hemiarch и 25 операций FET (Frozen Elephant Trunk) с различными вариантами реконструкций корня аорты и сочетанных вмешательствах на клапанах и коронарных артериях (рис. 1).

Частота встречаемости НП в целом по группе составила 27,6% (115 человек). Пневмония развивалась в среднем на 4,6±2,9 сут. после оперативного вмеша-

тельства. Число вовлеченных в воспалительный процесс сегментов легких составило 2,0 [2,0; 4,0]. У 64 (55,7%) пациентов пневмония была односторонней, у 51 (44,3%) в патологический процесс были вовлечены оба легких.

Частота НП в группе КШ составила 29,5%, КШ+клапан — 26,2%, при изолированном вмешательстве на клапане — 25,9%, в группе Hemiarch — 19,5%. Наиболее высокая частота НП — 32% — нами отмечена в группе пациентов, перенесших операцию FET, что согласуется с литературными данными [8–10]. При этом у всех пациентов, перенесших операцию FET, течение пневмонии расценивалось как тяжелое, сопровождавшееся дыхательной недостаточностью. У большинства из них (62,5%) в патологический процесс были вовлечены оба легких.

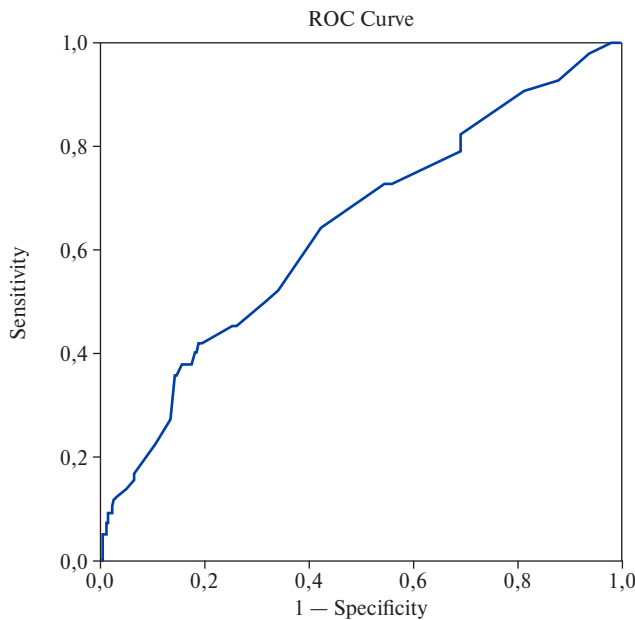


Рис. 2 А. Модель длительности ИВЛ.

Примечание: AUC=0,641, Cut of value=14 ч, чувствительность 63,1%, специфичность 69,3%.

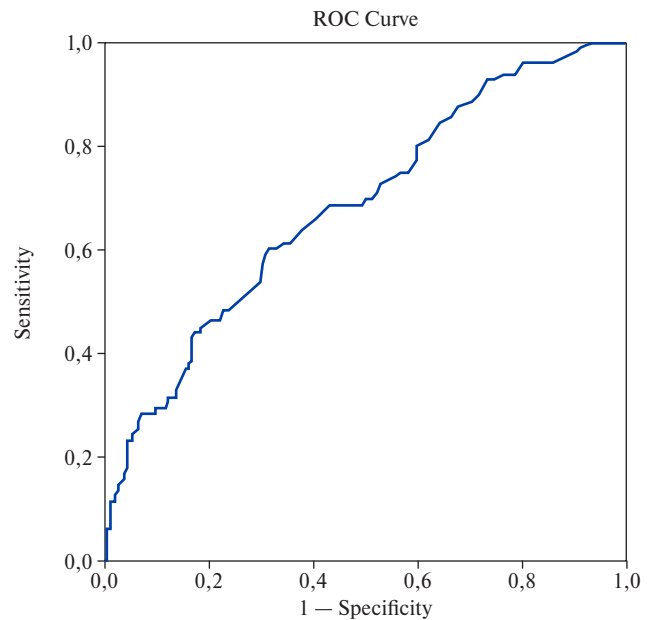


Рис. 2 Б. Модель длительности ИК.

Примечание: AUC=0,681, Cut of value=96 мин, чувствительность 67,7%, специфичность 64,6%.

Таблица 3

Частота НП в группах пациентов с разным количеством ФР

	Общее число, n	НП, n (%)
0 ФР	155	13 (8,4%)
1 ФР	154	33 (21,4%)
2 ФР	97	42 (43,3%)
3 ФР	11	7 (63,6%)

Сокращения: НП — нозокомиальная пневмония, ФР — факторы риска.

Таблица 4

Уровни статистической значимости развития НП между группами с разным количеством ФР

	2 ФР	3 ФР	0 ФР
1 ФР	p=0,0002	p=0,002	p=0,001
2 ФР		p>0,05	p=0,0000
3 ФР			p=0,0000

Сокращения: НП — нозокомиальная пневмония, ФР — факторы риска.

При межгрупповом сравнении пациентов, разделенных по факту наличия или отсутствия НП, мы выявили различия по доли курящих пациентов, индексу курения (причем он был выше у пациентов без пневмонии), наличию любой формы фибрилляции предсердий (ФП) до операции, включая постоянную, пароксизмальную или персистирующую, уровень эритроцитов после операции, длительности ИК, искусственной вентиляции легких (ИВЛ), пережатия аорты (табл. 2). Пациенты с НП в послеоперационном периоде задерживались в стационаре в среднем на 9 дней дольше.

По данным однофакторного логистического регрессионного анализа риск развития НП повышался при наличии ФП до операции (отношение шансов (ОШ) 3,17; 95% доверительный интервал (ДИ): 1,67; 6,02, $p=0,0002$), по мере увеличения длительности пережатия аорты (ОШ 1,01; 95% ДИ: 1,00; 1,01; $p=0,0002$), ИК (ОШ 1,01; 95% ДИ: 1,00; 1,01;

$p=0,0006$) и ИВЛ (ОШ 1,03; 95% ДИ: 1,01; 1,05; $p=0,005$). Наличие ФП служило предиктором развития НП с чувствительностью и специфичностью 61% и 75%, соответственно. Поскольку длительность пережатия аорты коррелировала со временем ИК ($R=0,89$; $p<0,001$), а также учитывая, что многие исследователи подчеркивают значимую роль последнего в развитии НП [4, 6, 9, 10, 14], в дальнейшем в анализ включили только длительность ИК. На основании ROC-анализа в качестве предикторов развития НП определили длительность ИВЛ ≥ 14 ч и ИК ≥ 96 мин (рис. 2).

При проведении многофакторного логистического регрессионного анализа построить модель не удалось. Однако мы проанализировали частоту развития НП в зависимости от наличия и количества выявленных нами предикторов (табл. 3). Выявили прогрессивное возрастание частоты НП по мере увеличения числа предикторов: минимальные значения установлены в подгруппе пациентов без ФР (8,4%),

максимальные (63,6%) — в подгруппе с наличием всех трех ФР одновременно. Различия между подгруппами с отсутствием, наличием одного или двух ФР были значимыми, а появление третьего ФР по отношению к двум уже не достигало уровня статистической значимости (табл. 4).

Обсуждение

Высокая частота НП в группе кардиохирургических пациентов объясняется целым рядом причин. Кардиохирургическое вмешательство представляет собой политравму с нарушением нормальной каркасности и экскурсии грудной клетки, затруднением кашлевого рефлекса, нарушением функционирования мукоцилиарного аппарата и застоем мокроты. При этом основным первичным звеном патогенеза НП является аспирация колонизированного условно-патогенными бактериями собственного секрета ротоглотки пациента [13]. ИК сопровождается гипоперфузией легких, а затем их реперфузионным повреждением, что приводит к выходу альбумина, фибриногена, протеаз в альвеолярное пространство с инактивацией сурфактанта и повреждением альвеолоцитов с развитием ателектазирования, закономерно увеличивающего гипоксемию. Для успешного решения проблемы НП в кардиохирургии необходимо выделение из общей когорты пациентов, находящихся в группе риска по ее развитию. К сожалению, ни одна из предложенных к настоящему времени шкал прогнозирования НП у кардиохирургических пациентов [14] не может в полной мере удовлетворять нашим требованиям ввиду различий изучаемых популяций пациентов. Необходимы локальные исследования ФР НП, актуальные для конкретного учреждения.

Полученные нами результаты согласуются с литературными данными о значимой роли продолжительности ИК [4, 6, 9, 10] и ИВЛ [1, 2, 9, 10] в развитии НП у кардиохирургических пациентов, однако количественные значения этих показателей, способные выступить в качестве предиктора НП, ранее не были предложены. При этом в современной литературе ФП как ФР развития НП упоминается лишь у пациентов, оперированных по поводу рака легкого [15]. Мы предполагаем, что наиболее обоснованным механизмом, связывающим наличие ФП и развитие пневмонии, по всей вероятности, следует считать

послеоперационную дисфункцию миокарда у этих пациентов, приводящую к расстройству кровообращения в малом круге. По данным литературы шансы развития НП повышались в 1,6-2,2 раза при систолической дисфункции, сердечной недостаточности IV функционального класса, потребности в расширенной инотропной поддержке, внутриаортальной баллонной контрпульсации [2, 3].

В исследуемой нами когорте пациентов нарушение углеводного обмена не выступило в качестве предиктора развития НП, вопреки мнению ряда авторов, подчеркивающих его роль [2, 10]. Мы объясняем это тем, что в настоящее время кардиохирургические вмешательства проводятся в большинстве случаев в плановом порядке, пациенты в дооперационном периоде получают современную терапию сахарного диабета с достижением целевых уровней гликированного гемоглобина, обязательно определяемого перед операцией. В послеоперационном периоде у таких больных осуществляется тщательный контроль уровня гликемии с ее коррекцией инсулином короткого действия в случае необходимости. Ряд других описанных в литературе предикторов НП после операции на сердце не были идентифицированы как независимые ФР в нашем анализе, в частности индекс массы тела [5, 7, 10], хроническая обструктивная болезнь легких [1, 3, 5, 6, 8, 10, 14], хроническая болезнь почек и курение [5, 7, 14], возраст [5], возможно, из-за достаточно однородной когорты пациентов.

На основании выявленных нами ФР пневмонии логично вытекают и меры ее профилактики: как можно более ранняя экстубация пациента, совершенствование хирургической техники с сокращением времени ИК и пережатия аорты.

Заключение

Риск возникновения пневмонии в послеоперационном периоде у пациентов, оперированных в условиях ИК, возрастает по мере увеличения времени ИК и ИВЛ и сопряжен с наличием ФП до операции. ФП до операции, длительность ИК ≥ 96 мин и ИВЛ ≥ 14 ч служат категориальными и количественными предикторами развития НП в послеоперационном периоде.

Отношения и деятельность. Работа выполнена в рамках государственного задания № 122123000017-3.

Литература/References

1. Sergevin VI, Kudryavtseva LG, Lazarkov PV. Artificial ventilation as a risk factor causing hospital-acquired pneumonia (HAP) in patients treated in the intensive care unit of a cardiac surgery hospital. *Health Risk Analysis*. 2022;1:97-103. (In Russ.) Сергеев В.И., Кудрявцева Л.Г., Лазарков П.В. Искусственная вентиляция легких как фактор риска развития внутрибольничной пневмонии у пациентов отделения анестезиологии и реанимации кардиохирургического стационара. Анализ риска здоровью. 2022;1:97-103. doi:10.21668/health.risk/2022.1.11.
2. 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.
3. Strobel RJ, Harrington SD, Hill C, et al. Evaluating the Impact of Pneumonia Prevention Recommendations After Cardiac Surgery. *Ann Thorac Surg*. 2020;110(3):903-10. doi:10.1016/j.athoracsur.2019.12.053.
4. de la Varga-Martínez O, Gómez-Sánchez E, Muñoz MF, et al. Impact of nosocomial infections on patient mortality following cardiac surgery. *J Clin Anesth*. 2021;69:110104. doi:10.1016/j.jclinane.2020.110104.
5. 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.
6. 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. *The Bulletin of Bakoulev Center. Cardiovascular Diseases*. 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. Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень Научного центра сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева РАМН. 2022;23(6):633-43. doi:10.24022/1810-0694-2022-23-6-633-643.
7. 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.
8. 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.
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. 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.
11. Axelrod BA, Dymova OV, Gubko AV, et al. Assessing the significance of some biomarkers in perioperative period after thoracic aortic reconstruction. *Russian Journal of Cardiology*. 2023;28(2S):5314. (In Russ.) Аксельрод Б.А., Дымова О.В., Губко А.В. и др. Определение значимости ряда биомаркеров в периоперационном периоде при реконструктивных вмешательствах на грудном отделе аорты. Российский кардиологический журнал. 2023;28(2S):5314. doi:10.15829/1560-4071-2023-5314.
12. Churchill LJ, Tronstad O, Mandrusiak AM, et al. The role of lung ultrasound for detecting atelectasis, consolidation, and/or pneumonia in the adult cardiac surgery population: A scoping review of the literature. *Aust Crit Care*. 2024;37(1):193-201. doi:10.1016/j.aucc.2023.08.002.
13. Nosocomial pneumonia in adults. Russian national recommendations. Ed. acad. RAS Gelfanda B.R.: Publishing house "Medical Information Agency", 2016. 176 p. (In Russ.) Нозокомиальные пневмонии у взрослых. Российские национальные рекомендации. Под ред. акад. РАН Гельфанда Б.Р.: Издательство "Медицинское информационное агентство", 2016. 176 с. ISBN: 978-5-9986-0284-9.
14. 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):2351-62. doi:10.21037/jtd-20-3586.
15. Simonsen DF, Søgaard M, Bozi I, et al. Risk factors for postoperative pneumonia after lung cancer surgery and impact of pneumonia on survival. *Respir Med*. 2015;109(10):1340-6. doi:10.1016/j.rmed.2015.07.008.