

© CC BY А. В. Касатов, Э. С. Горовиц, 2022
 УДК [616.12-089-06 : 616.9]-02-092
 DOI: 10.24884/0042-4625-2022-181-5-78-82

ЗНАЧЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ЭТИОПАТОГЕНОВ В РАЗВИТИИ ИНФЕКЦИОННЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ ПОСЛЕ КАРДИОХИРУРГИЧЕСКИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ ЧЕРЕЗ СТЕРНАЛЬНЫЙ ДОСТУП

А. В. Касатов*, Э. С. Горовиц

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
 «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е. А. Вагнера»
 Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Пермь, Россия

Поступила в редакцию 18.10.2021 г.; принята к печати 28.12.2022 г.

Обсуждаются данные литературы о роли различных микроорганизмов в этиологии инфекционно-воспалительных осложнений (ИВО) при постстернотомических кардиохирургических вмешательствах. Их возбудителями может быть широкий спектр грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов, представителей различных таксонов. Доминируют грамположительные бактерии, в частности бактерии рода *Staphylococcus*. На долю *S. aureus* и *S. epidermidis* приходится до 60–70 % всех случаев ИВО, причем штаммы *S. aureus*, как правило, обуславливают более тяжелые клинические формы заболевания (стерномедиастинит). Из грамотрицательных бактерий преобладают представители семейства *Enterobacteriaceae* и неферментирующие бактерии, среди последних *P. aeruginosa*, которые обычно вызывают развитие стерномедиастинита. В последние годы в качестве этиопатогенов все чаще выступают антибиотикорезистентные штаммы, метициллинрезистентные стафилококки и грамотрицательные бактерии, продуцирующие бета-лактамазы.

Ключевые слова: кардиохирургия, инфекционные осложнения, этиопатоген

Для цитирования: Касатов А. В., Горовиц Э. С. Значение различных этиопатогенов в развитии инфекционных осложнений после кардиохирургических вмешательств через стернальный доступ. *Вестник хирургии имени И. И. Грекова*. 2022;181(5):78–82. DOI: 10.24884/0042-4625-2022-181-5-78-82.

* **Автор для связи:** Анатолий Владимирович Касатов, ФГБОУ ВО ПГМУ им. акад. Е. А. Вагнера, 614000, Россия, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 26. E-mail: a.kasatov@gmail.com.

THE VALUE OF VARIOUS ETIOPATHOGENS IN THE DEVELOPMENT OF INFECTIOUS COMPLICATIONS AFTER CARDIAC SURGERY WITH STERNAL ACCESS

Anatolii V. Kasatov*, Eduard S. Gorowitz

Perm State Medical University named after Academician E. A. Wagner, Perm, Russia

Received 18.10.2022; accepted 28.12.2022

The literature data on the role of various microorganisms in the etiology of infectious and inflammatory complications in poststernotomic cardiac surgery are discussed. Their pathogens can be a wide range of gram-positive and gram-negative microorganisms, representatives of various taxa. Gram-positive bacteria dominate, in particular bacteria of the genus *Staphylococcus*. *S. aureus* and *S. epidermidis* cause up to 60–70 % of all infectious and inflammatory complications, and *S. aureus* strains, as a rule, cause more severe clinical forms of the disease (sternomediastinitis). *Enterobacteriaceae* and non-fermenting group are the predominant gram-negative bacteria. Among non-fermenting bacteria, *P. aeruginosa* more often cause the development of sternomediastinitis. In recent years, antibiotic-resistant strains, methicillin-resistant staphylococci and gram-negative bacteria producing betalactamases have increasingly become etiopathogens.

Keywords: cardiac surgery, infectious complications, etiopathogen

For citation: Kasatov A. V., Gorowitz E. S. 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.). DOI: 10.24884/0042-4625-2022-181-5-78-82.

* **Corresponding author:** Anatolii V. Kasatov, Perm State Medical University named after Academician E. A. Wagner, 26, Petropavlovskaya str., Perm, 614000 Russia. E-mail: a.kasatov@gmail.com.

Введение. Инфекционно-воспалительные осложнения (ИВО), развивающиеся порой после кардиохирургических операций со стеральным доступом (стерномедиастинит, остеомиелит грудины и ребер) относятся к тяжелым жизнеугрожающим состояниям [1]. Летальность острого стерномедиастинита может достигать 40–50 % [2]. По данным различных авторов, количество ИВО с поражением поверхностных или глубоких тканей колеблется в пределах 1–10 % [3].

При этом в последние годы в РФ проводится более 60 тыс. таких операций [4]. В связи с расширением высокотехнологической медицинской помощи, совершенствованием кардиоторакальной хирургии количество операций на открытом сердце будет неуклонно возрастать, следовательно, будет нарастать и уровень ИВО [5].

Анализу проблемы инфекционно-воспалительных осложнений при кардиохирургических вмешательствах со срединной стернотомией посвящено значительное число исследований как отечественных, так и зарубежных авторов [6–9]. Однако их подавляющее большинство связано с изучением особенностей клинических проявлений, совершенствованием методов лечения и профилактики. В существенно меньшей степени в научной литературе освещены вопросы этиологии этих осложнений, возможные механизмы инфицирования стеральной раны. В то же время видовые особенности биологических свойств этиопатогенов, в частности, наличие определенных факторов вирулентности и персистенции, их антибиотикочувствительность в значительной степени определяют характер течения патологического процесса. Изучение возможных механизмов инфицирования области хирургического вмешательства, в свою очередь, будет способствовать профилактике их возникновения. Учитывая эти обстоятельства, мы систематизировали доступные данные литературы, касающиеся этиологии и возможных механизмов возникновения постстернотомических ИВО у кардиохирургических пациентов.

Этиология инфекционно-воспалительных осложнений при кардиохирургических вмешательствах с использованием срединной стернотомии. Возбудителями ИВО может быть достаточно широкий спектр микроорганизмов – представителей различных таксонов грамположительных и грамотрицательных бактерий, а в ряде случаев и грибов рода *Candida* [10]. Из грамположительных микроорганизмов существенно преобладают бактерии рода *Staphylococcus*. Они обуславливают подавляющее большинство случаев таких осложнений [11]. Доминирующими видами служат *S. aureus* и *S. epidermidis*. Уже более 100 лет штаммы *S. aureus* являются основным этиопатогеном хирургической раневой инфекции, вызывая различные гнойные и токсические процессы [12]. Другие виды коагулазонегативных стафилококков (КОС), такие как *S. saprophyticus*, *S. cohnii*, *S. haemolyticus*, *S. warneri*, так же, как представители рода *Streptococcus*, spp. и семейства *Enterococcus*, встречаются значительно реже [10].

Среди грамотрицательных бактерий в качестве этиологических агентов, как правило, выступают представители семейства *Enterobacteriaceae*, в частности, *E. coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter* spp., и неферментирующие грамотрицательные бактерии (*Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*) [13]. Указанные грампозитивные и грамотрицательные виды бактерий, вызывающие инфекции области хирургического вмешательства (ИОХВ) при операциях на открытом сердце со стеральным доступом – это практически те же этиопатогены, что и наиболее широко распространенные возбудители нозокомиальных инфекций, выявляемые в хирургических стационарах различного профиля, обычно обозначаемые аббревиатурой ESKAPE (*Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*,

Klebsiella pneumoniae, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter* species). Именно эти микроорганизмы в последние 30 лет являются проблемными возбудителями инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи в хирургических клиниках [14]. Причем, по мнению A. Kramer et al., их спектр практически не меняется [15].

S. aureus и *S. epidermidis* по оценке различных авторов обуславливают в совокупности до 60–80 % всех инфекционно-воспалительных осложнений, развивающихся после стернотомических операций на открытом сердце [11]. Так, из 106 образцов раневого отделяемого грудины пациентов с медиастинитом Н. В. Граничная и др. (2017) в 20 % случаев изолировали *S. aureus* и в 41,4 % культуры КОС, среди которых преобладали штаммы *S. epidermidis* (68,47 %) [16]. По данным В. А. Горбунова и др. (2016), в результате бактериологического обследования 37 пациентов с передним медиастинитом у 77,5 % из отделяемого стеральной раны были выделены культуры *S. aureus* и *S. epidermidis* и лишь в 2 случаях другие микроорганизмы [17]. В. Н. Ильина и др. (2014), параллельно используя классический бактериологический метод и полимеразную цепную реакцию (ПЦР), в 143 пробах экссудата стеральной раны обнаружили бактерии рода *Staphylococcus* в 60,8 % образцов, в 50,3 % из них присутствовали *S. epidermidis*, а 5,6 % – *S. aureus*. Авторы отмечают идентичность результатов обоих использованных методов [18]. Некоторые исследователи указывают на более весомую роль *S. aureus* в сравнении с *S. epidermidis* в этиологии постстернотомических медиастинитов. Так, S. M. Vuan (2015) сообщает о выделении штаммов *S. aureus* у 58,2 % пациентов с такой патологией [19]. Аналогичные данные о высокой частоте высеваемости этих микроорганизмов из области хирургического вмешательства у пациентов с медиастинитом приводят A. Lemaigen et al. (2015) [20]. При исследовании 145 проб отделяемого стеральной раны в 36,0 % случаев ими были получены изоляты *S. aureus*. A. Upton et al. (2005) также указывают на более значимую этиологическую роль *S. aureus* при стерномедиастинитах. В 60 случаях постстернотомического стерномедиастинита ими было выделено 49 штаммов *S. aureus* и 11 – КОС. При этом 16 % штаммов *S. aureus* характеризовались метициллинрезистентностью (MRSA) [21].

Ряд исследователей также сообщают о выделении MRSA из области хирургического вмешательства у пациентов с медиастинитом чаще, чем у пациентов с другой патологией в отделениях интенсивной терапии [22]. По их мнению, колонизация стеральной раны штаммами MRSA является неблагоприятным фактором исхода послеоперационного стерномедиастинита. Важно подчеркнуть, что количество случаев обнаружения MRSA при ИВО в кардиохирургии из года в год увеличивается [23].

Описаны случаи выделения из области хирургического вмешательства метициллинрезистентных культур *S. epidermidis*, причем их количество неуклонно растет [24]. Известно, что штаммы *S. aureus* обладают большим набором факторов вирулентности (разнообразные токсины и ферменты) в сравнении с представителями КОС, поэтому логично, что они обуславливают более глубокие поражения тканей, соответственно, более тяжелые клинические формы осложнений, в частности, стерномедиастинит. Тогда как КОС чаще изолируют при поверхностной инфекции, в том числе при нестабильности грудины [25].

У некоторых пациентов с ИВО из стеральной раны выделяют и другие грамположительные бактерии – бактерии рода *Streptococcus* spp. и семейства *Enterococcus* spp. Однако случаи обнаружения *Streptococcus* spp., как правило, единичные и не превышают 2 % [5]. Несколько чаще высевают культуры *Enterococcus*, spp. – до 10 % случаев. При бактериологическом обследовании 106 пациентов со стерномедиастинитом К. Meszaros et al. (2016) обнаружили эти микроорганизмы в

3,8 % случаев [9], а Е. А. Корымасов и др. (2015) изолировали *Enterococcus spp.* у 10,5 % пациентов из 95 обследованных. Практически всегда это были штаммы *E. faecialis* [5]. В отделениях реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) энтерококки могут быть причиной ИОХВ и иной локализации у 2–9 % пациентов [26], причем их чаще регистрируют в абдоминальной хирургии [27].

По оценкам различных исследователей, грамотрицательные бактерии реже, чем грамположительные, вызывают постстернотомические инфекции в кардиохирургии [28]. Они играют большую этиологическую роль в абдоминальной хирургии [10], что представляется логичным, поскольку это в основном представители семейства *Enterobacteriaceae*, микроорганизмов, колонизирующих кишечный биотоп. По наблюдениям С. В. Long et al. (2005), грамотрицательные бактерии изолируют из стеральной раны до 30 % случаев, при этом их чаще обнаруживают при поверхностной локализации инфекционного процесса, чем при глубоких поражениях 57,8 и 16,4 % соответственно [29]. Эти микроорганизмы в большинстве случаев высевают из стеральной раны у пациентов с повторными хирургическими вмешательствами и при увеличении длительности операций [30]. На рост количества случаев колонизации области хирургического вмешательства грамотрицательными бактериями при удлинении продолжительности операций указывают и другие исследователи [31]. Очевидно, это связано с тем, что увеличение сроков оперативного вмешательства, длительное использование искусственного кровообращения и ИВЛ в большей мере способствуют транслокации условно-патогенных грамотрицательных бактерий из кишечника в область хирургического вмешательства.

Из энтеробактерий стеральную рану, как и область хирургического вмешательства иной локализации, в большинстве случаев колонизируют *E. coli*, *K. pneumoniae*, *Enterbacter spp.*, из числа неферментирующих бактерий *P. aeruginosa* и *Acinetobacter baumannii* [32]. При видовой идентификации 6298 изолятов, полученных от 5118 пациентов с нозокомиальной хирургической инфекции различной локализации по частоте выделения среди всех грамотрицательных бактерий преобладали *P. aeruginosa* – 19,03 %, затем *E. coli* – 9,8 %, *A. baumannii* – 9,29 %, *K. pneumoniae* – 7,48 % [26]. Именно эти микроорганизмы расцениваются как основные возбудители хирургических инфекций в стационарах и другими авторами [33]. В результате посева отделяемого стеральной раны 95 пациентов с ИОХВ культуры *P. aeruginosa* были выявлены в 8,4 % образцов, *A. baumannii* – в 6,3 % и *K. pneumoniae* – в 2,1 % [5].

Существует мнение, что в последние годы за счет периоперационной профилактики стафилококковой инфекции роль грамотрицательных бактерий (прежде всего *P. aeruginosa*) как этиопатогенов ИВО в кардиохирургии возрастает, увеличивается и их резистентность к антибактериальным препаратам [13]. *P. aeruginosa* могут обуславливать от 10 до 17 % всех постстернотомических ИВО при кардиохирургических вмешательствах [17]. Они, как правило, выделяются из стеральной раны при глубоких поражениях тканей, в частности, при стерномедиастинитах, и чаще, чем другие этиопатогены, при аналогичных заболеваниях обуславливают летальный исход [34]. Тяжелая клиническая картина и негативный исход таких осложнений в значительной мере объясняются особенностью биологических свойств этих микроорганизмов, продукцией широкого спектра факторов вирулентности, таких как эндотоксин липополисахаридной природы, пиоцианин, фосфолипаза С, эластаза, гемолизин, а также наличием природной антибиотикорезистентности [35]. При этом наиболее опасны полирезистентные госпитальные штаммы, источником которых достаточно часто является медицинский персонал, что

может провоцировать кратковременные вспышки заболеваний [36]. Штаммы *P. aeruginosa*, отличаясь политропизмом, могут контаминировать как различные внутренние органы, так и кожные и слизистые покровы, обуславливать гнойно-воспалительные заболевания различной локализации, в том числе и область хирургического вмешательства [37].

У некоторых кардиохирургических пациентов с ИВО из стеральной раны высевают бактериальные ассоциации, как правило, число таких случаев относительно невелико и не превышает 10–12 %. Обычно это 2-, реже 3-компонентные ассоциации, представленные грамположительными и грамотрицательными микроорганизмами [11]. В качестве одного из сочленов чаще выступают бактерии рода *Staphylococcus* [29]. Иногда в составе ассоциации присутствуют и грибы рода *Candida spp.*, причем они могут выделяться из области хирургического вмешательства и в виде монокультур. В последние годы количество таких случаев нарастает [37]. Инфекции, обусловленные грибами рода *Candida spp.*, часто отличаются хроническим течением и требуют длительного лечения фунгицидами [38].

Заключение. Ведущими возбудителями инфекционно-воспалительных осложнений после кардиохирургических операций со стеральным доступом являются бактерии рода *Staphylococcus*, *S. aureus* и *S. epidermidis*. На их долю приходится до 60–80 % всех таких заболеваний. В остальных случаях причиной осложнений, как правило, служат представители семейства *Enterobacteriaceae*, чаще *E. coli*, *K. pneumoniae*, *Enterobacter spp.* и неферментирующие грамотрицательные бактерии – *P. aeruginosa*, *A. baumannii*. По существу, это те же основные «проблемные» виды бактерий, которые циркулируют в стационарах, обуславливая у хирургических больных нозокомиальные инфекции различной локализации, в том числе и области хирургического вмешательства. Эти штаммы в последние годы приобретают все большую резистентность к традиционным антибактериальным препаратам.

Конфликт интересов

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Соответствие нормам этики

Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо, и правила обращения с животными в случаях их использования в работе. Подробная информация содержится в Правилах для авторов.

Compliance with ethical principles

The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary, and the rules of treatment of animals when they are used in the study. Author Guidelines contains the detailed information.

ЛИТЕРАТУРА

- Хубулава Г. Г., Шихвердиев Н. Н., Фогт П. Р., Марченко С. П., Наумов А. Б., Суворов В. В., Аверкин И. И. Результаты применения методики элиминации стеральной инфекции у кардиохирургических пациентов // Вестн. хир. им. И. И. Грекова. 2015. Т. 174, № 5. С. 57–60. Doi: 10.24884/0042-4625-2015-174-5-57-60.
- Spindler N., Lehmann S., Steinau H. U., Mohr F. W., Langer S. Complication management after interventions on thoracic organs: deep sternal wound infections // Chirug. 2015. Vol. 86, № 3. P. 228–33. Doi: 10.1007/s00104-014-2833-8.

3. Redzek A., Mironicki M., Gvozdenovic A., Petrovic M., Cemerlic-Adic N., Ilic A., Velicki L. Predictors for hospital readmission after cardiac surgery // *J. Card. Surg.* 2015. Vol. 30, № 1. P. 1–6. Doi: 10.1111/jocs.12441.
4. Бокерия Л. А., Ступаков И. Н., Гудкова Р. Г. Успехи и проблемы российской кардиохирургии // *Здравоохранение*. 2012. № 4. С. 24–33.
5. Корымасов Е. А., Пушкин С. Ю., Беньян А. С., Медведчиков-Ардия М. А. Стратегия и тактика хирургического лечения инфекционных осложнений после стернотомии // *Раны и раневые инфекции*. Журн. им. проф. В. М. Костюченка. 2015. Т. 2, № 4. С. 15–25.
6. Порханов В. А., Поляков И. С., Коваленко А. Л., Сирота А. А. Современная тактика лечения послеоперационных стерномедиастинитов с использованием вакуумных повязок // *Раны и раневые инфекции: материалы I Международного конгресса*. М., 2012. С. 277–278.
7. Леднев П. В., Белов Ю. В., Стоногин А. В., Лысенко А. В., Салагаев Г. И. Послеоперационный стерномедиастинит // *Хирургия*. Журн. им. Н. И. Пирогова. 2018. Т. 4. С. 84–89. Doi: 10.17116/hirurgia2018484-89.
8. Vos R. J., Yilmaz A., Sonker U., Kelder J. C., Kloppenburg G. T. Primary closure using Redon drains vs vacuum-assisted closure in post-sternotomy mediastinitis // *Eur. J. Cardiothorac Surg.* 2012. Vol. 42, № 4. P. 53–57. Doi: 10.1093/ejcts/ezs404.
9. Meszaros K., Fuehrer U., Grogg S., Sodeck G., Czerny M., Marschall J., Carrel T. Risk Factors for Sternal Wound Infection After Open Heart Operations Vary According to Type of Operation // *Ann. Thorac Surg.* 2016. Vol. 101. P. 1418–1425. Doi: 10.1016/j.athoracsur.2015.09.010.
10. Бокерия Л. А., Белобородова Н. В. Инфекция в кардиохирургии. М.: Изд-во НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН, 2007. С. 582.
11. D'Agostine D., Lacatena C., Santacrose L. Postoperative mediastinitis in cardiac surgery – pathophysiology, risk factors and prevention // *Acta medica Mediterranea*. 2015. Vol. 31. P. 1311.
12. JrEdmiston E. C., Krepel C. J., Wilson P. J., Grahn B. F., Sadenwasser P. J., Welter D. L., Seabrook R. C. Innovative strategies for reducing the risk of surgical wound infection // *Journal of experimental and clinical urology*. 2012. Vol. 3. P. 79–88.
13. Okonta K. E., Anbarasu M., Jamesraj J., Kurian V. M., Rajan S. Sternal wound infection following open heart surgery: appraisal of incidence, risk factors, changing bacteriologic pattern and treatment outcome // *Ind J Thorac Cardiovasc Surg.* 2011. Vol. 27, № 10. P. 28–32. Doi: 10.1007/s12055-011-0081-9.
14. 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. Т. 27, № 3. С. 318–327. Doi: 10.18484/2305-0047.2019.3.318.
15. Kramer A., Pochhammer J., Walger P., Seifert U., Ruhnke M., Harms J. C. Erreger spektrum postoperativer Komplikation en in der Viszeralchirurgie // *Der Chirurg*. 2017. Vol. 88, Issue 5. P. 369–376. Doi: 10.1007/s00104-017-0382-7.
16. Граничная Н. В., Зайцева Е. А., Пятко В. Э. Микробиологический мониторинг и антибиотикорезистентность коагулазонегативных стафилококков, выделенных от пациентов кардиохирургического стационара // *Здоровье. Медицинская микробиология*. Наука. 2017. Т. 1, № 68. С. 24–29. Doi: 10.528/zenodo.345607.
17. Горбунов В. А., Джорджия Р. К., Мухарямов М. Н., Вагизов И. И. Тактика ведения постстернотомного медиастинита у кардиохирургических пациентов // *Хирургия*. 2016. Т. 11, № 2. С. 41–45. Doi: 10.17116/hirurgia201611241-45.
18. Ильина В. Н., Субботовская А. И., Князькова Л. Г., Козырева В. С., Скачкова Т. С., Шипулина О. Ю., Сергеевичев Д. С., Субботовский А. П. Применение молекулярно-биологических методов исследования для диагностики инфекций области хирургического вмешательства, вызванного бактериями рода *Staphylococcus* // *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2011. № 4. С. 45–48.
19. Yuan S. M. Sternal wound tuberculosis following cardiac operations: a review Brazilian // *Journal of Cardiovascular Surgery*. 2015. Vol. 30, № 4. P. 489–493. Doi: 10.5935/1678-9741.20140102.
20. Lemaigen A., Birgand G., Ghodhbane W. et al. Sternal wound infection after cardiac surgery: incidence and risk factors according to clinical presentation // *Clin Microbiol Infect.* 2015. Vol. 21, № 7. P. 674.e11–8. Doi: 10.1016/j.cmi.2015.03.025.
21. Upton A., Roberts S. A., Milson P., Morris A. J. Staphylococcal post-sternotomy mediastinitis: five year audit // *ANZ J. Surgery*. 2005. Vol. 75, № 4. P. 198–203. Doi: 10.1111/j.1445-2197.2005.03371.x.
22. Carrier M., Marchand R., Auger P. et al. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infection in a cardiac surgical unit // *J. Thorac Cardiovasc Surg.* 2002. Vol. 123, № 1. P. 40–44. Doi: 10.1067/mtc.2002.118505.
23. Walsh E. E., Greene L., Kirshner R. Sustained reduction in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* wound infections after cardiothoracic surgery // *Arch Intern Med.* 2011. Vol. 171, № 1. P. 68–73. Doi: 10.1001/archinternmed.2010.326.
24. Попов Д. А. Послеоперационные инфекционные осложнения в кардиохирургии // *Анналы хирургии*. 2013. № 5. С. 15–21.
25. Gardlund B., Bitkover C. Y., Vaage J. Postoperative mediastinitis in cardiac surgery – microbiology and pathogenesis // *Eur J Cardiothorac Surg.* 2002. Vol. 21, № 5. P. 825–830. Doi: 10.1016/s1010-7940(02)00084-2.
26. Кузьменков А. Ю., Азовская О. В. Активность карбапенемов в отношении грамотрицательных нозокомиальных хирургических инфекций // *Инфекции в хирургии*. 2017. № 1. С. 34–40.
27. Елифанова Н. Ю., Кулабухов В. В., Чжао А. В. Принципы подхода к антибиотикопрофилактике в хирургии в современных условиях // *Высокотехнологическая медицина*. 2016. Т. 3, № 1. С. 26–39.
28. Вачев А. Н., Корытцев В. К., Адыширин-Заде Э. Э., Гладышев В. В., Калимуллин Х. А. Дифференцированный подход при лечении больных со стерномедиастинитом после кардиохирургических операций // *Вестн. хир. им. И. И. Грекова*. 2018. Т. 177, № 2. С. 60–63. Doi: 10.24884/0042-4625-2018-177-2-60-63.
29. Long C. B., Shah S. S., Lautenbach E. et al. Postoperative mediastinitis in children: epidemiology, microbiology and risk factors for Gram-negative pathogens // *Pediatr. Infect. Dis. J.* 2005. Vol. 24, № 4. P. 315–319. Doi: 10.1097/01.inf.0000157205.31624.ed.
30. Gardlund B., Bitkover C. Y., Vaage J. Postoperative mediastinitis in cardiac surgery – microbiology and pathogenesis // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2002. Vol. 21, № 5. P. 825–830. Doi: 10.1097/01.inf.0000157205.31624.ed.
31. Haumoda K., Oezkur M., Sinha B. et al. Different duration strategies of perioperative antibiotic prophylaxis in adult patients undergoing cardiac surgery: an observational study // *J. Cardiothorac Surg.* 2015. Vol. 26, № 10. P. 25. Doi: 10.1186/s13019-015-0225-x.
32. Гельфанд Б. Р., Белоцерковский Б. З., Милюкова И. А., Гельфанд Е. Б. Эпидемиология и нозологическая структура нозокомиальных инфекций в отделении реанимации и интенсивной терапии многопрофильного стационара // *Инфекции в хирургии*. 2014;12(4):24–36.
33. Шляпников С. А., Насер Н. Р., Федорова В. В., Попенко Л. Н. Динамика антибиотикорезистентности актуальных для отделений интенсивной терапии и реанимации возбудителей инфекционно-воспалительных осложнений и заболеваний // *Инфекции в хирургии*. 2013. № 1. С. 11–16.
34. Ottino G., De Paulus R., Pansini S. et al. Major sternal wound infection after open-heart surgery: a multivariate analysis of risk factors in 2,579 consecutive operative procedure // *Ann Thorac. Surg.* 1987. Vol. 44, № 2. P. 173–179. Doi: 10.1016/s0003-4975(10)62035-8.
35. Кузнецова М. В. Характеристика биологических свойств нозокомиальных штаммов *Pseudomonas aeruginosa* // *Пермский мед. журн.* 2014. Т. 31, № 3. С. 59–64.
36. Kohlenberg A., Weitzel-Kage D., Van der Linden P. et al. Outbreak of carbapenem-resistant *Pseudomonas aeruginosa* infection in a surgical intensive care unit // *J. Hosp. Infect.* 2010. Vol. 74, № 4. P. 350–357. Doi: 10.1016/j.jhin.2009.10.024.
37. Heilmann C., Stahl R., Schneider C. et al. Wound complications after median sternotomy: a single-centre study // *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery*. 2013. Vol. 16, № 5. P. 643–648. Doi: 10.1093/icvts/ivs554.
38. Osada H., Nakajima H., Morishima M., Su T. Candidal mediastinitis successfully treated using vacuum-assisted closure following open-heart surgery // *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2012. Vol. 14, № 6. P. 872–874. Doi: 10.1093/icvts/ivs084.

REFERENCES

1. Khubulava G. G., Shikherdiev N. N., Vogt P. R., Marchenko S., Naumov A. B., Suvorov V. V., Averkin I. I. Results of the method of elimination of sternal infection in cardiac patients. // *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2015;174(5):57–60. (In Russ.). Doi: 10.24884/0042-4625-2015-174-5-57-60.
2. Spindler N., Lehmann S., Steinau H. U., Mohr F. W., Langer S. Complication management after interventions on thoracic organs: deep sternal wound infections // *Chirurg*. 2015;86(3):228–33. Doi: 10.1007/s00104-014-2833-8.

3. Redzek A., Mironicki M., Gvozdenovic A., Petrovic M., Cemerlic-Adic N., Ilic A., Velicki L. Predictors for hospital readmission after cardiac surgery // *J. Card. Surg.* 2015;30(1):1–6. Doi: 10.1111/jocs.12441.
4. Bokeria L. A., Stupakov I. N., Gudkova R. G. Success and problems of Russian cardiac surgery // *Health.* 2012;4:24–33. (In Russ.).
5. Korymasov E. A., Pushkin S. Yu., Benyan A. S., Medvedchikov-Ardiya M. A. Strategy and tactics of surgical treatment of infectious complications after sternotomy. Wounds and wound infections // Magazine named after prof. V. M. Kostuchenka. 2015;2(4):15–25. (In Russ.).
6. Porchanov V. A., Polyakov I. S., Kovalenko A. L., Sirota A. A. Modern treatment of postoperative sternomastoid with the use of vacuum dressings // *Wounds and wound infections: proceedings of the I International Congress. Moscow, ROS. Federation, 2012:277–278.* (In Russ.).
7. Lednev P. V., Belov Yu. V., Stonogin A. V., Lysenko A. V., Salagaev G. I. Postoperative sternomediastinitis // *Surgery. Log them. N. And. Pirogov.* 2018;4:84–89. (In Russ.). Doi: 10.17116/hirurgia2018484-89.
8. Vos R. J., Yilmaz A., Sonker U., Kelder J. C., Kloppenburg G. T. Primary closure using Redon drains vs vacuum-assisted closure in post-sternotomy mediastinitis // *Eur. J. Cardiothorac Surg.* 2012;42(4):53–57. Doi: 10.1093/ejcts/ezs404.
9. Meszaros K., Fuehrer U., Grogg S., Sodeck G., Czerny M., Marschall J., Carrel T. Risk Factors for Sternal Wound Infection After Open Heart Operations Vary According to Type of Operation // *Ann. Thorac Surg.* 2016;101:1418–1425. Doi: 10.1016/j.athoracsur.2015.09.010.
10. Bokeria L. A., Beloborodova N. V. Infection in cardiac surgery. Moscow, publishing house of the A. N. Bakulev national research center of the Russian Academy of Sciences, 2007:582. (In Russ.).
11. D'Agostine D., Lacatena C., Santacrose L. Postoperative mediastinitis in cardiac surgery – pathophysiology, risk factors and prevention // *Acta medica Mediterranea.* 2015;31:1311.
12. JrEdmiston E. C., Krepel C. J., Wilson P. J., Grahm B. F., Sadenwasser P. J., Welter D. L., Seabrook R. C. Innovative strategies for reducing the risk of surgical wound infection // *Journal of experimental and clinical urology.* 2012;3:79–88.
13. Okonta K. E., Anbarasu M., Jamesraj J., Kurian V. M., Rajan S. Sternal wound infection following open heart surgery: appraisal of incidence, risk factors, changing bacteriologic pattern and treatment outcome // *Ind J Thorac Cardiovasc Surg.* 2011;27(10):28–32. Doi: 10.1007/s12055-011-0081-9.
14. Nazarchuk A. A., Faustova M. A., Kolodiy S. A. Microbiological characteristics of infectious complications, current aspects of their prevention and treatment in surgical patients // *Surgery news.* 2019;27(3):318–327. (In Russ.). Doi: 10.18484/2305-0047.2019.3.318.
15. Kramer A., Pochhammer J., Walger P., Seifert U., Ruhnke M., Har-noss J. C. Erreger spektrum postoperativer Komplikation en in der Viszeralchirurgie // *Der Chirurg.* 2017;88(Issue 5):369–376. Doi: 10.1007/s00104-017-0382-7.
16. Granichnaya N. V., Zaitseva E. A., Pyatko V. E. Microbiological monitoring and antibiotic resistance of coagulase-negative staphylococci isolated from patients of a cardiac hospital // *Health. Medical microbiology. The science.* 2017;1(68):24–29. (In Russ.). Doi: 10.528/zenodo.345607.
17. Gorbunov V. A., Georgikia R. K., Muharyamov M. N., Vagizov I. I. Management tactics of poststernotomy mediastinitis in cardiac patients // *Surgery.* 2016;11(2):41–45. (In Russ.). Doi: 10.17116/hirurgia201611241-45.
18. Ilina V. N., Subbotovskaya A. I., Knyazkova L. G., Kozyreva V. S., Skachkova T. S., Shipulina O. Yu., Sergeevichev D. S., Subbotovskiy A. P. Application of molecular biological research methods for the diagnosis of infections of the surgical intervention area caused by staphylococcus bacteria // *Circulatory pathology and cardiac surgery.* 2011;4:45–48. (In Russ.).
19. Yuan S. M. Sternal wound tuberculosis following cardiac operations: a review Brazilian // *Journal of Cardiovascular Surgery.* 2015;30(4):489–493. Doi: 10.5935/1678-9741.20140102.
20. Lemaighan A., Birgand G., Ghodhbane W. et al. Sternal wound infection after cardiac surgery: incidence and risk factors according to clinical presentation // *Clin Microbiol Infect.* 2015;21(7):674.e11–8. Doi: 10.1016/j.cmi.2015.03.025.
21. Upton A., Roberts S. A., Milson P., Morris A. J. Staphylococcal post-sternotomy mediastinitis: five year audit // *ANZ J. Surgery.* 2005;75(4):198–203. Doi: 10.1111/j.1445-2197.2005.03371.x.
22. Carrier M., Marchand R., Auger P. et al. Methicillin-resistant Staphylococcus aureus infection in a cardiac surgical unit // *J. Thorac Cardiovasc Surg.* 2002;123(1):40–44. Doi: 10.1067/mtc.2002.118505.
23. Walsh E. E., Greene L., Kirshner R. Sustained reduction in methicillin-resistant Staphylococcus aureus wound infections after cardiothoracic surgery // *Arch Intern Med.* 2011;171(1):68–73. Doi: 10.1001/archinternmed.2010.326.
24. Popov D. A. Postoperative infectious complications in cardiac surgery // *Annals of Surgery.* 2013;5:15–21. (In Russ.).
25. Gardlund B., Bitkover C. Y., Vaage J. Postoperative mediastinitis in cardiac surgery – microbiology and pathogenesis // *Eur J Cardiothorac Surg.* 2002;21(5):825–830. Doi: 10.1016/s1010-7940(02)00084-2.
26. Kuzmenkov A. Yu., Azovskaya O. V. Activity of carbapenems in relation to gram-negative nosocomial surgical infections // *Infections in surgery.* 2017;1:34–40. (In Russ.).
27. Epifanova N. Yu., Kulabukhov V. V., Zhao A. V. Principles of approach to antibiotic prophylaxis in surgery in modern conditions // *High-tech medicine.* 2016;3(1):26–39. (In Russ.).
28. Vachev A. N., Korytsev V. K., adyshirin-Zadeh E. E., Gladyshev V. V., Kalimullin H. A. Differentiated approach in the treatment of patients with sternomediastinitis after cardiac surgery // *Grekov's Bulletin of surgery.* 2018; 177(2):60–63. (In Russ.). Doi: 10.24884/0042-4625-2018-177-2-60-63.
29. Long C. B., Shah S. S., Lautenbach E. et al. Postoperative mediastinitis in children: epidemiology, microbiology and risk factors for Gram-negative pathogens // *Pediatr. Infect. Dis. J.* 2005;24(4):315–319. Doi: 10.1097/01.inf.0000157205.31624.ed.
30. Gardlund B., Bitkover C. Y., Vaage J. Postoperative mediastinitis in cardiac surgery – microbiology and pathogenesis // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2002;21(5):825–830. Doi: 10.1016/s1010-7940(02)00084-2.
31. Haumoda K., Oezkur M., Sinha B. et al. Different duration strategies of perioperative antibiotic prophylaxis in adult patients undergoing cardiac surgery: an observational study // *J. Cardiothorac Surg.* 2015;26(10):25. Doi: 10.1186/s13019-015-0225-x.
32. Gelfand B. R., Belotserkovsky B. Z., Milyukova I. A., Gelfand E. B. Epidemiology and nosological structure of nosocomial infections in the intensive care unit of a multidisciplinary hospital // *Infections in surgery.* 2014;12(4):24–36. (In Russ.).
33. Shlyapnikov S. A., Naser N. R., Fedorova V. V., Popenko L. N. Dynamics of antibiotic resistance of pathogens of infectious and inflammatory complications and diseases relevant for intensive care units // *Infections in surgery.* 2013;1:11–16. (In Russ.).
34. Ottino G., De Paulus R., Pansini S. et al. Major sternal wound infection after open-heart surgery: a multivariate analysis of risk factors in 2,579 consecutive operative procedure // *Ann Thorac. Surg.* 1987;44(2):173–179. Doi: 10.1016/s0003-4975(10)62035-8.
35. Kuznetsova M. V. Characterization of biological properties of nosocomial Pseudomonas aeruginosa strains // *Permskiy meditsinskiy zhurnal.* 2014;31(3):59–64. (In Russ.).
36. Kohlenberg A., Weitzel-Kage D., Van der Linden P. et al. Outbreak of carbapenem-resistant Pseudomonas aeruginosa infection in a surgical intensive care unit // *J. Hosp. Infect.* 2010;74(4):350–357. Doi: 10.1016/j.jhin.2009.10.024.
37. Heilmann C., Stahl R., Schneider C. et al. Wound complications after median sternotomy: a single-centre study // *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery.* 2013;16(5):643–648. Doi: 10.1093/icvts/ivs554.
38. Osada H., Nakajima H., Morishima M., Su T. Candidal mediastinitis successfully treated using vacuum-assisted closure following open-heart surgery // *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2012;14(6):872–874. Doi: 10.1093/icvts/ivs084.

Информация об авторах:

Касатов Анатолий Владимирович, кандидат медицинских наук, доцент, зав. кафедрой госпитальной хирургии, Пермский государственный медицинский университет им. акад. Е. А. Вагнера (г. Пермь, Россия), ORCID: 0000-0001-6835-7063; **Горовиц Эдуард Семенович**, доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой микробиологии и вирусологии, Пермский государственный медицинский университет им. акад. Е. А. Вагнера (г. Пермь, Россия), ORCID: 0000-0003-4320-8672.

Information about authors:

Kasatov Anatolii V., Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Department of Hospital Surgery, Perm State Medical University named after Academician E. A. Wagner (Perm, Russia), ORCID: 0000-0001-6835-7063; **Gorowitz Eduard S.**, Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Microbiology and Virology, Perm State Medical University named after Academician E. A. Wagner (Perm, Russia), ORCID: 0000-0003-4320-8672.