

Научный обзор
УДК 616.12-089-089.168.1-06: 616-002-036.22
DOI: 10.17816/pmj40473-81

НЕКОТОРЫЕ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНФЕКЦИОННО-ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПОСЛЕ КАРДИОХИРУРГИЧЕСКИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ СО СТЕРНАЛЬНЫМ ДОСТУПОМ: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

*А.В. Касатов, Э.С. Горовиц**

Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера, Россия

SOME EPIDEMIOLOGICAL ASPECTS OF INFECTIOUS AND INFLAMMATORY COMPLICATIONS OF CARDIAC SURGERY WITH STERNAL ACCESS: LITERATURE REVIEW

*A.V. Kasatov, E.S. Gorovitz**

E.A. Vagner Perm State Medical University, Russian Federation

Обсуждаются данные литературы о механизмах инфицирования стеральной раны при операциях на открытом сердце со стеральным доступом. Подчеркиваются возможности как экзо-, так и эндогенной контаминации места хирургического вмешательства представителями различных видов грамположительных и грамотрицательных бактерий. Отмечается возрастающая роль эндогенных механизмов колонизации стеральной раны после кардиохирургических вмешательств. При этом транслокация бактерий возможна из различных биотопов пациентов. В связи с этим для профилактики инфекционно-воспалительных осложнений рекомендуется проведение соответствующей деконтаминации в процессе предоперационной подготовки пациента.

Ключевые слова. Кардиохирургия, инфекционные осложнения, стеральная рана.

Literature data on the mechanisms of sternal wound infection during open-heart surgery with sternal access are discussed. The possibilities of both exo-and endogenous contamination of the surgical site by gram-

© Касатов А.В., Горовиц Э.С., 2023

тел. +7 912 496 30 33

e-mail: eduard.gorovitz@mail.ru

[Касатов А.В. – кандидат медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой госпитальной хирургии; Горовиц Э.С. (*контактное лицо) – доктор медицинских наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой микробиологии и вирусологии].

© Kasatov A.V., Gorovitz E.S., 2023

tel. (342)2364485, +7(912)4963033

e-mail: eduard.gorovitz@mail.ru

[Kasatov A.V. – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Hospital Surgery; Gorovitz E.S. (*contact person) – MD, PhD, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Head of the Department of Microbiology and Virology].

positive and gram-negative bacteria of various species are emphasized. The increasing role of endogenous mechanisms of sternal wound colonization after cardiac surgery is noted. At the same time, translocation of bacteria from various biotopes of patients is possible. In this regard, the prevention of infectious and inflammatory complications is recommended to carry out adequate decontamination during patient preoperative preparation.

Keywords. Cardiac surgery, infectious complications, sternal wound.

ВВЕДЕНИЕ

Постстернотомические медиастиниты, а также остеомиелиты грудины и ребер относятся к одним из наиболее тяжелых возможных инфекционных осложнений, развивающихся после операций на открытом сердце [1–3]. По данным различных исследователей их летальность может составлять до 40–50 % [4; 5]. И, хотя частота возникновения таких осложнений относительно невысока (до 10 %), они существенно отягощают течение послеоперационного периода и представляют серьёзную угрозу для здоровья пациентов [6–8].

Этиология этих осложнений изучена достаточно полно. Убедительно показано, что в качестве этиопатогенов могут выступать представители различных таксонов как грамположительных, так и грамотрицательных бактерий, реже грибы [9–12]. Менее изучены остаются возможные варианты инфицирования стеральной раны. По-прежнему дискутируется возможность её эндогенной контаминации грамположительными микроорганизмами, в частности, вероятность ими колонизации места хирургического вмешательства за счет транслокации из кишечника, тогда как этот феномен хорошо известен для грамотрицательных бактерий [13; 14].

МЕХАНИЗМЫ ИНФИЦИРОВАНИЯ СТЕРНАЛЬНОЙ РАНЫ

В данном сообщении систематизированы доступные данные литературы, касающиеся возможных механизмов инфицирования места хирургического вмешательства

после операций на открытом сердце со стеральным доступом.

В настоящее время убедительно показано, что инфицирование области хирургического вмешательства, в том числе и в кардиохирургии, может произойти как экзо-, так и эндогенно. В первом случае контаминация хирургической раны происходит за счет микроорганизмов внешней среды, как правило, во время проведения инвазивных процедур, во втором – область хирургического вмешательства колонизируется условно-патогенной микрофлорой, вегетирующей в различных биотопах самого пациента [15].

Экология внешней среды помещений лечебных учреждений, в том числе хирургических отделений и ОРИТ, определяет возможную угрозу микробной агрессии, служит важнейшим фактором, от которого зависит уровень заболеваемости инфекционно-воспалительного характера при хирургических вмешательствах, особенно на открытом сердце [16]. Источником возбудителя инфекции при экзогенном инфицировании могут быть также пациенты с различными гнойно-воспалительными заболеваниями и бактерионосители из числа медперсонала [15; 17].

В результате специальных исследований смывов с рук и спецодежды медицинского персонала в ОРИТ, где в течение нескольких суток находились пациенты после кардиохирургических операций из 30–40 % проб были выделены штаммы *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *A. baumannii*, характеризующиеся высокой резистентностью к антибактериальным препаратам, используемым в этом отделении [16].

Развитие нозокомиальных инфекций в хирургических стационарах, в том числе инфекционно-воспалительных осложнений (ИВО), после операций на открытом сердце, прежде всего, обусловлено снижением резистентности макроорганизма, состоянием иммуносупрессии, которые связаны с длительным оперативным вмешательством [18].

При кардиохирургических операциях со стерильным доступом первичный асептический воспалительный процесс может возникнуть на фоне нестабильности в зоне фиксации грудины за счет ослабления проволочных швов, скрепляющих костную ткань в месте операционного разреза [7]. В результате разошедшиеся ткани в дальнейшем служат воротами инфекции [19]. В таких случаях возбудителями развившихся ИВО, как правило, служат госпитальные штаммы, циркулирующие в стационарах и отличающиеся полирезистентностью к антибактериальным препаратам, что существенно осложняет лечение заболеваний [20]. Это метициллинрезистентные штаммы *S. aureus* и *S. epidermidis*, причем частота выделения из стерильной раны этих микроорганизмов растет, их изолируют с большим постоянством, чем из других областей хирургического вмешательства [11; 21]. Что касается грамотрицательных бактерий, то это, как правило, представители семейства *Enterobacteriaceae* и неферментирующие грамотрицательные бактерии, продуцирующие бета-лактамазы расширенного действия [22–24]. Однако грамотрицательные бактерии реже высевают из стерильной раны, на их долю приходится до 30 % случаев инфицирования [25; 26].

Эндогенный механизм инфицирования области хирургического вмешательства предполагает ее колонизацию условно-патогенными бактериями самого пациента. Известно, что так называемая нормальная микрофлора, вегетируя в роли комменсалов в различных биотопах, в частности в кишеч-

нике, играет существенную позитивную роль в жизнедеятельности человека. Однако на фоне изменения гомеостаза в связи с длительным оперативным вмешательством с большой кровопотерей, нарушением микроциркуляции возникает тканевая гипоксия, что ведет к нарушению барьерной функции слизистой оболочки кишечника, повышению ее проницаемости, в результате возможна транслокация бактерий в системный кровоток, а затем в область хирургического вмешательства [14]. Понятие транслокации было сформулировано R.D. Berg [26]. Автор определяет транслокацию как прохождение жизнеспособных бактерий из желудочно-кишечного тракта через слизистую оболочку в экстраинтестинальные участки макроорганизма, в кровоток и различные органы. Такой механизм инфицирования области хирургического вмешательства грамотрицательными энтеробактериями описан и при кардиохирургических операциях со стерильным доступом, после чего развиваются ИВО [10].

Опубликованы данные, касающиеся возможности контаминации стерильной раны после кардиологических операций бактериями рода *Staphylococcus* и прежде всего *S. aureus*, колонизирующими носоглотку пациента. Этот феномен, как правило, наблюдается при резидентном бактерионосительстве *S. aureus* на слизистой носа или зева [27]. Неслучайно периперационная подготовка пациентов с использованием антисептиков (хлоргексидин глюканат и мупироцин) для селективной деконтаминации полости носа и зева значительно снижает количество послеоперационных инфекционно-воспалительных осложнений после кардиохирургических вмешательств [28].

Существенный интерес представляют экспериментальные данные о возможности транслокации грамположительных бактерий, в частности *S. aureus*, из кишечника в

область хирургического вмешательства. После интрагастрального заражения крыс эти микроорганизмы были обнаружены в крови, лимфе и операционной ране [29]. По мнению автора, такая транслокация штаммов *S. aureus* возможна через дефект поверхностного эпителия слизистой кишечника или за счет эндоцитоза через цитоплазму эпителиальных клеток. Этому способствует и высокая инвазивная активность штаммов *S. aureus*, обладающих набором широкого спектра ферментов инвазии (гиалуронидаза, лецитовеллилаза, ДНК-аза, фибринолизин). Феномен транслокации бактерий обычно регистрируется на фоне накопления в кишечнике значительной избыточной массы микроорганизмов до 10^7 – 10^8 КОЕ/г [29]. Возможность транслокации *S. aureus* из кишечника в область хирургического вмешательства была показана и в клинической практике. В результате изучения биологических свойств 13 пар штаммов *S. aureus*, изолированных из стерильной раны и прямой кишки одних и тех же пациентов с послеоперационным стерномедиастинитом, на основании анализа их фено- и генотипических характеристик в 6 случаях была установлена общность их происхождения [30]. У этих же больных диагностирован выраженный стафилококковый дисбактериоз. На фоне снижения уровня основных индигенных микроорганизмов бифидо- и лактобактерий титр *S. aureus* составил 10^7 – 10^8 КОЕ/г. Изменение качественного и количественного состава микробиоты кишечника, накопление избыточной микробной биомассы, обуславливающей снижение колонизационной резистентности, с одной стороны, и уже указанные традиционно негативные факторы длительного оперативного вмешательства с искусственным кровообращением – с другой, приводят к снижению барьерной функции слизистой оболочки кишечника и повышению ее проницаемости. Как следствие, возникает тран-

зиторная бактериемия и *S. aureus* инфицирует область хирургического вмешательства. В свою очередь длительный дисбактериоз обуславливает возникновение вторичной иммунодепрессии [31]. Наряду с этим возникающие дисбиотические изменения микробиоты кишечника в значительной степени отягощают течение основного заболевания. Неслучайно, по мнению Н.А. Михайловой и соавт., коррекция дисбиоза является основой регенеративного процесса [32].

Следовательно, культуры *S. aureus* могут инфицировать область хирургического вмешательства при кардиохирургических операциях со стерильным доступом не только с поверхности кожных покровов, со слизистой носа и зева, но и при определенных условиях из кишечного биотопа.

Выводы

Возбудителями инфекционно-воспалительных осложнений, развивающихся после стернотомических операций на открытом сердце, являются представители различных таксонов, прежде всего грамположительные бактерии. 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 в области хирургического вмешательства. Эти штаммы в последние годы приобретают все большую резистентность к традиционным антибактериальным препаратам [14]. Причем, по мнению A. Kramer et al., их спектр практически не меняется [33].

Микроорганизмы могут контаминировать стерильную рану как экзо-, так и эндогенно. При этом в последние годы эндогенный механизм инфицирования приобретает все большую значимость. В этих случаях в качестве этиопатогенов все чаще выступают культуры *S. aureus*, которые гематогенно или

лимфогенно транслоцируются в область хирургического вмешательства как из полости носа и зева, так и из кишечника.

Инфицирование стеральной раны «назальными» штаммами обычно характерно при резидентном бактерионосительстве *S. aureus*. Транслокации в область хирургического вмешательства из кишечника условно-патогенных грамотрицательных бактерий и штаммов *S. aureus* способствуют изменению качественного и количественного состава микробиоценоза кишечного биотопа, накопление избыточной массы микробов определенного вида. В связи с этим в процессе предоперационной подготовки пациентов в рамках комплексного обследования необходимо выполнять соответствующее бактериологическое обследование с целью изучения состояния микробиоты кишечника, а также определение носительства *S. aureus* в носоглотке. В случае обнаружения дисбиотических изменений микробиоценоза кишечника необходима его нормализация, а при выявлении *S. aureus* – селективная деконтаминация. Это позволит в существенной степени снизить риск возникновения инфекционно-воспалительных осложнений после операций на открытом сердце со стернотомическим доступом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 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. Вестник хирургии им. И.И. Грекова 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.
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.
4. Бокерия Л.А., Ступаков И.Н., Гудкова Р.Г. Успехи и проблемы российской кардиохирургии. Здоровоохранение 2012; 4: 24–33.
5. Корьмасов 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. Журнал им. проф. В.М. Костюченка 2015; 2 (4): 15–25. DOI: 10.17650/2408-9613-2015-2-4-15-26.
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; 277–278.
7. Леднев П.В., Белов Ю.В., Стоногин А.В., Лысенко А.В., Салагаев Г.И. Послеоперационный стерномедиастинит. Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2018; 4: 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; 42 (4): 53–57. DOI: 10.1093/ejcts/ezs404.
9. Назарчук А.А., Фаустова М.А., Колодий С.А. Microbiological characteristics of infectious complications, topical aspects of their prevention and treatment in surgical patients. Новости хирургии 2019; 27 (3): 318–327.
10. 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; 1 (68): 24–29. DOI: 10.528/zenodo.345607.

11. Попов Д.А. Послеоперационные инфекционные осложнения в кардиохирургии. *Анналы хирургии* 2013; 5: 15–21.

12. Вачев А.Н., Корытцев В.К., Адыширфин-Заде Э.Э., Гладышев В.В., Калимуллин Х.А. Дифференцированный подход при лечении больных со стерномедиастинитом после кардиохирургических операций. *Вестник хирургии имени И.И. Грекова* 2018; 177: 60–63. DOI: 10.24884/0042-4625-2018-177-2-60-63.

13. 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.

14. Никитенко В.И., Захаров В.В., Бородин А.В., Симоненко Е.В., Копылов В.А., Фомина М.В. Роль транслокации бактерий в патогенезе хирургических инфекций. *Хирургия. Журнал имени Н.И. Пирогова* 2001; 2: 63–66.

15. Бокерия Л.А., Белобородова Н.В. Инфекция в кардиохирургии. М.: Изд-во НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН 2007; 582.

16. Арефьева Л.И., Горская Е.М., Севостьянова О.А., Сенченко О.Р., Габриэлян Н.И. Инфекционные осложнения бактериальной природы в сердечно-сосудистой хирургии. *РМЖ* 2013; 3: 36–42.

17. Koblenberg A., Weitzel-Kage D., Van Der Linden P. 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.

18. 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.

19. Кохан Е.П., Долгих Р.Н., Асанов О.Н., Потапов В.А., Иванков М.П. Лечение послеоперационного медиастинита у кардиохирургических больных. *Вестник нац. медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова* 2018; 13 (1): 127–131.

20. Dubovyk O., Mishyna M., Malanchuk S., Kuzmenko A., Kozlov O. Definition of etiological antibiotic sensitivity factors in purulent-inflammatory processes. *Georgian Med News.* 2017; 10: 14–21.

21. Walsb E.E., Greene L., Kirshner R. Sustained reduction in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* wound infections after cardiothoracic surgery. *Arch Intern Med.* 2011; 171: 68–73. DOI: 10.1001/archinternmed.2010.326.

22. Global action plan on antimicrobial resistance. WHO, Geneva 2015, available at: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/193736/9789241509763_eng.pdf?sequence=1.

23. Ottino G., De Paulus R., Pansini S., Rocca G., Tallone M.V., Comoglio C., Costa P., Orzan F., Morea M. 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.

24. Гельфанд Б.Р., Белоцерковский Б.З., Милюкова И.А., Гельфанд Е.Б. Эпидемиология и нозологическая структура нозокомальных инфекций в отделении реанимации и интенсивной терапии многопрофильного стационара. *Инфекции в хирургии* 2014; 12 (4): 24–36.

25. Long C.B., Shab S.S., Lautenbach E., Coffin S.E., Tabbutt S., Gaynor J.W., Bell L.M. 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.

26. Berg R.D. Bacterial translocation from the intestines. *Jikken Dobutsu* 1985; 34 (1): 1–16. DOI: 10.1538/expanim1978.34.1_1.

27. Bode L.G., Kluytmans J.A., Wertheim H.F., Bogaers D., Vandembroucke-Grauls C.M., Roosendaal R., Troelstra A., Box A.T., Voss A., Van Der Tweel I., Van Belkum A., Verbrugh H.A., Vos M.C. Preventing surgical-site infections in nasal carriers of *Staphylococcus aureus*.

N Engl. J Med. 2010; 362 (1): 9–17. DOI: 10.1056/nejmoa0808939.

28. *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.

29. *Золотухин С.Е., Битюков Д.С., Шпаченко Н.Н., Махнева А.В. Степанюк Д.А.* Особенности развития бактериемии и сепсиса при гнойно-воспалительных осложнениях травматической болезни. Травма 2011; 12 (3).

30. *Касатов А.В., Горовиц Э.С., Кузнецова М.В.* О возможных механизмах инфицирования стеральной раны при инфекционно-воспалительных осложнениях, развившихся после кардиохирургических операций. Новости хирургии 2020; 1: 16–23. DOI: 10.18484/2305-0047.2020.1.16.

31. *Бондаренко В.М., Мацулевич Т.В.* Дисбактериоз кишечника как клинико-лабораторный синдром. М.: ГЕОТАР-Медиа 2007; 304.

32. *Михайлова Н.А., Воеводин Д.А., Поддубиков А.В.* Коррекция дисбиоза – основа регенеративной медицины. ЖМЭИ 2018; 5: 107–113. DOI: 10.36233/0372-9311-2018-5-107-113

33. *Kramer A., Pochhammer J., Walger P., Seifert U., Rubnke M., Harnoss J.C.* Erregerspektrum postoperativer komplikationen in der viszeralkirurgie. Der Chirurg. 2017; 88 (5): 369–376. DOI: 10.1007/s00104-017-0382-7.

REFERENCES

1. *Khubulava G.G., Shikhverdiev N.N., Fogt P.R., Marchenko S.P., Naumov A.B., Suworov V.V., Averkina I.I.* Results of application of the method of elimination of sternal infection in cardiac surgery patients. Vestnik khirurgii im. I.I. Grekova 2015; 174 (5): 57–60 (in Russian).

2. *Spindler, N., Lehmann, S., Steinau H.U., Mober F.W., Langer S.* Complication manage-

ment after interventions on thoracic organs: deep sternal wound infections. Chirurg. 2015; 86 (3): 228–33.

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.

4. *Bokeriya L.A., Stupakov I.N., Gudkova R.G.* Successes and problems of Russian cardiac surgery. Zdravookbranie 2012; 4: 24–33 (in Russian).

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. Rany i ranevye infektsii. Zhurnal im. prof. V.M. Kostyuchenka. 2015; 2 (4): 15–25. DOI: 10.17650/2408-9613-2015-2-4-15-26 (in Russian).

6. *Porkhanov V.A., Polyakov I.S., Kovalenko A.L., Sirota A.A.* Modern tactics of treatment of postoperative sternomediastinitis using vacuum dressings. Rany i ranevye infektsii: materialy I Mezhdunarodnogo kongressa. Moscow 2012; 277–278 (in Russian).

7. *Lednev P.V., Belov Yu.V., Stonogin A.V., Lysenko A.V., Salagaev G.I.* Postoperative sternomediastinitis. Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova 2018; 4: 84–89. DOI: 10.17116/hirurgia2018484-89 (in Russian).

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. *Nazarchuk A.A., Faustova M.A., Koldiy S.A.* Microbiological characteristics of infectious complications, topical aspects of their prevention and treatment in surgical patients. Novosti khirurgii 2019; 27 (3): 318–327 (in Russian).

10. *Granichnaya N.V., Zaytseva E.A., Pyatko V.E.* Microbiological monitoring and antibiotic resistance of coagulase-negative staphylococci isolated from patients of a cardiac surgery hospital. Zdorov'e. Meditsinskaya mik-

robiologiya. Nauka 2017; 1 (68): 24–29. DOI: 10.528/zenodo.345607 (in Russian).

11. *Popov D.A.* Postoperative infectious complications in cardiac surgery. *Annaly khirurgii* 2013; 5: 15–21 (in Russian).

12. *Vachev A.N., Koryttsev V.K., Adysbirin-Zade E.E., Gladyshev V.V., Kalimullin Kh.A.* Differentiated approach in the treatment of patients with sternomediastinitis after cardiac surgery. *Vestnik khirurgii imeni I.I. Grekova* 2018; 177: 60–63. DOI: 10.24884/0042-4625-2018-177-2-60-63 (in Russian).

13. *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.

14. *Nikitenko V.I., Zakharov V.V., Borodin A.V., Simonenko E.V., Kopylov V.A., Fomina M.V.* The role of bacterial translocation in the pathogenesis of surgical infections. *Khirurgiya. Zhurnal imeni N.I. Pirogova* 2001; 2: 63–66 (in Russian).

15. *Bokeriya L.A., Beloborodova N.V.* Infection in cardiac surgery. Moscow: Izd-vo NTsSSKh im. A.N. Bakuleva RAMN 2007; 582 (in Russian).

16. *Arefeva L.I., Gorskaya E.M., Sevost'yanova O.A., Senchenko O.R., Gabrielyan N.I.* Infectious complications of bacterial nature in cardiovascular surgery. *RMZh* 2013; 3: 36–42 (in Russian).

17. *Kohlenberg A., Weitzel-Kage D., Van Der Linden P.* 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.

18. *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.

19. *Kokhan E.P., Dolgikh R.N., Asanov O.N., Potapov V.A., Ivankov M.P.* Treatment of postop-

erative mediastinitis in cardiac surgery patients. *Vestnik nats. mediko-khirurgicheskogo tsentra im. N.I. Pirogova* 2018; 13 (1): 127–131 (in Russian).

20. *Dubovyk O., Mishyna M., Malanchuk S., Kuzmenko A., Kozlov O.* Definition of etiological antibiotic sensitivity factors in purulent-inflammatory processes. *Georgian Med News* 2017; 10: 14–21.

21. *Walsh E.E., Greene L., Kirshner R.* Sustained reduction in methicillin-resistant Staphylococcus aureus wound infections after cardiothoracic surgery. *Arch Intern Med.* 2011; 171: 68–73. DOI: 10.1001/archinternmed.2010.326.

22. Global action plan on antimicrobial resistance. WHO, Geneva 2015, available at: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/193736/9789241509763_eng.pdf?sequence=1.

23. *Ottino G., De Paulus R., Pansini S., Rocca G., Tallone M.V., Comoglio C., Costa P., Orzan F., Morea M.* 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.

24. *Gelfand B.R., Belotserkovskiy B.Z., Milyukova I.A., Gelfand E.B.* Epidemiology and nosological structure of nosocomial infections in intensive care unit of multitype hospital. *Infektsii v khirurgii.* 2014; 12 (4): 24–36 (in Russian).

25. *Long C.B., Shah S.S., Lautenbach E., Coffin S.E., Tabbutt S., Gaynor J.W., Bell L.M.* 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.

26. *Berg R.D.* Bacterial translocation from the intestines. *Jikken Dobutsu.* 1985; 34 (1): 1–16. DOI: 10.1538/expanim1978.34.1_1.

27. *Bode L.G., Kluytmans J.A., Wertheim H.F., Bogaers D., Vandenbroucke-Grauls C.M., Roosen-daal R., Troelstra A., Box A.T., Voss A., Van Der Tweel I., Van Belkum A., Verbrugh H.A., Vos M.C.*

Preventing surgical-site infections in nasal carriers of *Staphylococcus aureus*. *N Engl. J Med.* 2010; 362 (1): 9–17. DOI: 10.1056/nejmoa0808939.

28. *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.

29. *Zolotukhin S.E., Bityukov D.S., Shpaichenko N.N., Makhneva A.V., Stepanyuk D.A.* Features of the development of bacteremia and sepsis in purulent-inflammatory complications of traumatic disease. *Trauma* 2011; 12 (3) (in Russian).

30. *Kasatov A.V., Gorovits E.S., Kuznetsova M.V.* On the possible mechanisms of infection of the sternal wound in infectious and inflammatory complications that developed after cardiac surgery. *Novosti khirurgii* 2020; 1: 16–23. DOI: 10.18484/2305-0047.2020.1.16 (in Russian).

31. *Bondarenko V.M., Matsulevich T.V.* Intestinal dysbacteriosis as a clinical and labora-

tory syndrome. M.: GEOTAR-Media 2007, 304 (in Russian).

32. *Mikbaylova N.A., Voevodin D.A., Poddubikov A.V.* Correction of dysbiosis is the basis of regenerative medicine. *ZhMEI.* 2018; 5: 107–113. DOI: 10.36233/0372-9311-2018-5-107-113 (in Russian).

33. *Kramer A., Pochhammer J., Walger P., Seifert U., Rubnke M., Harnoss J.C.* Erregerspektrum postoperativer komplikationen in der viszeralkirurgie. *Der Chirurg.* 2017; 88 (5): 369–376. DOI: 10.1007/s00104-017-0382-7.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов равноценен.

Поступила: 02.04.2023

Одобрена: 17.04.2023

Принята к публикации: 10.05.2023

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом: Касатов, А.В. Некоторые эпидемиологические аспекты инфекционно-воспалительных осложнений, возникающих после кардиохирургических вмешательств со стернальным доступом: обзор литературы / А.В. Касатов, Э.С. Горовиц // Пермский медицинский журнал. – 2023. – Т. 40, № 4. – С. 73–81. DOI: 10.17816/pmj40473-81

Please cite this article in English as: Kasatov A.V., Gorovitz E.S. Some epidemiological aspects of infectious and inflammatory complications of cardiac surgery with sternal access: literature review. *Perm Medical Journal*, 2023, vol. 40, no. 4, pp. 73-81. DOI: 10.17816/pmj40473-81