

УДК 616.12-089:616-036.2

<https://doi.org/10.23946/2500-0764-2023-8-4-73-84>

ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИНФЕКЦИЙ, СВЯЗАННЫХ С ОКАЗАНИЕМ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ, В КАРДИОХИРУРГИИ

САДОВНИКОВ Е. Е.*¹, ПОЦЕЛУЕВ Н. Ю.³, БАРБАРАШ О. Л.², БРУСИНА Е. Б.¹¹ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Кемерово, Россия²ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», г. Кемерово, Россия³ФГБОУ ВО «Алтайский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Барнаул, Россия

Резюме

Цель. Оценка интенсивности и особенностей проявлений эпидемического процесса инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи (ИСМП) в кардиохирургическом стационаре для реализации риск-ориентированной стратегии профилактики.

Материалы и методы. Выполнено описательное сплошное ретроспективное эпидемиологическое исследование эпидемического процесса ИСМП с 2018 по 2022 гг. у пациентов крупного кардиохирургического стационара (n = 6179). Во всех случаях были рассчитаны стратифицированные показатели. Для отображения неизвестных взаимосвязей и составления прогноза выполнен спектральный анализ Фурье с последующим использованием технологии искусственного интеллекта – нейронных сетей.

Результаты. Средний показатель частоты ИСМП за 5-летний период составил 4,22 на 1000 пациенто-дней. В многолетней динамике наблюдалась выраженная тенденция к снижению. Частота ИСМП при операциях в условиях искусственного кровообращения (ИК) была в 3 раза выше, чем без ИК (4,68 и 1,51 на 1000 пациенто-дней соответственно). Анализом Фурье были выявлены повторяющиеся каждые 10,

20, 30 циклов подъема ИСМП. Цикличность ИСМП в наблюдаемом стационаре обусловлена доминирующей *Klebsiella pneumoniae*. Для других возбудителей такой цикличности выявлено не было. Технология нейросетевого моделирования не выявила нейросетей, пригодных для описания прогноза. *Klebsiella pneumoniae* проявляла свойства, типичные для госпитальной популяции и обусловила 35,49% всех случаев ИСМП, обладала в 74,45% случаев мультирезистентностью к антибиотикам, при этом более половины штаммов имели расширенную резистентность, а 10,21% были панрезистентны. Высокую эпидемическую активность проявлял и *Acinetobacter baumannii*, который вызывал почти пятую часть всех случаев ИСМП, хотя его характеристики резистентности к антимикробным препаратам были менее выражены, чем у *Klebsiella pneumoniae*.

Заключение. Эпидемиологическая характеристика эпидемического процесса ИСМП относится к обязательным компонентам идентификации риска. Выявленные особенности динамики эпидемического процесса ИСМП в кардиохирургическом стационаре, групп и времени риска, структуры и характеристик микробиоты должны быть учтены в системе риск-менеджмента ИСМП.

Для цитирования:

Садовников Е.Е., Поцелуев Н.Ю., Брусина Е.Б., Барбараш О.Л. Эпидемиологические особенности инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, в кардиохирургии. *Фундаментальная и клиническая медицина*. 2023;8(4): 73-84. <https://doi.org/10.23946/2500-0764-2023-8-4-73-84>

*Корреспонденцию адресовать:

Садовников Евгений Евгеньевич, 650056, Россия, г. Кемерово, ул. Ворошилова, д. 22а, E-mail: evsadvov1@gmail.com
© Садовников Е.Е. и др.

Ключевые слова: инфекции, связанные с оказанием медицинской помощи; кардиохирургия; эпидемиологическое описательное исследование; *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, резистентность к антибиотикам, группы риска.

Конфликт интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования

Собственные средства.

ORIGINAL RESEARCH

HEALTHCARE-ASSOCIATED INFECTIONS IN CARDIAC SURGERY: EPIDEMIOLOGICAL FEATURES

EVGENY E. SADOVNIKOV^{1*}, NIKOLAY YU. POTSELUEV³, OLGA L. BARBARASH², ELENA B. BRUSINA¹

¹Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russian Federation

²Altai State Medical University, Barnaul, Russian Federation

³Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases, Kemerovo, Russian Federation

English ▶

Abstract

Aim. To identify the epidemiological features of HAIs in all patients admitted for surgery from 2018 to 2022. in a cardiac surgery hospital for the implementation of a risk-based prevention strategy.

Materials and Methods. A descriptive retrospective epidemiological study of the HAI epidemic process was performed from 2018 to 2022. in patients of a large cardiac surgery hospital (n = 6179). Stratified indicators were calculated. To display unknown relationships and make a forecast, Fourier spectral analysis was performed, followed by the use of artificial intelligence technology - neural networks. The STATISTICA Automated Neural Networks (SANN) tool was used, as well as the StatTech v. 3.0.5.

Results. The average rate of HAIs incidence over a 5-year period was 4.22 per 1000 patient days. We revealed decreasing trend of HAIs. Incidence of HCAI cardiopulmonary bypass surgery (CBS) was 3 times higher than without CBS (4.68 and 1.51 per 1000 patient-days, respectively). Fourier analysis revealed 10, 20, 30 cyclicity due to the dominant *Klebsiella pneumoniae* without the same time-series for other pathogens. The technology of neural network modeling did not reveal neural networks suitable

for describing the forecast. *Klebsiella pneumoniae* showed properties typical of the hospital population and caused 35.49% of all cases of HAIs, had multi-drug resistance to antibiotics in 74.45% of cases, with more than half of the strains having extended resistance, and 10.21% were pan-resistant. *Acinetobacter baumannii* also showed high epidemic activity, causing almost a fifth of all cases of HAIs, although its antimicrobial resistance characteristics were less pronounced than those of *Klebsiella pneumoniae*.

Conclusion. The epidemiological characteristics of the epidemic process of HCAI is one of the mandatory components of risk identification. The identified features of the dynamics of the epidemic process of HCAI in a cardiac surgery hospital, risk groups and time, the structure and characteristics of the microbiota should be taken into account in the HCAI risk management system.

Keywords: healthcare-associated infections; Heart surgery; Epidemiological description study, *Klebsiella pneumoniae*; *Acinetobacter baumannii*; antibiotic resistance, risk groups.

Conflict of Interest

None declared.

Financing

There was no funding for this project.

For citation:

Evgeny E. Sadovnikov, Nikolay Yu. Potseluev, Elena B. Brusina, Olga L. Barbarash. Current approaches to modeling of epidemic process of non-polio Enterovirus infections. *Fundamental and Clinical Medicine*. (In Russ.). 2023;8(4): 73-84. <https://doi.org/10.23946/2500-0764-2023-8-4-73-84>

*Corresponding author:

Dr. Evgeny E. Sadovnikov, 22a, Voroshilova Street, Kemerovo, 650056, Russian Federation, E-mail: evsadov1@gmail.com

© Evgeny E. Sadovnikov, et al.

Введение

Болезни системы кровообращения (БСК) занимают лидирующую позицию в структуре заболеваемости в Российской Федерации и часто требуют хирургического вмешательства [1]. В последние 20 лет число операций в условиях искусственного кровообращения увеличилось в 3,7 раза при двукратном росте числа клиник, в которых проводятся открытые вмешательства на сердце и сосудах [2]. Высокая частота коморбидности у пациентов, агрессия медицинского вмешательства, нарушение внешних и внутренних физиологических барьеров организма определяют высокий риск инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи (ИСМП) [3]. Анализ публикаций свидетельствует о высокой частоте ИСМП после операций на сердце и сосудах, выполняемых в условиях искусственного кровообращения (ИК), однако сравнение этих показателей, как правило, некорректно из-за разных подходов к их расчету [4–7]. Как известно, в мире нет ни одного медицинского учреждения, свободного от риска присоединения ИСМП. При этом эпидемический процесс в значительной степени зависит от локальных условий, особенностей применяемых медицинских технологий, реализуемых программ профилактики. Одним из таких подходов к профилактике ИСМП являются риск-ориентированные технологии. Управление риском в качестве обязательного этапа предполагает его идентификацию, выявление особенностей проявлений эпидемического процесса ИСМП, групп и времени риска [8].

Цель исследования

Оценка интенсивности и особенностей проявлений эпидемического процесса ИСМП в кардиохирургическом стационаре для реализации риск-ориентированной стратегии профилактики.

Материалы и методы

Выполнено описательное сплошное ретроспективное эпидемиологическое исследование эпидемического процесса ИСМП с 2018 по 2022 гг. Всего в исследование включено 6179 пациентов, оперированных по поводу заболеваний сердечно-сосудистой системы. Из них взрослых – 5340 человек (мужчин –

3612, женщин – 1728), детей – 839 (мальчиков – 431, девочек – 408). Для унификации подходов к анализу частоты ИСМП были использованы стандартные эпидемиологические определения случая ИСМП. В исследование включены инфекции области хирургического вмешательства, поствентиляционные инфекции дыхательных путей, посткатетеризационные инфекции кровотока и мочевыводящих путей. Ограничения: не включались случаи заболевания COVID-19. За период наблюдения у 271 пациента было зарегистрировано 350 случаев ИСМП, из них у взрослых – 290 случаев ИСМП (инфекций области хирургического вмешательства (ИОХВ) – 79, вентилятор-ассоциированных пневмоний (ВАП) – 131, катетер-ассоциированных инфекций кровотока (КАИК) – 30, катетер-ассоциированных инфекций мочевыводящих путей (КАИМП) – 50), у детей – 60 случаев ИСМП (ИОХВ – 8, ВАП – 31, КАИК – 6, КАИМП – 15). Во всех случаях были рассчитаны стратифицированные показатели (частота ИСМП на 1000 пациенто-дней; частота ВАП на 1000 часов ИВЛ; частота КАИК на 1000 дней катетеризации; частота КАИМП на 1000 дней катетеризации). Исследование проводилось в крупном кардиологическом центре. Формирование базы данных проводилось в Microsoft Excel 2016 (Microsoft). Статистическая обработка материала осуществлялась с использованием пакета статистических программ Statistica версии 10.0.1011.0 (StatSoft) и GraphPad Prism версии 8.0.2 (GraphPad Software). Количественные данные проверяли на нормальность распределения с использованием одновыборочного критерия Колмогорова-Смирнова. В случае распределения, отличного от нормального, для выявления статистических различий двух независимых выборок использовали непараметрическую статистику в виде U-критерия Mann-Whitney. Для анализа различий качественных (бинарных) данных использовали χ^2 критерий согласия Pearson с поправкой Yates. Для отображения неизвестных взаимосвязей и изучения цикличности, составления прогноза использовали спектральный анализ Фурье с последующим использованием технологии искусственного интеллекта – нейронных сетей (STATISTICA Automated Neural Networks (SANN), а также программа StatTech v. 3.0.5).

Таблица 1.
Частота ИСМП
в наблюдаемом
стационаре
(2018-2022гг.), %.

Table 1.
Incidence of
healthcare-associated
infection (HAI) types
(2018-2022), %.

№ п/п	Вид ИСМП/ Type of HAI	Число случаев/ Cases number	Средний показатель, %/ Average indicator, %	Min-Max	p
1	ИСМП все виды/ HAI, all types	350	4,22*	1,25–9,30	0,0001
2	ВАП/ Ventilator- associated pneumonia (VAP)	162	2,24**	0,49–6,90	0,0001
3.	ИОХВ/ Surgical site infection (SSI)	87	14,08***	5,37–24,65	0,0002
4.	КАИК/ Central line bloodstream infection (CLABSI)	36	1,04****	0,12–2,78	0,0002
5	КАИМП/ Catheter- associated urinary tract infections (CAUTI)	65	4,30****	0,35–13,20	0,0001

Примечание: *частота на 1000 пациенто-дней;
** частота на 1000 часов ИВЛ;
*** частота на 1000 операций;
****частота на 1000 дней катетеризации.

Note: *rate per 1000 patient days;
** rate per 1000 hours of mechanical ventilation;
*** rate per 1000 operations;
****rate per 1000 days of catheterization.

Результаты

Средний показатель частоты ИСМП за 5-летний период (2018-2022г.) составил 4,22 на 1000 пациенто-дней. Частота инфекций области хирургического вмешательства (ИОХВ), вентилятор-ассоциированных пневмоний (ВАП), катетер-ассоциированных инфекций кровотока (КАИК), катетер-ассоциированных инфекций мочевыводящих путей (КАИМП) представлена в **таблице 1**.

В многолетней динамике (2018-2022 гг.) наблюдалась выраженная тенденция к снижению частоты ИСМП (темп снижения 27%, $p < 0,0001$) и отдельных ее видов (**рисунок 1**). Показатели частоты ИСМП в течение 5-летнего периода отличались в 7,4 раза с максимумом показателя 9,30 ‰ в 2019 году. Характер кривой инцидентности ВАП, КАИК и КАИМП не отличался от таковой для ИСМП, однако показатели КАИК, ВАП и КАИМП по годам отличались в 16,3, 16,04 и 37,7 раза соответственно ($p < 0,0002$, $p < 0,0001$, $p < 0,0001$). Кривая заболеваемости ИОХВ двугорбая, с подъемами в 2019 и 2021 годах. Различие частоты ИОХВ по годам было меньше выражено: максимальные и минимальные значения показателей различались 3,2 раза ($p < 0,0002$).

Во внутригодовой динамике частота ИСМП выше среднего уровня отмечалась в феврале (94,38%), июне (18,74%), июле (14,70%), августе (30,62%). Рост ИСМП в феврале обусловлен КАИМП, преимущественно вызванными *Klebsiella pneumoniae*, и в меньшей сте-

пени ИОХВ и КАИК. Второй подъем с июня по август связан с ВАП, обусловленных *Acinetobacter baumannii* и *Klebsiella pneumoniae* (**рисунок 2**).

У детей ИСМП присоединялись чаще, чем у взрослых. Частота ИСМП у взрослых составила 4,06‰, у детей – 5,24‰, $p = 0,0450$. Максимальный показатель как у взрослых, так и у детей наблюдался в 2019 году, однако у детей был в 1,75 раза выше ($p = 0,04$). В многолетней динамике наблюдались одинаково выраженные тенденции к снижению, у детей Т сниж 50% ($p < 0,0001$) и у взрослых –Т сниж 37% ($p < 0,0001$) соответственно (**таблица 2**).

Частота ИСМП при операциях в условиях искусственного кровообращения была в 3 раза выше, чем при проведении операций без подключения к аппарату искусственного кровообращения (ОШ = 3,11 ДИ 95% [1,95 – 5,031], $p = 0,0001$), **таблица 3**.

Наиболее часто ИСМП присоединялись после проведения комбинированных оперативных вмешательств (8,08 на 1 тыс. пациенто-дней, ОШ = 2,01 ДИ 95% [1,57–2,57], $p = 0,0001$). Частота ИСМП при операциях на клапанном аппарате и при врожденных пороках сердца составила 5,64 и 5,33 на 1 тыс. пациенто-дней ($p = 0,0005$ и $0,0180$ соответственно), **таблица 4**.

Анализом Фурье были выявлены повторяющиеся каждые 10, 20, 30 циклов подъемы ИСМП. Цикличность ИСМП в наблюдаемом стационаре обусловлена доминирующей

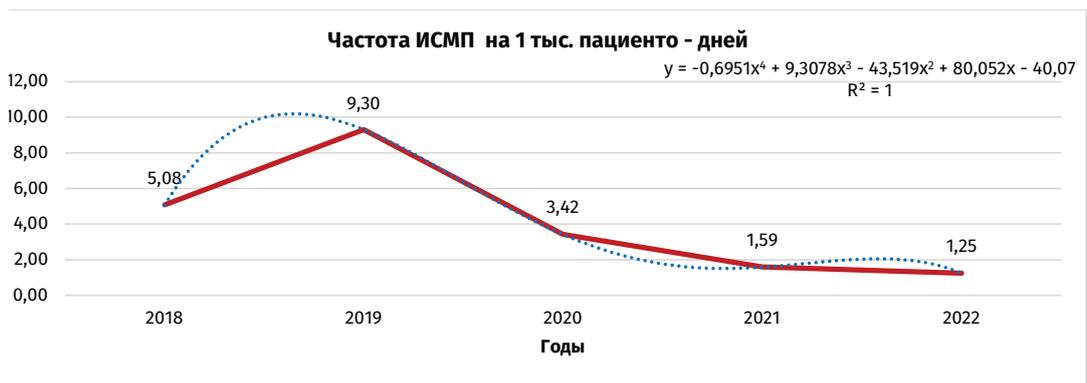
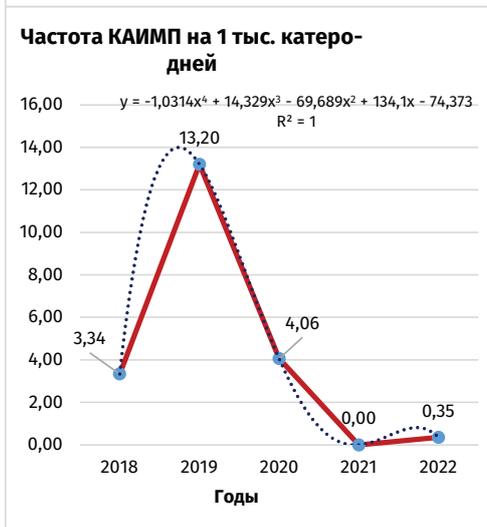
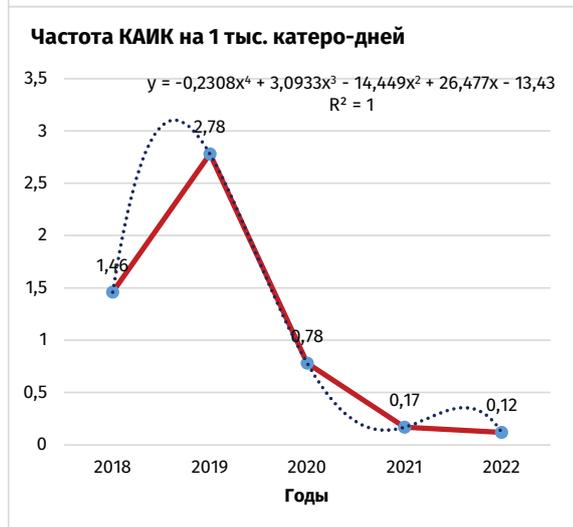
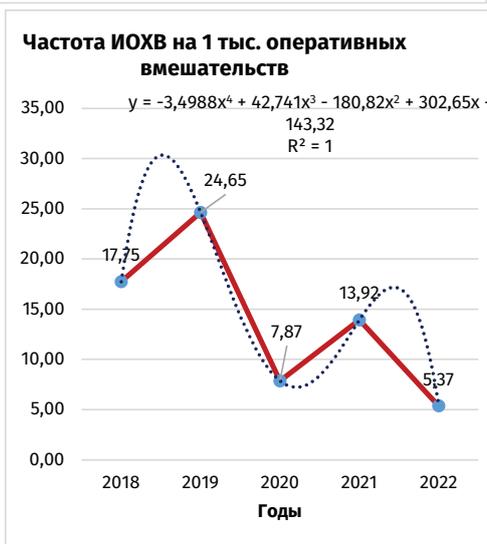
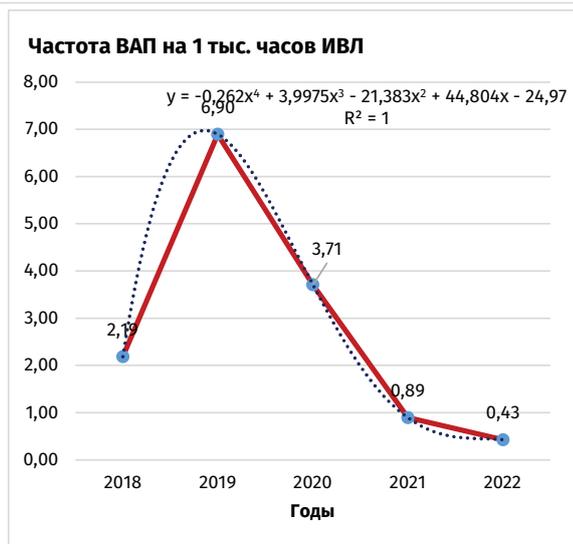


Рисунок 1. Динамика ИСМП в наблюдаемом кардиохирургическом стационаре (2018-2022гг.).

Figure 1. Trend of HAI in the observed cardiosurgical hospital (2018-2022). participants.



Klebsiella pneumoniae. Для других возбудителей такой цикличности выявлено не было (рисунок 3). Технология нейросетевого моделирования не выявила нейросетей, пригодных для описания прогноза.

В структуре возбудителей ИСМП (n = 386), выделенных от пациентов кардиохирургического профиля, доминировали *Klebsiella pneumoniae* и *Acinetobacter baumannii*, доли которых составили 35,49% и 18,39% соответственно (рисунок 4).

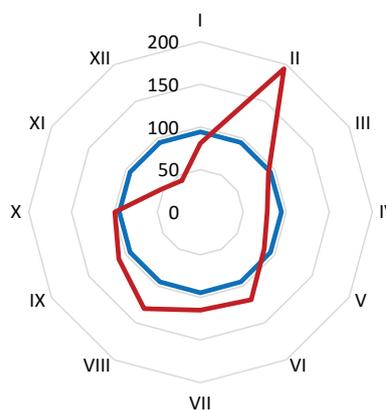


Рисунок 2. Внутригодовая динамика ИСМП в наблюдаемом кардиохирургическом стационаре (2018 – 2022 гг.).

Figure 2. Seasonal subseries plot of HAI in the observed cardiosurgical hospital (2018 - 2022)..

Таблица 2.
Частота ИСМП у детей и взрослых в наблюдаемом стационаре (2018-2022гг.), ‰

Table 2.
Incidence of healthcare-associated infection (HAI) types in children and adults (2018-2022)

№ п/п	Вид ИСМП Type of HAI	Взрослые/ Adults		Дети/ Children		p
		Число случаев Cases number	Average indicator, ‰	Число случаев Cases number	Average indicator, ‰	
1	ИСМП все виды/ HAI, all types	290	4,06*	60	5,24*	0,0439
2	ВАП/ VAP	131	2,07**	31	3,46**	0,0364
3.	ИОХВ/ SSI	79	14,79***	8	9,54***	0,2294
4.	КАИК/ CLABSI	30	0,90****	6	1,52****	0,5875
5	КАИМП/ CAUTI	50	4,05****	15	5,41****	0,0246

Примечание: *частота на 1000 пациенто-дней;

** частота на 1000 часов ИВЛ;

*** частота на 1000 операций;

****частота на 1000 дней катетеризации.

Note: *rate per 1000 patient days;

** rate per 1000 hours of mechanical ventilation;

*** rate per 1000 operations;

****rate per 1000 days of catheterization.

Однако при ИСМП различной локализации доминирующие возбудители и их многолетняя динамика отличались (рисунки 5). ИОХВ чаще всего вызывали *Klebsiella pneumoniae* и *Staphylococcus aureus* (356,32 и 218,38 на 1000 оперированных пациентов с ИСМП соответственно). В динамике наблюдалось снижение частоты клебсиеллезных в 2,5 раза ($p < 0,0001$) и четырехкратный рост стафилококковых (*Staphylococcus aureus*) инфекций. ВАП преимущественно вызывали *Klebsiella pneumoniae* и

Acinetobacter baumannii, *Pseudomonas aeruginosa* (10,35, 11,87 и 14,75 на 1000 часов ИВЛ у пациентов с ИСМП) частота которых в динамике снизилась в 2 раза ($p < 0,0001$), *Pseudomonas aeruginosa* (4,51 на 1000 часов катетеризации ИВЛ у пациентов с ИСМП) преобладала как возбудитель и при КАИК, однако частыми возбудителями КАИК были и *Acinetobacter baumannii*, и *Staphylococcus aureus* (3,55 и 3,28 на 1000 часов катетеризации пациентов с ИСМП). На фоне доминирующей *Escherichia coli* (7,28 на 1000 часов катетеризации

Таблица 3.
Частота ИСМП у детей и взрослых в наблюдаемом стационаре (2018-2022гг.), ‰

Table 3.
Incidence of healthcare-associated infection (HAI) types in children and adults (2018-2022)

Тип операции/Type of operation	Количество пациенто – дней/ Patient days	Число случаев ИСМП	Частота ИСМП на 1 тыс. пациенто – дней/ rate per 1000 patient days	P
Операция в условиях ИК CPB surgery	70959	332	4,68	0,0001
Операция без ИК No CPB technique	11934	18	1,51	0,0001

Таблица 4.
Частота ИСМП у детей и взрослых в наблюдаемом стационаре (2018-2022гг.), ‰

Table 4.
Incidence of healthcare-associated infection (HAI) types in children and adults (2018-2022)

Вид оперативного вмешательства//Type of operation	Пациенто-дней/ rate per 1000 patient days	Число случаев ИСМП Cases number of HAIs	Частота ИСМП на 1 тыс. пациенто – дней/ rate per 1000 patient days	P
Коронарное шунтирование/ Coronary artery bypass surgery	36349	116	3,19	0,0001
Операция на клапанном аппарате/ Heart valve surgery	9215	52	5,64	0,0005
Операция при врожденных пороках сердца/ Surgery for congenital heart defects	12568	67	5,33	0,0180
Комбинированная операция/ Combined heart surgery	10768	87	8,08	0,0001

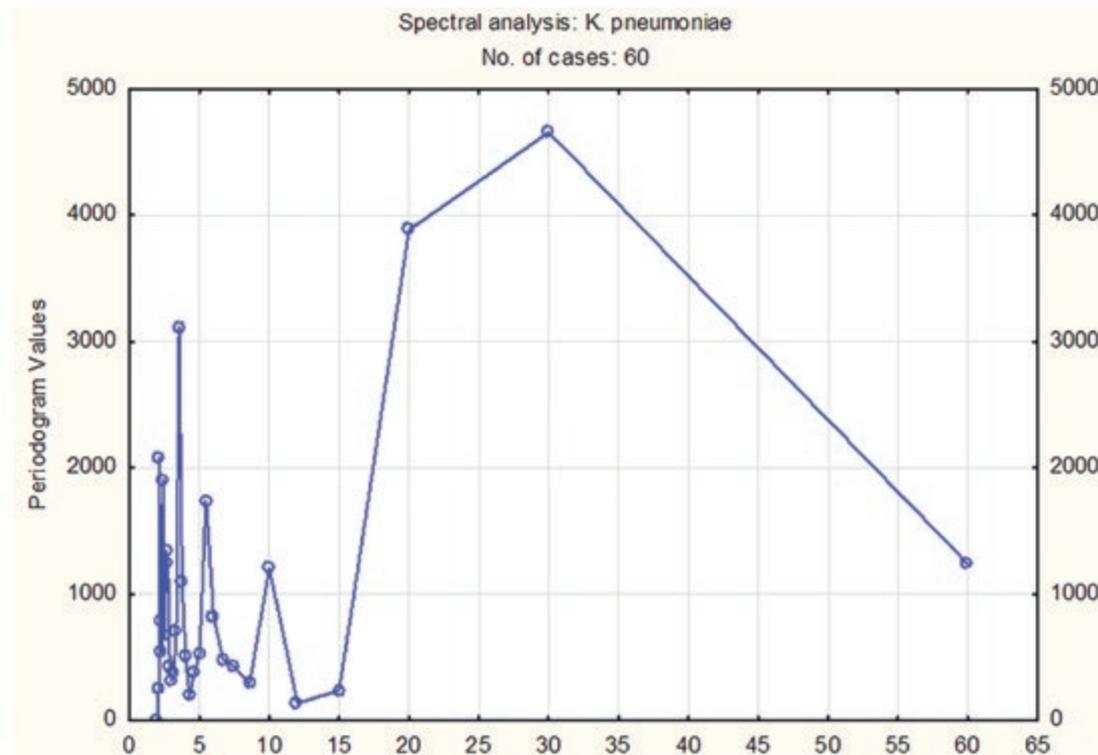


Рисунок 3.
Диаграмма Фурье.

Figure 3.
Fourier diagram

пациентов с ИСМП) при КАИМП с частотой 6,96, 5,95 и 5,95 на 1000 часов катетеризации пациентов с ИСМП соответственно инфекции вызывали *Enterococcus faecium*, *Klebsiella pneumoniae* и *Acinetobacter baumannii*. При всех локализациях в динамике наблюдался рост частоты инфекций, вызванных *Staphylococcus aureus*, активность в эпидемическом процессе других возбудителей в динамике снижалась.

На рисунках 6–9 представлена доля резистентных к различным антибиотикам штаммов веду-

щих возбудителей ИСМП в наблюдаемом стационаре, в том числе мультирезистентных (MDR) микроорганизмов, возбудителей с расширенным спектром резистентности к антибиотикам (XDR) и панрезистентных штаммов (PDR).

Мультирезистентные штаммы *Klebsiella pneumoniae* составили 74,45%, расширенным спектром резистентности обладали 56,93%, доля панрезистентных составила 8,11%.

Доля мультирезистентных штаммов *Acinetobacter baumannii* – 38,08%, XDR –

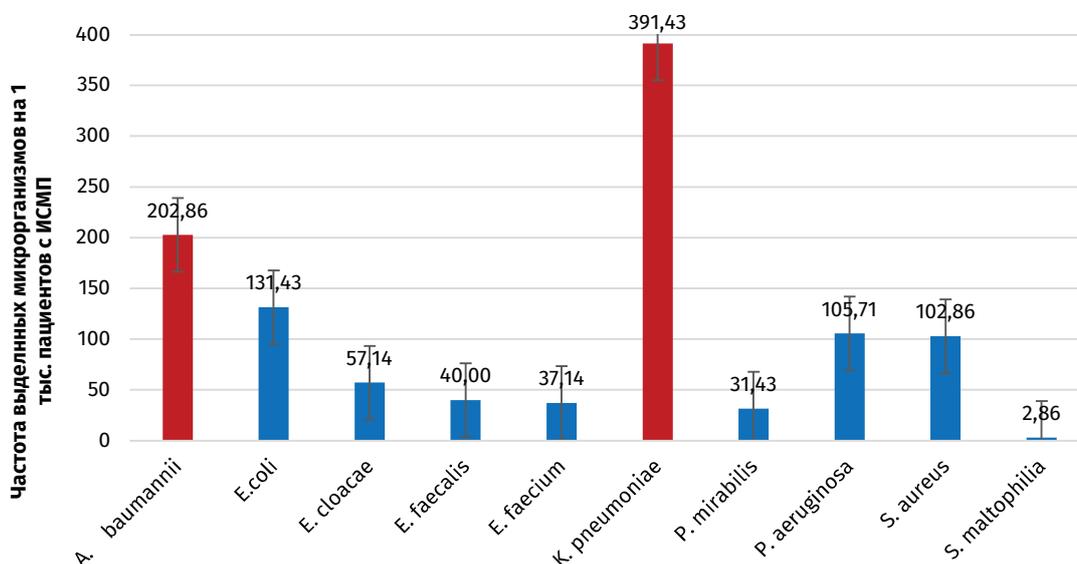
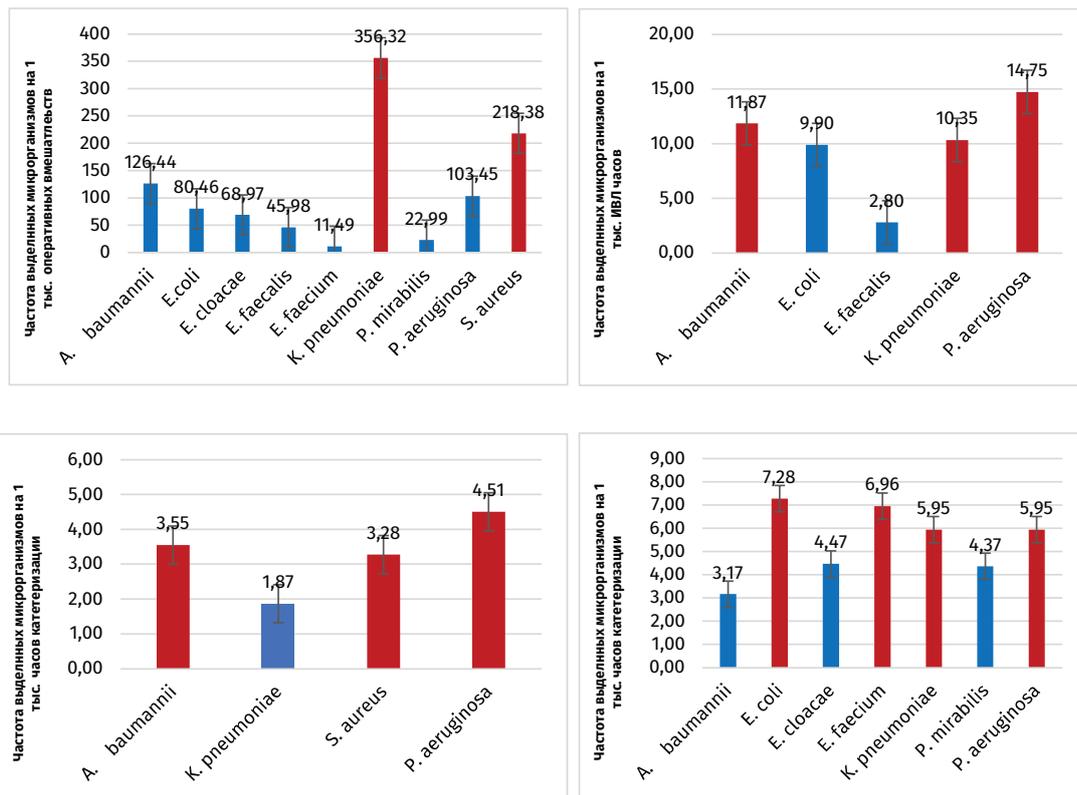


Рисунок 4.
Частота выделенных микроорганизмов у пациентов с ИСМП за 2018 – 2022 гг.

Figure 4.
incidence of HAIs pathogens in patients affected for 2018 – 2022.

Рисунок 5. Частота выделенных микроорганизмов у пациентов с различной локализацией ИСМП за 2018 – 2022 гг.

Figure 5. Incidence of different types of HAIs pathogen in patients affected for 2018 – 2022.



32,39%, PDR – 10,21%.

Среди штаммов *Pseudomonas aeruginosa* доля мультирезистентных – 32,43%, XDR – 27,03%, PDR – 2,82%.

Доля чувствительных форм *Staphylococcus aureus* составила 52,78%, среди выделенных штаммов доля мультирезистентных – 13,89%.

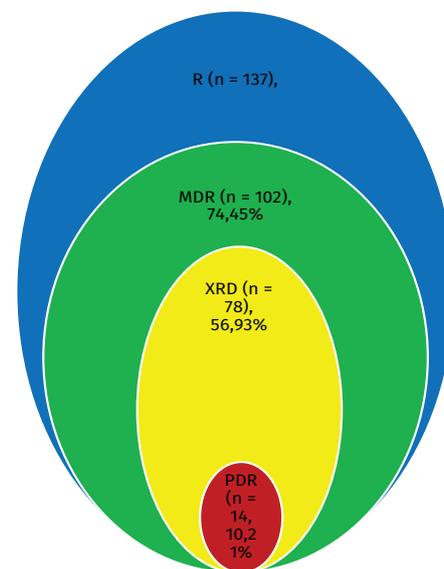
Обсуждение

Выявленная нами интенсивность проявлений эпидемического процесса ИСМП в наблюдае-

мой кардиохирургической клинике соответствует данным других авторов, проводивших исследования в различных регионах мира [4-7]. Как и другие исследователи, мы отдаем предпочтение расчету частоты ИСМП на 1000 пациенто-дней [9,10]. Этот стратифицированный показатель имеет преимущество перед другими, поскольку учитывает время риска и пригоден для расчета прямых медицинских затрат, связанных с ИСМП. Выявленное снижение проявлений эпидемического процесса ИСМП, по нашему мне-

Рисунок 6. Частота выделенных микроорганизмов у пациентов с различной локализацией ИСМП за 2018 – 2022 гг.

Figure 6. Antimicrobial resistance of *Klebsiella pneumoniae*.



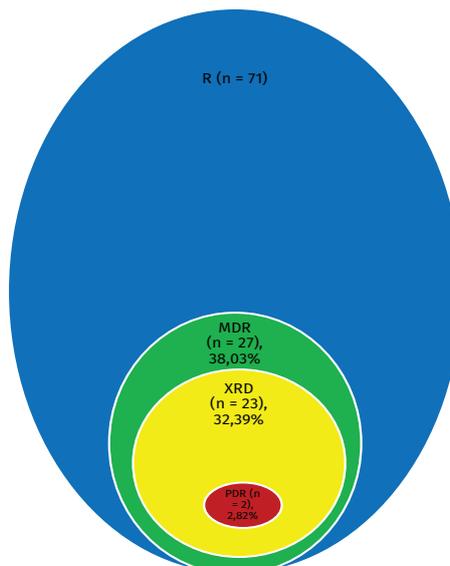
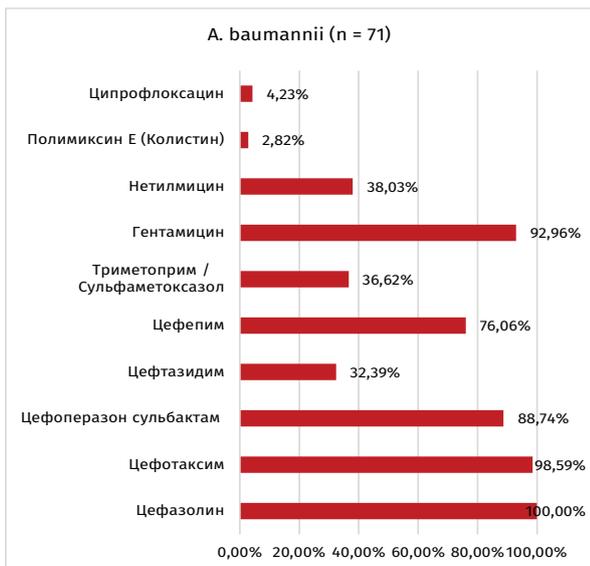


Рисунок 7. Резистентность к антимикробным препаратам штаммов *A. baumannii*.

Figure 7. Antimicrobial resistance of *Acinetobacter baumannii*.

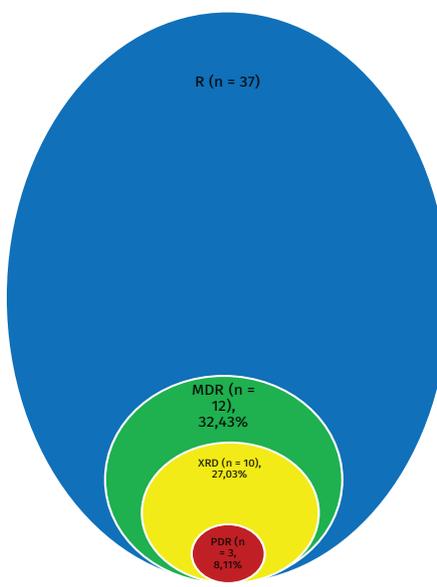
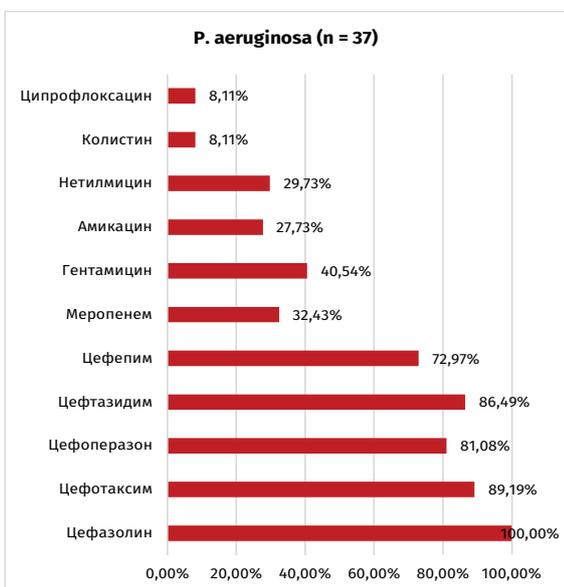


Рисунок 8. Резистентность к антимикробным препаратам штаммов *Pseudomonas aeruginosa*.

Figure 8. Antimicrobial resistance of *Pseudomonas aeruginosa*.

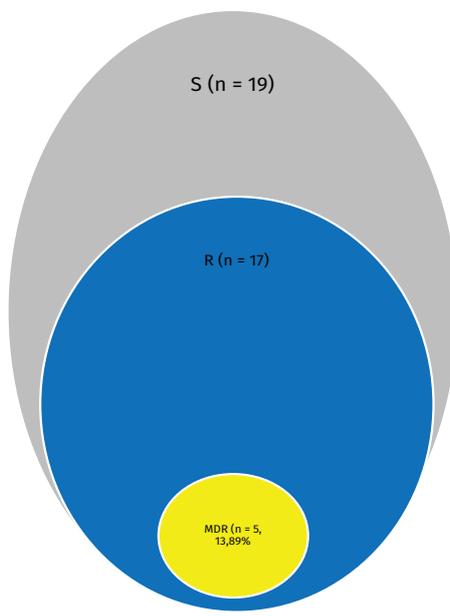
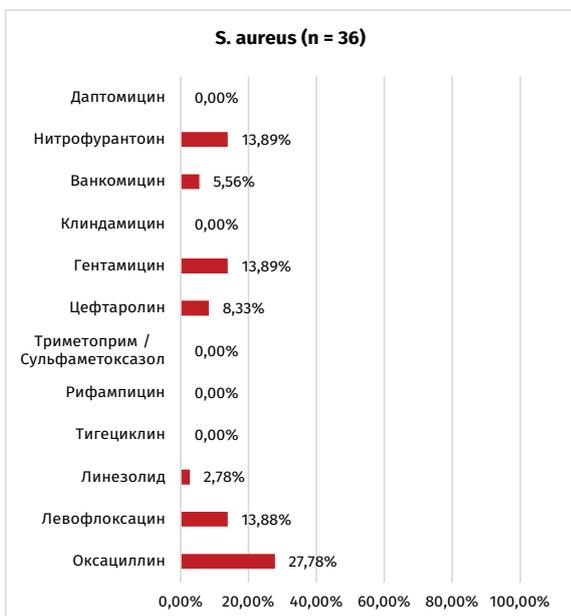


Рисунок 9. Резистентность к антимикробным препаратам штаммов *S. aureus*.

Figure 9. Antimicrobial resistance of *Staphylococcus aureus*.

нию, обусловлено с одной стороны, системой мониторинга риска ИСМП, проводимыми мероприятиями по его минимизации с последующими аудитами, с другой – ограничительными мерами, действовавшими в период пандемии COVID-19.

В стационарах подобного типа риск формирования и распространения госпитальных клонов микроорганизмов максимально высок [8]. В нашем случае доминирующий возбудитель *Klebsiella pneumoniae* обусловил 35,49% всех случаев ИСМП, обладал в 74,45% случаев мультирезистентностью к антибиотикам, при этом более половины штаммов имели расширенную резистентность, а 10,21% были панрезистентны. Высокую эпидемическую активность проявлял и *Acinetobacter baumannii*, который обусловил почти пятую часть всех случаев ИСМП, хотя его характеристики резистентности к антимикробным препаратам были менее выражены, чем у *Klebsiella pneumoniae*. Безусловно, ограничительные антиковидные меры способствовали снижению скорости обмена этими микроорганизмами между пациентами, риска колонизации и соответственно риска ИСМП.

Известно, что в стационарах, оказывающих высокотехнологичную медицинскую помощь, нежелательные инфекционные последствия оперативного лечения обусловлены чаще всего ESKAPE патогенами (*Enterococcus faecius*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter species*). Эта закономерность сохраняется в течение нескольких последних десятилетий [11-14]. Интересно, что в нашем исследовании наряду с *Klebsiella pneumoniae* ИОХВ часто были обусловлены *Staphylococcus aureus*, как правило чувствительными к антибиотикам. Известно, что в периоды эпидемий острых респираторных инфекций носительство *Staphylococcus aureus* в носоглотке персонала возрастает [15]. И хотя массивность и продолжительность такого носительства не бывают длительными, вероятно, этого достаточно для возрастания роли этого возбудителя в инфицировании хирургической раны и развития ИОХВ.

В эпидемическом процессе ИСМП сезонность отсутствует, поскольку нет влияния природного фактора. Однако локальные условия организации медицинской помощи могут определять время более высокого риска ИСМП [8]. В нашем наблюдении выявлена цикличность эпидемического процесса, определяемая *Klebsiella*

pneumoniae, что подтверждает ее принадлежность к госпитальной популяции. Другие возбудители не имели циклических закономерностей циркуляции.

У детей частота присоединения инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, по данным российских и зарубежных авторов выше, чем у взрослых пациентов, поступающих на оперативное вмешательство по поводу болезней системы кровообращения, что также отражено в нашем исследовании. Более высокая частота ИСМП, по мнению А.С. Набиевой с соавт., может быть обусловлена несовершенством иммунной системы, наличием генетических дефектов, патологическим индексом массы тела, а также факторами внутрибольничного пребывания в кардиохирургическом отделении [9,16].

Пациенты после кардиохирургических вмешательств имеют более высокий риск присоединения КАИК и КАИМП [16,18,19], что нашло подтверждение и в нашем исследовании. В системе риск-менеджмента ИСМП должно быть уделено внимание применению технологий с высокой степенью защиты от инфекций и надежностью мер обеспечения эпидемиологической безопасности оказания медицинской помощи при уходе за катетерами и работе с инфузионными/трансфузионными системами.

Комбинированные оперативные вмешательства на сердце и операции в условиях искусственного кровообращения сопровождались более высоким риском присоединения ИСМП, что подтверждается и многочисленными исследованиями других авторов [18–21]. В системе профилактики помимо стандартных мер предосторожности и мер, учитывающих локальные особенности условий оказания медицинской помощи в кардиохирургическом стационаре, эта группа высокого риска ИСМП требует организации мониторинга и персонализации превентивных мер.

Заключение

Эпидемиологическая характеристика эпидемического процесса ИСМП относится к обязательным компонентам идентификации риска. Выявленные особенности динамики эпидемического процесса ИСМП в кардиохирургическом стационаре, групп и времени риска, структуры и характеристик микробиоты должны быть учтены в системе риск-менеджмента ИСМП.

Литература:

1. Калининская А.А., Лазарев А.В., Васильева Т.П., Кизеев М.В., Рассоха Д.В. Медико-социальная характеристика и оценка качества жизни пациентов с заболеваниями системы кровообращения. *Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины*. 2021;29(3):456-461. <http://doi.org/10.32687/0869-866X-2021-29-3-456-461>
2. Бокерия Л.А. Современные тенденции развития сердечно-сосудистой хирургии (20 лет спустя). *Анналы хирургии*. 2016;1-2:10-18. <https://doi.org/10.18821/1560-9502-2016-21-1-10-18>
3. Брусина Е.Б., Ковалишена О.В., Цигельник А.М. Инфекции, связанные с оказанием медицинской помощи в хирургии: тенденции и перспективы профилактики. *Эпидемиология и Вакцинопрофилактика*. 2017;16(4):73-80. <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2017-16-4-73-80>
4. Miller P.E., Guha A., Khera R., Chouairi F., Ahmad T., Nasir K., Addison D., Desai N.R. National Trends in Healthcare-Associated Infections for Five Common Cardiovascular Conditions. *Am. J. Cardiol.* 2019;124(7):1140-1148. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2019.06.029>
5. Ferreira G.B., Donadello J.C.S., Mulinari L.A. Healthcare-Associated Infections in a Cardiac Surgery Service in Brazil. *Braz. J. Cardiovasc. Surg.* 2020;35(5):614-618. <https://doi.org/10.21470/1678-9741-2019-0284>
6. Liu Z., Zhang X., Zhai Q. Clinical investigation of nosocomial infections in adult patients after cardiac surgery. *Medicine (Baltimore)*. 2021;100(4):e24162. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000024162>
7. Massart N., Mansour A., Ross J.T., Piau C., Verhoye J.P., Tattevin P., Nessler N. Mortality due to hospital-acquired infection after cardiac surgery. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2022;163(6):2131-2140.e3. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2020.08.094>
8. Брусина Е.Б., Зуева Л.П., Ковалишена О.В., Стасенко В.Л., Фельдблюм И.В., Брико Н.И., Акимкин В.Г. Инфекции, связанные с оказанием медицинской помощи: современная доктрина профилактики Часть 2. Основные положения. *Эпидемиология и Вакцинопрофилактика*. 2018;17(6):4-10. <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2018-17-4-10>
9. Набиева А.С., Асланов Б.И., Шилохвостова Е.М., Малашенко А.А., Забродская А.К. Эпидемиологическая характеристика инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, в детской кардиохирургии. *Профилактическая и клиническая медицина*. 2022;3(84):36-41. https://doi.org/10.47843/2074-9120_2022_3_36
10. Bianco A., Capano M.S., Mascaro V., Pileggi C., Pavia M. Prospective surveillance of healthcare-associated infections and patterns of antimicrobial resistance of pathogens in an Italian intensive care unit. *Antimicrob. Resist. Infect. Control.* 2018;7:48. <https://doi.org/10.1186/s13756-018-0337-x>
11. Mulani M.S., Kamble E.E., Kumkar S.N., Tawre M.S., Pardesi K.R. Emerging Strategies to Combat ESKAPE Pathogens in the Era of Antimicrobial Resistance: A Review. *Front. Microbiol.* 2019;10:539. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00539>
12. Назарчук А.А., Фаустова М.А., Колодий С.А. Микробиологическая характеристика инфекционных осложнений, актуальные аспекты их профилактики и лечения у хирургических пациентов. *Новости хирургии*. 2019;27(3):318-327. <https://doi.org/10.18484/2305-0047.2019.3.318>
13. Касатов А.В., Горовиц Э.С. Видовое разнообразие и биологические свойства доминантных видов возбудителей постстернотомических инфекционных осложнений в кардиохирургии. *Пермский медицинский журнал*. 2020;37(6):33-41. <https://doi.org/10.17816/pmj37633-41>
14. Касатов А.В., Горовиц Э.С. Значение различных этиопатогенов в развитии инфекционных осложнений после кардиохирургических вмешательств через стерильный доступ. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова*. 2022;181(5):78-82. <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2022-181-5-78-82>
15. Laux C., Peschel A., Krismer B. *Staphylococcus aureus* Colonization of the Human Nose and Interaction with Other Microbiome Members. *Microbiol. Spectr.* 2019;7(2). <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.GPP3-0029-2018>
16. Набиева А.С., Асланов Б.И., Тимченко В.Н., Пономарев Н.А. Эпидемиологические особенности инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи в детской кардиохирургии. *Журнал инфектологии*. 2021;13(3):102-106. <https://doi.org/10.22625/2072-6732-2021-13-3-102-106>
17. Eldridge N., Wang Y., Metersky M., Eckenrode S., Mathew J., Sonnenfeld N., Perdue-Puli J., Hunt D., Brady P.J., McGann P., Grace E., Rodrick D., Drye E., Krumholz H.M. Trends in Adverse Event Rates in Hospitalized Patients, 2010-2019. *JAMA*. 2022;328(2):173-183. <https://doi.org/10.1001/jama.2022.9600>
18. Renes Carreño E., Escribá Bárcena A., Catalán González M., Álvarez Lema F., Palomar Martínez M., Nuviols Casals X., Jaén Herreros F., Montejo González J.C. Study of risk factors for healthcare-associated infections in acute cardiac patients using categorical principal component analysis (CATPCA). *Sci. Rep.* 2022;12(1):28. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-03970-w>
19. Ferreira G.B., Donadello J.C.S., Mulinari L.A. Healthcare-Associated Infections in a Cardiac Surgery Service in Brazil. *Braz. J. Cardiovasc. Surg.* 2020;35(5):614-618. <https://doi.org/10.21470/1678-9741-2019-0284>
20. Puro V., Coppola N., Frasca A., Gentile I., Luzzaro F., Peghetti A., Sganga G. Pillars for prevention and control of healthcare-associated infections: an Italian expert opinion statement. *Antimicrob. Resist. Infect. Control.* 2022;11(1):87. <https://doi.org/10.1186/s13756-022-01125-8>
21. Степин А.В. Влияние некоторых интраоперационных факторов на возникновение инфекционных осложнений в кардиохирургии. *Уральский медицинский журнал*. 2021;20(1):36-43. <https://doi.org/10.52420/2071-5943-2021-20-1-36-43>

References:

1. Kalininskaya AA, Lazarev AV, Vasil'eva TP, Kizeev MV, Rassoha DV. The medical social characteristics and evaluation of life quality of patients with diseases of blood circulation system. The problems of social hygiene, public health and history of medicine. 2021;29(3):456-461. (In Russ). <http://doi.org/10.32687/0869-866X-2021-29-3-456-461>
2. Bockeria L.A. Modern trends in the development of cardiovascular surgery. *Annals of Surgery (Russia)*. 2016;1-2:10-18 (in Russ). <https://doi.org/10.18821/1560-9502-2016-21-1-10-18>
3. Brusina EB, Kovalishena OV, Tsigelnik AM. Healthcare-Associated Infections: Trends and Prevention Prospectives. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2017;16(4):73-80. (In Russ). <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2017-16-4-73-80>
4. Miller PE, Guha A, Khera R, Chouairi F, Ahmad T, Nasir K, Addison D, Desai NR. National Trends in Healthcare-Associated Infections for Five Common Cardiovascular Conditions. *A. J Cardiol.* 2019;124(7):1140-1148. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2019.06.029>
5. Ferreira GB, Donadello JCS, Mulinari LA. Healthcare-Associated Infections in a Cardiac Surgery Service in Brazil. *Braz. J. Cardiovasc. Surg.* 2020;35(5):614-618. <https://doi.org/10.21470/1678-9741-2019-0284>
6. Liu Z, Zhang X, Zhai Q. Clinical investigation of nosocomial infections in adult patients after cardiac surgery. *Medicine (Baltimore)*. 2021;100(4):e24162. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000024162>
7. Massart N, Mansour A, Ross JT, Piau C, Verhoye JP, Tattevin P, Nessler N. Mortality due to hospital-acquired infection after cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2022;163(6):2131-2140.e3. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2020.08.094>
8. Brusina EB, Zuyeva LP, Kovalishena OV, Stasenko VL, Feldblum IV, Briko NI, Akimkin VG. Healthcare-Associated Infections: Modern Doctrine of Prophylaxis. Part II. Basic Concept. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2018;17(6):4-10. (In Russ). <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2018-17-4-10>
9. Nabieva AS, Aslanov B, Shilohvostova EM, Malashenko AA, Zabrodskaya AK. Epidemiological characteristics of healthcare associated infections in pediatric cardiac surgery. *Preventive and clinical medicine*. 2022;3(84):36-41. (In Russ). https://doi.org/10.47843/2074-9120_2022_3_36
10. Bianco A, Capano MS, Mascaro V, Pileggi C, Pavia M. Prospective

- surveillance of healthcare-associated infections and patterns of antimicrobial resistance of pathogens in an Italian intensive care unit. *Antimicrob Resist Infect Control* 2018;7:48. <https://doi.org/10.1186/s13756-018-0337-x>
11. Mulani MS, Kamble EE, Kumkar SN, Tawre MS, Pardesi KR. Emerging Strategies to Combat ESKAPE Pathogens in the Era of Antimicrobial Resistance: A Review. *Front Microbiol.* 2019;10:539. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00539>
 12. Nazarchuk OA, Faustova MO, Kolodii SA. Microbiological characteristics of infectious complications, actual aspects of their prevention and treatment in surgical patients. *Novosti Khirurgii. Surgery news.* 2019;27(3):318-327. (In Russ). <https://doi.org/10.18484/2305-0047.2019.3.318>
 13. Kasatov AV, Gorovits ES. Species diversity and biological properties of dominant species of causative agents of poststernotomy infectious complications in cardiac surgery. *Perm medical journal.* 2020;37(6):33-41. (In Russ). <https://doi.org/10.17816/pmj37633-41>
 14. Kasatov AV, Gorowitz ES. The value of various etiopathogens in the development of infectious complications after cardiac surgery with sternal access. *Grekov's Bulletin of Surgery.* 2022;181(5):78-82. (In Russ). <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2022-181-5-78-82>
 15. Laux C, Peschel A, Krismer B. Staphylococcus aureus Colonization of the Human Nose and Interaction with Other Microbiome Members. *Microbiol Spectr.* 2019;7(2). <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.GPP3-0029-2018>.
 16. Nabieva AS, Aslanov BI, Timchenko VN, Ponomarev NA. Epidemiological features of healthcare associated infections in pediatric cardiac surgery. *Journal Infectology.* 2021;13(3):102-106. (In Russ.) <https://doi.org/10.22625/2072-6732-2021-13-3-102-106>
 17. Eldridge N, Wang Y, Metersky M, Eckenrode S, Mathew J, Sonnenfeld N, Perdue-Puli J, Hunt D, Brady PJ, McGann P, Grace E, Rodrick D, Drye E, Krumholz HM. Trends in Adverse Event Rates in Hospitalized Patients, 2010-2019. *JAMA.* 2022;328(2):173-183. <https://doi.org/10.1001/jama.2022.9600>
 18. Renes Carreño E, Escribá Bárcena A, Catalán González M, Álvarez Lerma F, Palomar Martínez M, Nuvials Casals X, Jaén Herreros F, Montejo González JC. Study of risk factors for healthcare-associated infections in acute cardiac patients using categorical principal component analysis (CATPCA). *Sci Rep.* 2022;12(1):28. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-03970-w>
 19. Ferreira GB, Donadello JCS, Mulinari LA. Healthcare-Associated Infections in a Cardiac Surgery Service in Brazil. *Braz J Cardiovasc Surg.* 2020;35(5):614-618. <https://doi.org/10.21470/1678-9741-2019-0284>
 20. Puro V, Coppola N, Frasca A, Gentile I, Luzzaro F, Peghetti A, Sganga G. Pillars for prevention and control of healthcare-associated infections: an Italian expert opinion statement. *Antimicrob Resist Infect Control.* 2022;11(1):87. <https://doi.org/10.1186/s13756-022-01125-8>
 21. Stepin AV. Impact of some intraoperative factors on wound infection in cardiac surgery. *Ural'skiy meditsinskiy zhurnal.* 2021;20(1):36-43. (In Russ). <https://doi.org/10.52420/2071-5943-2021-20-1-36-43>.

Сведения об авторах

Садовников Евгений Евгеньевич, аспирант кафедры эпидемиологии, инфекционных болезней и дерматовенерологии ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (650056, Россия, г. Кемерово, ул. Ворошилова, д. 22а).

Вклад в статью: сбор и статистическая обработка материала, написание статьи.

ORCID: 0000-0002-4335-0962

Поцелуев Николай Юрьевич, кандидат медицинских наук, доцент кафедры гигиены и основ экологии человека ФГБОУ ВО «Алтайский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (656038, Россия, г. Барнаул, пр. Ленина, д. 40).

Вклад в статью: статистическая обработка материала, написание статьи.

ORCID: 0000-0002-9733-5039

Барбараш Ольга Леонидовна, доктор медицинских наук, профессор, академик РАН, директор ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний» Министерство науки и высшего образования Российской Федерации (650002, г. Кемерово, Сосновый б-р, 6).

Вклад в статью: разработка концепции, координация выполнения работы.

ORCID: 0000-0002-4642-3610

Брусина Елена Борисовна, доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, заведующая кафедрой эпидемиологии, инфекционных болезней и дерматовенерологии ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, (650056, Россия, г. Кемерово, ул. Ворошилова, д. 22а).

Вклад в статью: разработка концепции и дизайна исследования, координация выполнения работы, анализ результатов.

ORCID: 0000-0002-8616-3227

Статья поступила: 14.08.2023 г.

Принята в печать: 30.11.2023 г.

Контент доступен под лицензией CC BY 4.0.

Authors

Dr. Evgeny E. Sadovnikov, MD, PhD Student, Department of Epidemiology, Infectious Diseases, Dermatology and Venereology, Kemerovo State Medical University (22a, Voroshilova Street, Kemerovo, 650056, Russian Federation).

Contribution: collected the data; performed the data analysis; wrote manuscript.

ORCID: 0000-0002-4335-0962

Dr. Nikolay Y. Potseluev, MD, PhD, Associate Professor, Department of Hygiene and Human Ecology, Altay State Medical University (40, Lenina Prospekt, Barnaul, Altai Territory, 656038, Russian Federation).

Contribution: performed the data analysis; wrote manuscript.

ORCID: 0000-0002-9733-5039

Prof. Olga L. Barbarash, MD, DSc, Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases, Director (6, Sosnoviy boul. Kemerovo, 650002, Russian Federation).

Contribution: conceived and designed the study; performed the data analysis.

ORCID: 0000-0002-4642-3610

Prof. Elena B. Brusina, MD, DSc, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor, Head of the Department of Epidemiology, Infectious Diseases, Dermatology and Venereology, Kemerovo State Medical University (22a, Voroshilova Street, Kemerovo, 650056, Russian Federation).

Contribution: conceived and designed the study; performed the data analysis.

ORCID: 0000-0002-8616-3227

Received: 14.08.2023

Accepted: 30.11. 2023

Creative Commons Attribution CC BY 4.0.