

DOI: 10.33454/1728-1261-2021-4-86-90

УДК 617.54-06:616-002

Факторы риска и меры профилактики послеоперационного стерномедиастинита (Обзор литературы)

А. А. Шевченко^{1,2}, Н. Г. Жила³, Е. А. Кашкаров², К. С. Шевченко⁴, А. Е. Кашкарова⁵

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

² 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

³ ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» МЗ России, 194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, 2, тел.: +7(812) 542-93-57; press@gpma.ru

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

⁵ КГБУЗ "Детская краевая клиническая больница" имени А. К. Пиотровича МЗ ХК; 680003, г. Хабаровск, ул. Прогрессивная 6; тел.: +7 (4212) 91-04-13; e-mail: dkkb@dkkb.medkhv.ru

Risk Factors and Prevention Measures for Postoperative Sternomediastinitis (Literature Review)

А. А. Shevchenko^{1,2}, N. G. Zhila³, E. A. Kashkarov², K. S. Shevchenko⁴, A. E. Kashkarova⁵

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

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

³ St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of Russia, 2 Litovskaya Street, St. Petersburg, Russia; zip code: 194100; phone +7 (812) 542-93-57; press@gpma.ru

⁴ The Tuberculosis Hospital under Health Ministry of Khabarovsk Krai; 109A Karl Marx Street, Khabarovsk, Russia; zip code: 680009; phone +7 (4212) 27-47-35; e-mail: tb@ptd27.ru

⁵ Khabarovsk Krai Clinical Hospital named after A.K. Piotrovich under Health Ministry of Khabarovsk Krai; 6 Progressivnaya Street Khabarovsk, Russia, zip code: 680003; phone +7 (4212) 91-04-13; e-mail: dkkb@dkkb.medkhv.ru

Срединная стернотомия остается наиболее частым доступом в кардиохирургии, при этом послеоперационный стерномедиастинит является одним из наиболее тяжелых осложнений трансстерального доступа. В статье проанализированы предоперационные факторы риска развития данного осложнения, включающие сопутствующую патологию, конституциональные особенности, вредные привычки, длительность пребывания в стационаре, экстренность операции. Также отмечено, что интраоперационные факторы риска состоят из технических погрешностей выполнения операции, интраоперационных особенностей хода оперативного вмешательства, характера выбора шунта при васкуляризации миокарда и завершающего этапа операции. Послеоперационные факторы риска включают особенность ведения послеоперационного периода у кардиохирургических больных, которые могут привести к развитию стерномедиастинита. Проведен анализ предпринимаемых кардиохирургами мер профилактики развития данного осложнения.

Ключевые слова: срединная стернотомия, стерномедиастинит, кардиохирургия, факторы риска.

Median sternotomy remains the most common access in cardiac surgery, while postoperative sternomediastinitis is one of the most severe complications of the transsternal approach. The article analyzes the preoperative risk factors for the development of this complication, including concomitant pathology, constitutional features, bad habits, length of hospital stay, and the urgency of the operation. It was also noted that intraoperative risk factors consist of technical errors in the performance of the operation, intraoperative features of the course of surgery, the nature of the choice of the shunt during myocardial vascularization and the final stage of the operation. Postoperative risk factors include the specific management of the postoperative period in cardiac surgery patients, which can lead to the development of sternomediastinitis. The analysis of measures taken by cardiac surgeons to prevent the development of this complication was carried out.

Key words: median sternotomy, sternomediastinitis, cardiac surgery, risk factors.

Срединная стернотомия остается наиболее частым доступом в кардиохирургии, несмотря на широкое развитие эндоваскулярных и гибридных малоинвазивных методик доступа [5].

После срединной стернотомии в костной ткани развивается реактивное воспаление костного мозга, которое приводит к отеку, полнокровию и замедлению тока крови в грудине [9].

В дальнейшем в основе развития послеоперационного стерномедиастинита лежит ишемический некроз грудины с формированием секвестров, который редко ограничивается поражением только грудины [3]. При этом авторы [25, 36] акцентируют внимание на том факте, что послеоперационный стерномедиастинит сопровождается ранней внутрибольничной летальностью, составляющей 7 %, в то время как у пациентов, не имеющих воспалительных изменений грудины, показатель летальности значительно меньше – 1,8 %.

Также следует отметить, что длительное дорогостоящее лечение послеоперационных осложнений кардиохирургических вмешательств заставляет задуматься об экономической составляющей лечения [15]. Стоимость лечения глубокой послеоперационной инфекции грудины нередко превышает в два раза стоимость лечения кардиохирургических пациентов без стерномедиастинита [15].

Факторы риска

Многочисленные проспективные и ретроспективные исследования указывают на множество предикторов, влияющих на возможность развития воспалительных послеоперационных осложнений грудины [33]. Существующие факторы риска были разделены на предоперационные, интраоперационные и послеоперационные [4].

Предоперационные факторы риска

Среди предоперационных факторов чрезвычайно значима коморбидность пациентов, а сопутствующая патология наиболее часто связана с сахарным диабетом [38], который повышает риск развития инфекционных осложнений в 0,21– 3,02 раза [7, 38].

Ожирение, несомненно, относится к одним из самых распространенных факторов риска, при этом риск развития послеоперационного стерномедиастинита повышается от 2,0 до 3,2 раза в зависимости от степени выраженности ожирения кардиохирургических пациентов [20, 27].

Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) также является предиктором осложнения [24], что обусловлено генерализованной гипоксемией тканей, а также применением глюкокортикостероидов в периоперационном периоде, которые отрицательно влияют на процессы тканевой репарации. При этом ХОБЛ чаще приводит к нестабильности грудины вследствие выраженного кашлевого синдрома в раннем послеоперационном периоде, усталости швов, ослабления или прорезывания швов грудины [34].

К фоновым заболеваниям, приводящим к данному послеоперационному воспалительному осложнению, относят остеопороз, хроническую почечную недостаточность [38], заболевания периферических сосудов, хроническую застойную сердечную недостаточность, низкую фракцию сердечного выброса. Курение также приводит к осложненному течению послеоперационного периода, повышая риск стерномедиастинита в 3,27 раза [25]. Важным фактором риска является пожилой и старческий возраст [24].

Частота воспалительных осложнений трансстернального доступа у детей достигает 5 % [27], а среди факторов риска выделяют длительность предоперационного пребывания пациентов в лечебном учреждении, продленная ИВЛ, инотропная поддержка в послеоперационном периоде и длительное нахождение в реанимационном отделении [30].

Зарубежные авторы [22] изучали психоэмоциональный фон у пациентов перед кардиохирургической операцией и отмечали связь между наличием у них депрессивного состояния и развитием инфекционных осложнений в послеоперационном периоде.

Несомненно, имеет значение и экстренный характер кардиохирургической операции [38], что значительно повышает риск развития стерномедиастинита по сравнению с плановыми хирургическими вмешательствами.

Интраоперационные факторы риска

Интраоперационные факторы можно разделить на факторы оперативного доступа, факторы оперативного приема и факторы завершения операции. К первой группе факторов риска следует отнести нарушение симметрии доступа при выполнении стернотомии, что в 3,6 раза увеличивает вероятность развития данного осложнения [Jacobson JY]. По данным А.А. Вишневого (2012), асимметрия доступа стала предиктором в развитии послеоперационного стерномедиастинита у 33,3 % пациентов [2].

Длительное проведение искусственного кровообращения повышает риски стерномедиастинита, выполнение баллонной контрпульсации аорты [8, 29] также неблагоприятно влияет на течение послеоперационного периода у больных с рассматриваемой патологией.

Использование костного воска с целью остановки кровотечения из ткани грудины ухудшает заживление губчатой кости, так как он угнетает активность остеобластов и костную регенерацию [37].

Излишняя электрокоагуляция во время операции приводит к некрозу тканей и нарушению процессов репарации в послеопераци-

онном периоде, поэтому, по мнению Н. Nishida (1991), наиболее рационально использовать точечную коагуляцию только для проведения гемостаза [17].

Выбор трансплантата для выполнения коронарного шунтирования чрезвычайно значим при выполнении кардиохирургической операции. Так, аутовены удобно выделяются, эластичны, всегда достаточной длины, но важным недостатком их является то, что при длительном функционировании в артериальном русле они достаточно быстро подвергаются дегенеративным изменениям [7]. Внутренняя грудная артерия наиболее оптимально подходит в качестве шунта для коронарных артерий. Однако М. Carrier (1992), изучив гемодинамические показатели кровоснабжения грудины до и после стернотомии с забором внутренней грудной артерии, пришел к выводу, что данное хирургическое вмешательство значительно деваскуляризирует ткань грудины [19]. Бимаммарное шунтирование увеличивает риск развития стерномедиастинита в 3,2 раза [31].

Понимая, что использование внутренней грудной артерии нарушает кровоснабжение грудины, хирурги находятся в поиске наиболее оптимального трансплантата для реваскуляризации миокарда и в то же время не нарушающего кровоснабжение органов и тканей. На современном этапе предложена техника скелетизированного забора трансплантата маммарной артерии, позволяющая сохранить коллатеральное кровоснабжение ткани грудины [14], тем самым обеспечивая адекватное заживление грудины с меньшим риском инфекции, что позволяет чаще выполнять бимаммарное шунтирование. Такая методика забора [14] при бимаммарном шунтировании позволила снизить развитие инфекции до 0,9 %, что сопоставимо с мономаммарокоронарным шунтированием.

Завершение кардиохирургической операции обязательно сопряжено с выполнением остеосинтеза грудины. Существующий определенный стандарт шва грудины проволочными стальными лигатурами [Stelly MM] в силу своей исторической давности и низкой стоимости имеет свои недостатки, включающие ишемию зоны кости в местах фиксации проволочных лигатур, не всегда полноценное сопоставление краев грудины, возможность прорезывания лигатур через грудину, возможность разрыва проволоки или ослабление узла в послеоперационном периоде [21]. При этом авторы [10] отмечают решающую роль надежной фиксации грудины в профилактике стерномедиастинита вследствие уменьшения частоты прорезывания лигатур и развития несостоятельности швов.

С течением времени появляется все больше инновационных методик остеосинтеза грудины [35], направленных на идеальное сопоставление краев, создание наиболее оптимального давления на костную ткань, максимальное снижение подвижности, что играет важную роль в профилактике осложнений [21].

Послеоперационные факторы риска

К послеоперационным факторам риска развития воспалительных осложнений относятся послеоперационное кровотечение, которое повышает риск осложнения в 3,1–5,4 раза [16, 31], а также длительное пребывание в отделении интенсивной терапии. Каждый час пребывания пациента в реанимации повышает риск развития стерномедиастинита в 1,2 раза [7].

По мнению Л.А. Бокерия (2014), повторные оперативные вмешательства, связанные с кровотечением, значительно удлиняют стационарное лечение, повышают риск воспалительных осложнений, при этом летальность может возрастать в 3 раза [1].

Трахеостомия в раннем послеоперационном периоде также увеличивает риск развития инфекции трансстернального доступа [18]. Это обусловлено высокой частотой контаминации инфекции от трахеостомы к ране грудины, при этом чаще всего вызывает инфекцию *Candida*, поэтому при продленной ИВЛ в качестве профилактики стерномедиастинита L. Tewarie (2015) рекомендует применять противогрибковые препараты [18].

О. Karabay (2005) отмечает частоту развития поверхностной инфекции при внутрикожном шве в пределах 16 %, при выполнении транскожного узлового шва – в 2 % случаев [26].

Меры профилактики

По данным литературы [13], строгое соблюдение правил асептики, проведения антибиотикопрофилактики при условиях хорошей хирургической техники позволяет снизить частоту стерномедиастинита до 0,25 %, а активный мониторинг инфекционного контроля в кардиохирургических стационарах, включающий дезинфекцию, маршрутизацию больных и персонала, обработку рук, правила надевания хирургической одежды операционной бригадой позволяет добиться значительного и устойчивого снижения уровня поверхностной и глубокой стернальной инфекции с 7,9–10 % до 0,45–2,8 % [7, 23].

Доказано, что периоперационное проведение антибиотикопрофилактики снижает частоту развития стерномедиастинита в послеоперационном периоде, в связи с чем это

мероприятие стало обязательным при проведении кардиохирургических операций [3, 4, 11].

Также установлено, что местное применение антибиотиков в ране в ходе операции обеспечивает более высокую концентрацию в зоне хирургического вмешательства и тем самым снижает токсическое действие на весь организм в целом, что наблюдается при системном их введении [11]. Впервые местное применение антибиотиков при данной патологии было осуществлено в 1987 году – проводилась комбинация орошения гентамицина с цефазолином с положительным результатом снижения частоты стерномедиастинита с 2,2 % до 0,46 % случаев [38]. Позже использовались коллагеновые губки с гентамицином, спрей гентамицина [32]. В 1989 году предложено местное использование ванкомицина [28], хотя в дальнейшем доказано отсутствие

эффективности применения пасты ванкомицина и развитие устойчивости микрофлоры [38], в результате чего от ванкомицина было решено отказаться. Однако в некоторых отечественных клиниках выполняется обработка спила грудины ванкомицином [6].

Таким образом, как видно из представленных данных, даже строгое применение различных мероприятий по профилактике стерномедиастинита не позволяет полностью исключить возможность развития этого гнойного осложнения у больных кардиохирургического профиля при операциях, выполненных трансстернальным доступом. Данное обстоятельство указывает на целесообразность разработки оптимального алгоритма с целью возможной минимизации факторов риска и повышения эффективности профилактики развития стерномедиастинита.

Список литературы

1. Бокерия, Л. А. Итоги научно-исследовательских работ по проблеме сердечно-сосудистой хирургии в 2013 г. / Л. А. Бокерия, Р. Г. Гудкова // Груд. и сердечно-сосудистая хирургия. – 2014. – № 3. – С. 28–36.
2. Вишневецкий, А. А. Асимметричная стернотомия как фактор риска в развитии послеоперационного стерномедиастинита / А. А. Вишневецкий, А. А. Печетов, Д. В. Даньков // Груд. и сердечно-сосудистая хирургия. – 2012. – № 2. – С. 19–23.
3. Иванов, С. П. Осложнения стернотомии и их профилактика при торакальных операциях / С. П. Иванов, Д. Г. Мустафин, А. С. Иванов // Астрах. мед. журнал. – 2012. – № 4. – С. 115–117.
4. Клинические рекомендации по хирургическому лечению больных послеоперационным медиастинитом и остеомиелитом грудины и ребер / В. А. Порханов, А. А. Печетов, В. А. Митши и др. – Краснодар: Москва, 2014. – 25 с.
5. Послеоперационные инфекционные осложнения срединной стернотомии у пациентов с патологией углеводного обмена / И. А. Нагибина, И. Н. Литвинова, Г. Ш. Бикинина и др. – DOI 10.24411/2308-1198-2019-12009 // Клин. и эксперимент. хирургия. Журн. им. акад. Б. В. Петровского. – 2019. – № 9 (2). – С. 66–70.
6. Послеоперационный стерномедиастинит / П. В. Леднев, Ю. Н. Белов, А. В. Стоногин и др. // Хирургия. – 2018. – № 4. – С. 84–89. – URL: <https://doi.org/10.17116/hirurgia2018484-89> (дата обращения: 08.11.2021).
7. Прогнозирование вероятности развития стеральной инфекции у кардиохирургических пациентов / Г. Г. Хубулава, Н. Н. Шихвердиев, П. Р. Фогт и др. // Вестн. хирургии. – 2018. – Т. 177, № 1. – С. 11–15. – URL: <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2018-177-1-11-15>.
8. Хирургическое лечение остеомиелита грудины и стерномедиастинита вследствие кардиохирургических операций / А. А. Шевченко, Н. Г. Жила, Е. А. Кашкаров, К. П. Топалов. – DOI 10.17116/hirurgia202109134 // Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова. – 2021. – № 9. – С. 34–39.
9. Хирургия грудной стенки: рук. / А. А. Вишневецкий, С. С. Рудаков, Н. О. Миланов и др. – М.: Изд. дом «Видар», 2005. – 312 с.: ил.
10. Alhalawani, A. M. F. A review of sternal closure techniques / Adel M. F. Alhalawani, Mark R. Towler // J. of Biomaterials Applications. – 2013. – № 28 (4). – С. 483–497. – URL: <https://doi.org/10.1177/0885328213495426>
11. Antibiotic concentrations in serum and wound fluid after local gentamicin or intravenous dicloxacillin prophylaxis in cardiac surgery / O. Friberg, I. Jones, L. Sjöberg et al. // Scand. J. of Infectious Diseases. – 2003. – № 35. – P. 251–254.
12. Asymmetric sternotomy and sternal wound complications: assessment using 3-dimensional computed tomography reconstruction / J. Y. Jacobson, M. E. Doscher, W. J. et al. – DOI 10.1097/IMI.000000000000107 // Innovations (Phila). – 2015. – № 10 (1): Jan. – P. 52–56.
13. Baskett, R. J. Is mediastinitis a preventable complication? A 10-year review / R. J. Baskett, C. E. MacDougall, D. S. Ross // The Annals of Thoracic Surgery. – 1999. – Vol. 67, № 2: Feb. – P. 462–465.
14. Bilateral internal thoracic artery harvest and deep sternal wound infection in diabetic patients / S. V. Deo, I. K. Shah, S. M. Dunlay et al. – DOI 10.1016/j.athoracsur.2012.11.068. Epub 2013 Jan. – text: electronic // The Annals of Thoracic Surgery. – 2013. – Vol. 95, № 3: Mar. – P. 862–869
15. Cost-Effectiveness of Negative Pressure Incision Management System in Cardiac Surgery / R. B. Hawkins, J. H. Mehaffey, E. J. Charles et al. – DOI 10.1016/j.jss.2019.02.046. Epub 2019 Apr 15 // J. of Surgical Research. – 2019. – № 240: Aug. – P. 227–235.
16. Deep sternal wound infection after cardiac surgery / H. Kubota, H. Miyata, N. Motomura et al. – DOI 10.1186/1749-8090-8-132 // J Cardiothorac Surg. – 2013 – № 8: May 20. – P. 132.
17. Discriminate use of electrocautery on the median sternotomy incision. A 0.16% wound infection rate / H. Nishida, R. K. Grooters, H. Soltanzadeh et al. // The J. of Thoracic and Cardiovascular Surgery. – 1991. – Vol. 101, № 3: Mar. – P. 488–494.
18. Does percutaneous dilatational tracheostomy increase the incidence of sternal wound infection - a single center retrospective of 4100 cases / L. Tewarie, R. Zayat, H. Haefner et al. – DOI 10.1186/s13019-015-0365-z // J. of Cardiothoracic Surgery. – 2015. – № 10: Nov 6. – P. 155.
19. Effect of internal mammary artery dissection on sternal vascularization / M. Carrier, J. Grégoire, F. Tronc et al. // The Annals of Thoracic Surgery. – 1992. – Vol. 53, № 1. – P. 115–119.
20. Efficacy of new multimodal preventive measures for post-operative deep sternal wound infection / Y. Konishi, N. Fukunaga, T. Abe et al. – DOI 10.1007/s11748-019-01139-x //

The J. of Thoracic and Cardiovascular Surgery. – 2019. – May 22.

21. Gandhi, H. S. Rationale and Options for Choosing an Optimal Closure Technique for Primary Midsagittal Osteochondrotomy of the Sternum, Part 2: A Theoretical and Critical Review of Techniques and Fixation Devices / H. S. Gandhi. – DOI 10.1615/CritRevBiomedEng.2019026453. – text: electronic // *Critical Reviews in Biomedical Engineering.* – 2019. – № 47 (1). – P. 27–57.

22. History of Depression and Increased Risk of Sternal Wound Infection After Cardiothoracic Surgery: A Novel and Potentially Modifiable Risk Factor / D. A. Theodore, R. D. Goodwin, Y. Y. Zhang et al. – DOI 10.1093/ofid/ofz083. eCollection 2019 Mar // *Open Forum Infectious Diseases.* – 2019. – № 6 (3): Feb 15. – ofz083.

23. Impact of active monitoring of infection control practices on deep sternal infection after open-heart surgery / A. Borer, J. Gilad, N. Meydan et al. // *Ann Thorac Surg.* – 2001. Vol. 72 (2): Aug. – P. 515–520.

24. Influence of bilateral skeletonized harvesting on occurrence of deep sternal wound infection in 1,000 consecutive patients undergoing bilateral internal thoracic artery grafting / D. Pevni, R. Mohr, O. Lev-Run et al. // *Annals of Surgery.* – 2003. – Vol. 237, № 2. – P. 277–280.

25. Influence of deep sternal wound infection on long-term survival after cardiac surgery / S. Colombier, U. Kessler, E. Ferrari et al. – DOI 10.12659/MSM.889191. – text: electronic // *Med. Science Monitor.* – 2013. – № 19: Aug 14. – P. 668–673.

26. Intracutaneous versus transcutaneous suture techniques: comparison of sternal wound infection rates in open-heart surgery patients / O. Karabay, E. Fermanci, E. Silistreli et al. // *Texas Heart Institute J.* – 2005. – № 32 (3). – P. 277–282.

27. Platelet-leukocyte rich gel application in the prevention of deep sternal wound problems after cardiac surgery in obese diabetic patients / H. Vermeer, S. S. F. Aalders-Bouhuijs, J. Steinfeldt-Visscher et al. – DOI 10.21037/jtd.2019.04.42 // *J. of Thoracic Disease.* – 2019. – № 11 (4): Apr. – P. 1124–1129.

28. Reduction of sternal infection by application of topical vancomycin / T. J. Vander, O. N. Okike, M. K. Pasque et al. // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 1989. – № 98. – P. 618–622.

29. Risk factors for mediastinitis and sternal dehiscence after cardiac surgery / G. Careaga Reyna, G. G. Aguirre Baca, L. E. Medina Concebida et al. // *Revista Española de Cardiología.* – 2006. – Vol. 59, № 2. – P. 130–135.

30. Risk factors for sternal wound and other infections in pediatric cardiac surgery patients / P. A. Mehta, C. K. Cunningham, C. B. Colella et al. // *The Pediatric Infectious Disease J.* – 2000. – Vol. 19 (10): Oct. – P. 1000–1004.

31. Risk factors for sternal wound infection and mid-term survival following coronary artery bypass surgery / J. C. Lu, A. D. Grayson, P. Jha et al. // *Europ. J. of Cardio-Thoracic Surgery.* – 2003. – № 23 (6): Jun. – P. 943–949.

32. Sahin, M. The role of topical Genta Fleece HD and gentamicin spray in prevention of sternum wound infections after open heart surgery: a comparative study / M. Sahin. – DOI 10.5114/amsad.2018.73526. eCollection 2018 // *Arch. of Med. Sciences. Atherosclerotic Diseases Vols.* – 2018. – № 3: Feb 15. – e29-e34.

33. Sandy-Hodgetts, K. Determining risk factors for surgical wound dehiscence: a literature review / K. Sandy-Hodgetts, K. Carville, G. D. Leslie // *Intern. Wound J.* – 2015. – № 12 (3). – P. 265–275. – URL: <https://doi.org/10.1111/iwj.12088>.

34. Stelly, M. M. Reduction in deep sternal wound infection with use of a peristernal cable-tie closure system: a retrospective case series / M. M. Stelly, C. B. Rodning, T. C. Stelly. – DOI 10.1186/s13019-015-0378-7 // *J. of Cardiothoracic Surgery.* – 2015. – № 10: Nov 14. – P. 166.

35. Sternal cables are not superior to traditional sternal wiring for preventing deep sternal wound infection / B. Dunne, M. Murphy, R. Skiba et al. – DOI 10.1093/icvts/iw017. Epub 2016 Feb 23. – text: electronic // *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery.* – 2016. – № 22 (5): May. – P. 594–598.

36. The fate of patients having deep sternal infection after bilateral internal thoracic artery grafting in the negative pressure wound therapy era / G. Gatti, B. Benussi, D. Brunetti et al. – DOI 10.1016/j.ijcard.2018.07.090. Epub 2018 Jul 20 // *Intern. J. of Cardiology* – 2018. – № 269: Oct 15. – P. 67–74.

37. The influence of hemostatic agents on bone healing after sternotomy in a porcine model / R. F. Vestergaard, A. Bruel, J. S. Thomsen et al. // *The Annals of Thoracic Surgery.* – 2015. – Vol. 99. – P. 1005–1011.

38. Topical spraying of cefazolin and gentamicin reduces deep sternal wound infections after heart surgery: a multicenter, large volume, retrospective study / H. Osawa, S. Yoshii, S. J. Abraham et al. – DOI 10.1007/s11748-015-0615-y. Epub 2015 Dec 31 // *Gen Thorac Cardiovasc Surg.* – 2016. – Vol. 64, № 4: Apr. – P. 197–202.