

УДК 617.541.1-06

DOI: 10.33454/1728-1261-2021-1-94-98

## Хирургическое лечение послеоперационного стерномедиастинита. Современное состояние (обзор литературы)

А. А. Шевченко<sup>1,2</sup>, Н. Г. Жила<sup>3</sup>, Е. А. Кашкаров<sup>2</sup>, К. С. Шевченко<sup>4</sup>

<sup>1</sup> КГБОУ ДПО «Институт повышения квалификации специалистов здравоохранения» МЗ ХК, 680009, г. Хабаровск, ул. Краснодарская, 9; тел. +7 (4212) 27-25-10; e-mail: zdravdv@ipksz.khv.ru

<sup>2</sup> КГБУЗ «Краевая клиническая больница № 1» им. проф. С. И. Сергеева МЗ ХК, 680009, г. Хабаровск, ул. Краснодарская, 9; тел. +7 (4212) 39-05-72; e-mail: kkb1@dvmc.khv.ru

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, 194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская, 2; тел. +7 (812) 542-93-57; e-mail: nzhila@list.ru

<sup>4</sup> КГБУЗ «Туберкулезная больница» МЗ ХК, 680009, г. Хабаровск, ул. Карла Маркса, 109а; тел. +7 (4212) 27-47-35; e-mail: tb@ptd27.ru

## Surgical treatment of postoperative sternomediastinitis. Current state (Literature review)

А. А. Shevchenko<sup>1,2</sup>, N. G. Zhila<sup>3</sup>, Ye. A. Kashkarov<sup>2</sup>, K. S. Shevchenko<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Postgraduate Institute for Public Health Workers under Health Ministry of Khabarovsk Krai, 9 Krasnodarskaya Street, 680009, Khabarovsk, Russia; phone +7 (4212) 27-25-10; e-mail: zdravdv@ipksz.khv.ru

<sup>2</sup> Khabarovsk Krai Clinical Hospital № 1 named after professor S. I. Sergeev under Health Ministry of Khabarovsk Krai, 9 Krasnodarskaya Street, 680009, Khabarovsk, Russia; phone +7 (4212) 39-05-72; e-mail: kkb1@dvmc.khv.ru

<sup>3</sup> St. Petersburg State Pediatric Medical University under the Health Ministry of Russia, 2 Litovskaya Street, 194100, St. Petersburg, Russia; phone +7 (812) 542-93-57; e-mail: nzhila@list.ru

<sup>4</sup> Tuberculosis Hospital under the Health Ministry of Khabarovsk Krai, 109a Karl Marx Street, 680009, Khabarovsk, Russia; phone +7 (4212) 27-47-35; e-mail: tb@ptd27.ru

В настоящее время в торакальной хирургии при лечении стерномедиастинита наиболее часто используется двухэтапная методика, включающая раннюю первичную хирургическую обработку раны, процесс подготовки раны к реконструкции с использованием вакуумной терапии и в заключение реконструктивные операции с сохранением ткани грудины либо полным ее удалением. На завершающем этапе оперативного лечения применяются различные виды миопластики и оментопластики, при этом чаще используются выделенные лоскуты больших грудных мышц. Лечение рассматриваемой патологии требует междисциплинарного подхода с участием торакальных хирургов, кардиохирургов и пластических хирургов и в оптимальном варианте должно проводиться в специализированных торакальных хирургических стационарах, что значимо улучшает результаты лечения стерномедиастинита.

**Ключевые слова:** послеоперационный стерномедиастинит; остеомиелит грудины; торакальная хирургия; осложнения кардиохирургических операций.

Currently, in thoracic surgery in the treatment of sternomediastinitis, a two-stage technique is most often used, including early primary surgical treatment of the wound, the process of preparing the wound for reconstruction, using vacuum therapy, and, in conclusion, reconstructive operations with preservation of the sternum tissue or its complete removal. At the final stage of surgical treatment, various types of myoplasty and omentoplasty are used, while isolated flaps of the pectoralis major muscles are more often used. Treatment of the pathology under consideration requires an interdisciplinary approach with the participation of thoracic surgeons, cardiac surgeons and plastic surgeons and, in the optimal variant, should be carried out in specialized thoracic surgical hospitals, which significantly improves the results of sternomediastinitis treatment.

**Key words:** postoperative sternomediastinitis; osteomyelitis of the sternum; thoracic surgery; complications of cardiac surgery.

### Современное лечение послеоперационного стерномедиастинита

На современном этапе наиболее часто осуществляется двухэтапное лечение стерномедиастинита [3, 23, 39], включающее раннюю первичную хирургическую обработку раны [43], процесс подготовки раны к реконструкции, с

использованием чаще всего вакуумной терапии [14, 35] и в заключение – реконструктивные операции с сохранением ткани грудины [15] либо полным ее удалением [32]. При сохранности костной ткани восстановление целостности грудины выполняют узловыми, Z-образными или серкляжными швами стальной хирургиче-

ской проволокой [1]. Другие авторы [14] предлагают производить реостеосинтез грудины при помощи никелид-титановых скоб с эффектом памяти. В случаях несостоятельности ткани грудины осуществляют реостеосинтез П-образными проволочными швами через тело грудины или хрящи на металлических перфорированных пластинах, при этом частота рецидива составила 16,2 % – в 5,4 % случаев произведены повторные хирургические вмешательства [14]. Позднее В. А. Горбунов (2017) предложил выполнять реостеосинтез грудины П-образными швами на прокладках из титановой сетки. Другие отечественные авторы [9, 12] разработали оригинальный трубчатый сетчатый имплант на основе никелид-титана, который используется при реостеосинтезе.

Эластичность, прочность, биологическая инертность, коррозионная стойкость, возможность прорастания соединительной тканью – преимущества предложенного импланта. Однако отмечены и недостатки: необходимость использования дополнительного оборудования (изогнутый оригинальный троакар), избыточная масса импланта, невозможность применения при фрагментации грудины. Объем резекции грудины, по мнению отечественных авторов [15], должен определяться индивидуально, в соответствии со степенью вовлечения в воспалительный процесс ткани грудины и хрящей. К экстирпации грудины с резекцией реберных хрящей Ю. В. Белов (2015) рекомендует прибегать крайне редко. На завершающем этапе хирургического вмешательства также используются различные виды миопластики (чаще – выделенные лоскуты больших грудных мышц) и оментопластики. В. Carlesimo (2014) сообщил о положительных отдаленных результатах миопластики лоскутами грудных мышц, не имеющих рецидива инфекции в будущем и не требующих повторных операций.

Другие авторы [15] в качестве реконструктивной миопластики дефекта грудной стенки после удаления грудины предлагают комбинированную пластику грудной мышцы одновременно с молочной железой, однако косметический результат в таких случаях признать удовлетворительным сложно. Достаточно часто с целью пластики дефекта грудной стенки используется прямая мышца живота [18, 41], лоскут широчайшей мышцы спины [17, 25], а с целью профилактики сером в месте забора лоскута предлагается использовать тканевой клей [8]. Головтеев В. В. и соавт. (2002) в случаях обширного дефекта грудной стенки после удаления грудины предложили комбинировать сетчатые импланты с миопластикой. Т. Kobayashi (2011) проанализировал протоколы

лечения пациентов с послеоперационным стерномедиастинитом, выявленным в течение 2–6 недель после кардиохирургических операций при отсутствии факторов риска (II тип по классификации El Oakley R., 1997), включающих активную раннюю хирургическую обработку раны, период терапии раны отрицательным давлением от 100 до 120 мм рт. ст., перевязки каждые 2–7 дней в зависимости от экссудации и выполнение на завершающем этапе тотальной экстирпации грудины с оментомиопластикой и с лоскутами грудных мышц. Отмечено, что разработанная тактика позволила снизить длительность лечения стерномедиастинита и исключить вероятность рецидива инфекции, которого по результатам исследования в группе с новой стратегией лечения не отмечено.

Отечественные авторы [5] для пластики дефекта грудной стенки предложили использовать деэпидермизированные кожно-фасциальные лоскуты грудной стенки. O'Keefe N. и соавт. (2019) разработали методику измерения лоскутов грудных мышц с целью прогнозирования эффективности миопластики и закрытия проблемного дистального конца грудины. Корымасов Е. А. и соавт. (2015) предложили при остеомиелите грудины и ребер выполнять ограниченную секвестрэктомии, удалять лигатуры. Дальнейшее заживление раны происходит вторичным путем. По нашему мнению, это приводит к волнообразному течению воспалительного процесса и пролонгирует длительность лечения. При глубоких формах стерномедиастинита выполняется санация средостения вакуумированием, и после очищения раны производится широкое раскрытие гнойной полости для адекватного оттока гноя, удаляются инородные тела и измененные ткани. Затем выполняется реконструктивная операция по ликвидации полости в грудине или средостении, при возможности со стабилизацией грудной клетки. С целью профилактики нарушения функции внешнего дыхания вследствие возможного развития нестабильности грудино-реберного каркаса лигатуры удаляют вторым этапом после санационной терапии отрицательным давлением. Реконструктивному этапу подвергаются раны при уровне обсеменения менее  $10^3$ , при этом полная элиминация раны достигается лишь у 45 % больных. Вачев А. Н. и соавт. (2018) пришли к выводу, что при стерномедиастините, проявляющемся впервые более чем через 6 недель после кардиохирургической операции (V тип по классификации El Oakley R., 1997), возможно одноэтапное лечение с одномоментным выполнением санационного и реконструктивного элементов, при стерномедиастините I–IV типов необо-

димо выполнение двухэтапного лечения, при этом следует ориентироваться на колонизацию раны – при выделении монокультуры менее  $10^3$ – $10^4$  производить пластический этап оперативного лечения.

Зарубежные авторы [16, 24] предлагают выполнять реконструктивную операцию, включающую миопластику и использование 3–4 титановых пластин с целью сохранения каркасности и стабильности грудной клетки. При этом авторы указывают на снижение рецидива инфекции с 26,9 до 5,6 %. Отечественные авторы [10] также отмечают необходимость восстановления каркасности грудной клетки по завершении лечения стерномедиастинита, так как это сохраняет необходимую биомеханику дыхания и позволяет предупредить такие осложнения, как грыжи передней стенки грудной клетки. В зарубежной литературе [21, 29, 34] представляются наблюдения благоприятного использования аллогенной трансплантации кости с целью стабилизации грудины в реконструктивной операции. Такой материал имеет оптимальные механические свойства, биосовместим с материнской костью и обладает более низким риском инфицирования по сравнению с синтетическими материалами. М. Н. Zor (2014) представил результаты успешного лечения 5 больных с обширными дефектами передних отделов грудной клетки после остеомиелита с использованием ячеистого титанового имплантата, который дополняет торакооментопластику и пластику прямой мышцей живота. Другие авторы [37] выполняют лоскутную пластику дефекта, а для стабилизации грудной клетки используют металлические импланты.

Зарубежные специалисты [20, 27] описывают случаи успешного применения свободного кожно-мышечного лоскута переднебоковой поверхности бедра в лечении стерномедиастинита. Semlacher R. A. и соавт. (2019) в лечении стерномедиастинита у младенца провели терапию отрицательным давлением и применили бесклеточный дермальный матрикс с положительным результатом. А по данным отечественных источников [14], при выполнении реостеосинтеза хирурги втирали в спилы грудины пасту с ванкомицином, что позволило избежать рецидива инфекции в 100 % случаев.

Согласно данным Кохан Е. П. и соавт. (2018), комплексная терапия обязательно должна включать патогенетические местные методы лечения стерномедиастинита. С этой целью стали применять гипербарическую оксигенотерапию в период подготовки раны к реконструктивной операции дополнительно к основной терапии [33]. А. Orenstein (2005) в лечении открытой раны использует суспен-

зию активированных макрофагов. Другими авторами [30, 40] предложено использовать даптомицин, при этом указано, что осложнения в виде поверхностной инфекции в послеоперационном периоде отмечены у 8,5 % пациентов. Varnea Y. и соавт. (2016) доказана эффективность далбаванцина в лечении стерномедиастинита, вызванного метициллинрезистентным золотистым стафилококком в эксперименте на крысах, а Guzek A. и соавт. (2018) успешно использовали далбаванцин у больного со стерномедиастинитом.

Отечественные авторы [3] установили, что при положительной клинической динамике лечения стерномедиастинита и остеомиелита грудины увеличиваются С-реактивный белок, СОЭ и лейкоцитоз, а также нарастают анемия и гипоальбуминемия, что должно учитываться в процессе лечения.

Эффективность лечения стерномедиастинита зависит от времени диагностики заболевания от начала осложнения, стабильности грудины и объема ее поражения, состояния окружающих мягких тканей, сопутствующей патологии, а также выраженности экссудативно-деструктивного воспаления [11]. По мнению Корымасова Е. А. и соавт. (2015), важным условием для достижения положительного результата в лечении стерномедиастинита является строгое соблюдение преемственности и своевременные показания для завершающего реконструктивного этапа операции, что достигается при условии лечения пациента непосредственно в торакальном хирургическом отделении, где возможно выполнение комплекса всех мероприятий по лечению гнойного осложнения. По наблюдениям авторов [13], 26,5 % больных со стерномедиастинитом до госпитализации в специализированное торакальное отделение получали хирургическое лечение в кардиоцентре либо общехирургическом стационаре. Результаты лечения и прогнозы данной группы больных были менее значимыми в сравнении с теми, кто первично был оперирован в специализированном торакальном отделении.

Таким образом, при всем многообразии исследований и множестве хирургических способов в настоящее время не существует универсальной схемы оперативного лечения послеоперационного остеомиелита грудины и стерномедиастинита. Разработанные оригинальные методики лечения имеют идеальные показатели при использовании самими авторами, но не другими специалистами [1, 2, 9, 13, 14, 15, 31, 32]. Следовательно, остается актуальным вопрос дальнейшей разработки инновационных технологий оперативного лечения рассматриваемой патологии.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Выбор метода остеосинтеза грудины у пациентов с постстернотомным медиастинитом / В. А. Горбунов, Р. К. Джорджикия, М. Н. Мухарьямов и др. // Казан. медицинский журнал. – 2017. – Т. 98, № 3. – С. 456–461.
2. Головтеев, В. В. Лечение инфекционных поражений грудной клетки / В. В. Головтеев, Г. А. Вишневская, А. А. Вишневский // *Анналы пласт., реконструктив. и эстет. хирургии.* – 2002. – № 4. – С. 41–42.
3. Динамика показателей клинических лабораторных тестов у больных с послеоперационным остеомиелитом грудины и ребер / А. В. Касатов, Ю. В. Трефилова, Э. С. Горовиц, О. А. Тилмашева // *Перм. мед. журн.* – 2015. – Т. 32, № 1. – С. 18–23.
4. Дифференцированный подход при лечении больных со стерномедиастинитом после кардиохирургических операций / А. Н. Вачев, В. К. Корытцев, Э. Э. Адыширин-Заде и др. // *Вестн. хирургии.* – 2018. – Т. 177, № 2. – С. 60–63.
5. К вопросу о реконструктивно-восстановительном этапе лечения у больных послеоперационными стерномедиастинитами / В. М. Бельских, В. Г. Самодай, Н. В. Солод, И. В. Юргелас // *Вестн. новых мед. технологий.* – 2005. – Т. 12, № 3–4. – С. 150.
6. Клинические рекомендации по хирургическому лечению больных послеоперационным медиастинитом и остеомиелитом грудины и ребер / Ассоц. торах. хирургов России; В. А. Порханов, А. А. Печетов, В. А. Митиш и др. – СПб., 2014. – 25 с.
7. Лечение послеоперационного медиастинита у кардиохирургических больных / Е. П. Кохан, Р. Н. Долгих, О. Н. Асанов и др. // *Вестн. Нац. мед.-хирург. центра им. Н. И. Пирогова.* – 2018. – Т. 13, № 1. – С. 127–131.
8. Методы остеосинтеза грудины в лечении и профилактике осложнений срединной стернотомии / М. В. Шведова, Я. Д. Анфиногенова, Г. Ц. Дамбаев, А. Н. Вусик // *Сиб. мед. журн.* – 2016. – Т. 31, № 3. – С. 26–32.
9. Новый способ хирургического лечения хронического стерномедиастинита с использованием импланта из никелида титана / М. В. Шведова, Г. Ц. Дамбаев, А. Н. Вусик и др. // *Сиб. мед. журн.* – 2013. – № 4. – С. 119–121.
10. Опыт хирургического лечения глубоких послеоперационных осложнений срединной стернотомии / М. В. Шведова, Г. Ц. Дамбаев, А. Н. Вусик, В. М. Гуляев // *Казан. мед. журн.* – 2014. – Т. 95, № 6. – С. 811–816.
11. Потемкин, А. В. Особенности комплексной диагностики и хирургической тактики в лечении послеоперационного стерномедиастинита / А. В. Потемкин, В. Э. Цейликман // *Гений ортопедии.* – 2011. – № 4. – С. 67–70.
12. Применение вакуумной терапии в лечении послеоперационного стерномедиастинита: первый опыт / А. А. Фурал, С. П. Шава, М. А. Капустин и др. // *Тихоокеан. мед. журн.* – 2017. – № 2. – С. 77–79.
13. Стратегия и тактика хирургического лечения инфекционных осложнений после стернотомии / Е. А. Корьмасов, С. Ю. Пушкин, А. С. Бенян, М. А. Медведчиков-Ария // *Раны и раневые инфекции.* – 2015. – Т. 2, № 4. – С. 15–25.
14. Тактика ведения постстернотомного медиастинита у кардиохирургических пациентов / В. А. Горбунов, Р. К. Джорджикия, М. Н. Мухарьямов, И. И. Вагизов // *Хирургия.* – 2016. – № 11, вып. 2. – С. 41–45.
15. Хирургическое лечение послеоперационного гнойного стерномедиастинита / Ю. В. Белов, Р. Н. Колмаров, С. В. Чернявский и др. // *Хирургия.* – 2015. – № 7. – С. 85–87.
16. A simple protocol for the management of deep sternal surgical site infection: a retrospective study of twenty-five cases / Y. J. Shih, S. C. Chang, C. H. Wang et al. // *Surgical Infectious (Larchmt).* – 2014. – № 15 (6): Dec. – P. 815–820. doi: 10.1089/sur.2013.245.
17. Akhtar, S. Our early experience in the use of tissue glue to reduce the incidence of seroma formation from the latissimus dorsi flap donor site 16 / S. Akhtar, G. E. Spyrou, R. le Fourie // *Plastic and Reconstructive Surgery.* – 2005. – № 116 (1): Jul. – P. 347–348.
18. Arteriovenous Loop-Independent Free Flap Reconstruction of Sternal Defects after Cardiac Surgery / U. Dornseifer, C. Kleeberger, D. Ehrl et al. // *J. of Reconstructive Microsurgery.* – 2016. – № 32 (7): Sep. – P. 506–512. doi: 10.1055/s-0036-1578815. Epub 2016 Feb 26.
19. Cadaveric evaluation of sternal reconstruction using the pectoralis muscle flap / N. O'Keefe, E. Concannon, A. Stanley et al. // *ANZ J. of Surgery.* – 2019 – Jun 2. doi: 10.1111/ans.15268.
20. Chiang, I.H. Treatment of Sternal Wound Infection Using a Free Myocutaneous Flap 20 / I. H. Chiang, S. G. Chen, C. H. Wang // *The Annals of Thoracic Surgery.* – 2015. – № 100 (5): Nov. – P. 1907–1910. doi: 10.1016/j.athoracsur.2015.01.078.
21. Dalbavancin treatment in a deep sternal wound MRSA infection after coronary artery bypass surgery: a case report / A. Guzek, G. Suwalski, D. Tomaszewski, Z. Rybicki // *J. of Cardiothoracic Surgery.* – 2018. – № 13 (1) : Jan 5. – P. 3. doi: 10.1186/s13019-017-0690-5.
22. Deep sternal wound infection after open heart surgery: current treatment insights. A retrospective study of 36 cases / R. M. Schols, T. M. Lauwers, G. G. Geskes et al. // *Europ. J. of Plastic Surgery.* – 2011. – № 34. – P. 487–492. doi: 10.1007/s00238-011-0573-2.
23. Efficacy of dalbavancin in the treatment of MRSA rat sternal osteomyelitis with mediastinitis / Y. Barnea, A. Lerner, A. Aizic et al. // *J. of Antimicrobial Chemotherapy.* – 2016. – № 71 (2): Feb. – P. 460–463. doi: 10.1093/jac/dkv357. Epub 2015 Oct 30.
24. Fansa, H. Treatment of infected median sternotomy wounds with a myocutaneous latissimus dorsi muscle flap 25 / H. Fansa, S. Handstein, W. Schneider // *Scandinavian Cardiovascular J.* – 1998. – № 32 (1). – P. 33–39.
25. Fibula allograft sandwich technique for the reconstruction of sternal nonunion after cardiac surgery / C. Ersoy, A. Ozyuksel, M. Malkoc et al. // *The Annals of Thoracic Surgery.* – 2014. – № 98. – e51–53.
26. Free latissimus dorsi flap for chest wall repair after complete resection of infected sternum / A. Banic, H. B. Ris, D. Erni, H. Striffeler // *The Annals of Thoracic Surgery.* – 1995. – № 60 (4) : Oct. – P. 1028–1032.
27. Long-term result of bilateral pectoralis major muscle advancement flap in median sternotomy wound infections / B. Carlesimo, F. Lo Torto, A. Rossi et al. // *Europ. Rev. for Medical and Pharmacological Sciences.* – 2014. – № 18 (24). – P. 3767–3772.
28. Management of Large Sternal Wound Infections With the Superior Epigastric Artery Perforator Flap / H. Eburderly, J. L. Grolleau, C. Berthier et al. // *The Annals of Thoracic Surgery.* – 2016. – № 101 (1): Jan. – P. 375–377. doi: 10.1016/j.athoracsur.2015.06.032.
29. Mediastinitis in patients undergoing cardiopulmonary bypass: risk analysis and midterm results / R. El Oakley, E. Paul, P. S. Wong et al. // *The J. of Thoracic and Cardiovascular Surgery.* – 1997. – № 38 (6) : Dec. – P. 595–600.
30. Midterm results after treatment of gram-positive deep sternal wound infections with daptomycin for cardiac surgery patients / R. K. Ort, F. A. Jebran, C. Bireta et al. // *J. of Cardiothoracic Surgery.* – 2013 – № 8: Jan 26. – P. 21. doi: 10.1186/1749-8090-8-21.
31. Mills, C. The role of hyperbaric oxygen therapy in the treatment of sternal wound infection / C. Mills, P. Bryson // *Europ. J of Cardiothoracic Surgery.* – 2006. – № 30 (1) : Jul. – P. 153–159.
32. Reconstruction of massive post-sternotomy defects with allogeneic bone graft: four-year results and experience using the method / M. Kalab, J. Karkoska, M. Kaminek et al. // *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery.* – 2016. – № 22. – P. 305–513.

33. Resynthesis of sternal dehiscence with autologous bone graft and autologous platelet gel / M. Lusini, A. Di Martino, C. Spadaccio et al. // *J. of Wound Care*. – 2012. – Vol. 21 (2). – P. 76–77.
34. Secondary omental and pectoralis major double flap reconstruction following aggressive sternectomy for deep sternal wound infections after cardiac surgery / T. Kobayashi, A. Mikamo, H. Kurazumi et al. // *J. of Cardiothoracic Surgery*. – 2011. – № 6. – P. 56. Published online 2011 April 18. doi: 10.1186/1749-8090-6-56.
35. Semlacher, R. A. Successful management of absent sternum in an infant using porcine acellular dermal matrix 39 / R. A. Semlacher, M. A. K. Nuri // *Arch. of Aesthetic Plastic Surgery*. – 2019. – Apr. 11. doi: 10.5999/aps.2018.00829.
36. Single-stage repair of the anterior chest wall following sterna distraction complicated by mediastinitis / M.H. Zor, M. Acipayam, H. Bayram et al. // *Surg. Today*. – 2014. – № 44 (8). – P. 1476–1482. doi: org/10.1007/s00595-013-0737-8.
37. Superior epigastric artery perforator flap salvage reconstruction of deep sternal wound infection / D. B. Saleh, D. Marinceu, M. Loubani, P. R. Stanley // *J. of. Plastic Reconstructive & Aesthetic Surgery*. – 2014. – № 67 (7): Jul. – P. 1009–1011. doi: 10.1016/j.bjps.2014.01.029.
38. Therapy options in deep sternal wound infection: Sternal plating versus muscle flap / M. Grapow, M. Haug, C. Tschung et al. // *PLoS One*. – 2017. – № 12 (6): Jun. 30. – e0180024. doi: 10.1371/journal.pone.0180024. eCollection 2017.
39. Transomental titanium plates for sternal osteomyelitis in cardiac surgery / F. Sansone, C. Mossetti, M. C. Bruna et al. // *J. of Cardiothoracic Surgery*. – 2011. – Vol. 26 (6). – P. 600–603.
40. Treatment of deep sternal wound infections post-open heart surgery by application of activated macrophage suspension / A. Orenstein, E. Kachel, A. Zulloff-Shani et al. // *Wound Repair and Regeneration*. – 2005. – № 13 (3) : May-Jun. – P. 237–242.
41. Treatment of gram-positive deep sternal wound infections in cardiac surgery-experiences with daptomycin / A. F. Popov, J. D. Schmitto, A. F. Jebran et al. // *J. of Cardiothoracic Surgery*. – 2011. – № 6. – P. 112. doi: 10.1186/1749-8090-6-112.
42. Two-stage management of sternal wound infection using bilateral pectoralis major advancement flap / C. H. Wong, S. Senewiratne, B. Garlick, D. Mullany // *Europ. J. of Cardio-Thoracic Surgery*. – 2006 – № 30 (1): Jul. – P. 148–152.
43. Wang, W. Titanium plate fixation versus conventional approach in the treatment of deep sternal wound infection / W. Wang, S. Wang // *J. of Cardiothoracic Surgery*. – 2016. – № 11: Apr. 8. – P. 46. doi: 10.1186/s13019-016-0458-3.