

УДК 616.712-089:616.71-018.46-002

А.А. Шевченко^{1,2}, Н.Г. Жила³

ФАКТОРЫ РИСКА И МЕРЫ ПРОФИЛАКТИКИ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОГО СТЕРНОМЕДИАСТИНИТА

¹Дальневосточный государственный медицинский университет,
680000, ул. Муравьева-Амурского, 35, тел. 8-(4212)-76-13-96, e-mail: nauka@mail.fesmu.ru;

²Краевая клиническая больница № 1 им. профессора С.И. Сергеева,
680000, ул. Краснодарская, 9, тел.: 8-(4212)-39-04-91, 39-05-01, г. Хабаровск;

³Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет,
194100, ул. Литовская 2, тел. 8-(812)-542-93-57, г. Санкт-Петербург

Резюме

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 в развитии данного осложнения.

Ключевые слова: остеомиелит грудины, грудино-медиастинит, гнойная инфекция, торакальная хирургия.

A.A. Shevchenko^{1,2}, N.G. Zhila³

RISK FACTORS, PREVENTION MEASURES AND DIAGNOSTICS POSTOPERATIVE STERMEDIASTINITIS

¹Far Eastern state medical university;

²Regional clinical hospital No. 1 named after professor S.I. Sergeyev of Ministry of Health of Khabarovsk Region, Khabarovsk;

³Saint Petersburg state pediatric medical university of Ministry of health of Russia, Saint Petersburg

Summary

Median sternotomy remains the most frequent access in cardiac surgery, while postoperative sternomediastinitis is one of the most serious complications of transsternal access. The article analyzes the preoperative factors for the development of complications, including concomitant pathology, constitutional features, bad habits, length of hospital stay, and urgency of the operation. It was also noted that intraoperative factors consist of technical errors in the operation, intraoperative features of the course of surgical intervention, the nature of the choice of shunt during myocardial vascularization and the completion of the operation. Postoperative risk factors include the management of the postoperative period in cardiac patients, that can lead to complications. The analysis of preventive measures taken by cardiac surgeons in the development of complications is presented.

Key words: osteomyelitis of the sternum, sternomediastinitis, purulent infection, thoracic surgery.

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 [8]. В дальнейшем в основе развития послеоперационного стерномедиастинита лежит ишемический некроз грудины с формированием секвестров, который редко ограничивается поражением только грудины [4]. При этом авторы [17, 23] акцентируют внимание на том факте, что послеоперационный стерномедиастинит повышает раннюю внутрибольничную смертность до 7 %, в сравнении с пациентами, не имеющими воспалительных изменений грудины (1,8 %). Это связано

с тем, что процесс, обусловленный инфекционным осложнением, отрицательно влияет на тромбогенность и проходимость шунтов и тем самым ведет к снижению долговременной выживаемости, а перикардальный и эпикардальный фиброз, вызванный воспалением в средостении, приводит к констриктивным процессам миокарда и снижает долгосрочные результаты.

Также следует отметить, что длительное дорогостоящее лечение послеоперационных осложнений кардиохирургических вмешательств заставляет задуматься об экономической составляющей [24, 25]. Стоимость лечения глубокой послеоперационной инфекции грудины чрезмерно высока и удваивает стоимость лечения кардиохирургических пациентов [25, 29, 40].

Факторы риска

В течение всего времени существования данной патологии проводились исследования, направленные на оценку факторов риска [28] и профилактику воспалительных осложнений после открытых операций на сердце [41]. Многочисленные проспективные и ретроспективные исследования указывают на множество предикторов, влияющих на возможность развития воспалительных послеоперационных осложнений грудины [39]. Существующие факторы риска разделены на предоперационные, интраоперационные и послеоперационные [7].

Предоперационные факторы риска

Среди предоперационных факторов чрезвычайно значима коморбидность пациентов, а сопутствующая патология наиболее часто связана с сахарным диабетом [35, 46], который повышает риск развития инфекционных осложнений в 0,21-3,02 раза [9].

Ожирение также является одним из самых распространенных факторов риска [30, 46], при этом риск развития послеоперационного стерномедиастинита повышается от 2,0 до 3,2 раз в зависимости от степени выраженности ожирения кардиохирургических пациентов.

Хроническая обструктивная болезнь (ХОБЛ) также является предиктором осложнения [36], что обусловлено генерализованной гипоксемией тканей и применением глюкокортикостероидов в периоперационном периоде, которые отрицательно влияют на процессы тканевой репарации. При этом ХОБЛ чаще приводит к нестабильности вследствие выраженного кашлевого синдрома в раннем послеоперационном периоде, усталости швов, ослабления или прорезывания швов грудины [42].

К фоновым заболеваниям, приводящим к данному послеоперационному воспалительному осложнению, относят остеопороз, хроническую почечную недостаточность [35], 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 [17]. Важным фактором риска является и пожилой и старческий возраст [36].

Частота воспалительных осложнений трансстернального доступа у детей достигает 5 % [33], а среди факторов риска выделяют возможность предоперационного пребывания пациентов в лечебном учреждении, продленная ИВЛ, инотропная поддержка в послеоперационном периоде и длительное нахождение в реанимационном отделении [33].

Также авторы [44] 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 [35], 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 [26]. По данным А.А. Вишневого (2012), асимметрия доступа стала предиктором в развитии послеоперационного стерномедиастинита у 33,3 % пациентов.

Длительное проведение искусственного кровообращения повышает риски стерномедиастинита, выполнение баллонной контрпульсации аорты [15] 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 [47].

Излишняя электрокоагуляция во время операции приводит к некрозу тканей и нарушению процессов репарации в послеоперационном периоде, поэтому, по мнению Н. Nishida (1991), наиболее рационально использовать точечную коагуляцию только для проведения гемостаза.

Выбор трансплантата для выполнения коронарного шунтирования чрезвычайно значим при выполнении кардиохирургической операции. Так аутовены удобно выделяются, эластичны, всегда достаточной длины, но важным недостатком является то, что при длительном функционировании в артериальном русле они достаточно быстро подвергаются дегенеративным изменениям [9]. Внутренняя грудная артерия наиболее оптимально подходит в качестве шунта для коронарных артерий. Однако М. Carrier (1992) изучил гемодинамические показатели кровоснабжения грудины до и после стернотомии с забором внутренней грудной артерии и пришел к выводу, что данное хирургическое вмешательство значительно деваскуляризирует ткань грудины. Бимаммарное шунтирование увеличивает риск развития стерномедиастинита в 3,2 раза [32].

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 нарушающее кровоснабжение органов и тканей. На современном этапе предложена техника скелетизированного забора трансплантата маммарной артерии, позволяющая сохранить коллатеральное кровоснабжение ткани грудины [18], тем самым обеспечивая адекватное заживление грудины с меньшим риском инфекции, что позволяет чаще выполнять бимаммарное шунтирование. Методика забора [18] при бимаммарном шунтировании позволила снизить вероятность развития инфекции до 0,9 %, что сопоставимо с мономаммарокоронарным шунтированием.

Завершение кардиохирургической операции обязательно сопряжено с выполнением остеосинтеза грудины. Интересно отметить, что кардиохирурги называют идеальную технику шва грудины неуловимым Святым Граалем в кардиохирургии [21]. Существующий определенный стандарт шва грудины про-

волочными стальными лигатурами [42] в силу своей исторической давности и низкой стоимости имеет свои недостатки, включающие ишемию зоны кости в местах фиксации проволоочных лигатур, не всегда полноценное сопоставление краев грудины, возможность прорезывания лигатур через грудину, возможность разрыва проволоки или ослабления узла в послеоперационном периоде [22]. При этом авторы [12] отмечают решающую роль надежной фиксации грудины в профилактике стерномедиастинита вследствие уменьшения частоты прорезывания лигатур и развития несостоятельности шва. С течением времени появляется все больше инновационных методик остеосинтеза грудины [19], направленных на идеальное сопоставление краев, создания наиболее оптимального давления на костную ткань, максимального снижения подвижности, что играет важную роль в профилактике осложнений [22]. Эти методики включают использование разнообразных современных имплантов и шовного материала. Однако, по мнению М.В. Шведовой (2016), ни одно устройство, разработанное для остеосинтеза грудины, не лишено недостатков и не предотвращает от возможного воспалительного осложнения.

Н.Н. Шихвердиев (2017) акцентирует внимание на том, что унифицированного воздействия на факторы риска не существует, поэтому необходимо воздействовать на каждый фактор в отдельности.

Послеоперационные факторы риска

К послеоперационным факторам риска развития воспалительных осложнений относятся послеоперационное кровотечение, которое повышает риск осложнения в 3,1-5,4 раза [31, 32], а также длительное пребывание в отделении интенсивной терапии. Каждый час пребывания пациента в реанимации повышает риск развития стерномедиастинита в 1,2 раза [9]. Как утверждает J.C. Lu (2003), продленная искусственная вентиляция легких несомненно является фактором риска развития стеральной инфекции.

Непрямой массаж сердца, рестернотомии в раннем послеоперационном периоде [31], послеоперационная пневмония [15], использование антиагрегантов и бета-блокаторов также повышают риск развития осложнений. 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.

Трахеостомия в раннем послеоперационном периоде также увеличивает риск развития инфекции трансстерального доступа [43]. Это обусловлено высокой частотой контаминации инфекции от трахеостомы к ране грудины, чаще всего вызывает инфекцию *Candida*, поэтому при продленной ИВЛ в качестве профилактики L. Tewaie (2015) рекомендует применять противогрибковые препараты.

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

Меры профилактики

V.G. Ruggieri (2019) оценивает возможность применения вакуум-терапии в раннем послеоперационном периоде у пациентов с высоким риском стерномедиастинита, например, при бимаммарном шунтировании, и отмечает положительные результаты, но они, по мнению автора, не являются статистически значимы.

По данным литературы [13], строгое соблюдение правил асептики, проведения антибиотикопрофилактики, при условиях хорошей хирургической техники позволяет снизить частоту стерномедиастинита до 0,25 %, активный мониторинг инфекционного контроля в кардиохирургических стационарах, включающий дезинфекцию, маршрутизацию больных и персонала, обработку рук, правила одевания хирургической одежды операционной бригады, позволяет добиться значительного и устойчивого снижения уровня стеральной инфекции с 7,9-10 % до 0,45-2,8 % [9, 14].

Доказано, что периоперационное проведение антибиотикопрофилактики снижает частоту развития инфекций в послеоперационном периоде, в связи с чем это мероприятие стало обязательным при проведении кардиохирургических операций. Е.С. Думаньян (2016) утверждает, что наиболее оптимальной является 24-часовая антибиотикопрофилактика, при этом пролонгирование последней более 48 часов не дает клинических преимуществ, стимулирует формирование резистентных штаммов и потенциальной суперинфекции микрофлоры послеоперационной раны.

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 приеме [20]. Впервые местное применение антибиотиков при данной патологии было осуществлено в 1987 году – проводилась комбинация орошения гентамицином с цефазолином с положительным результатом снижения частоты послеоперационной инфекции до 0,46 % случаев [35]. Позже использовались коллагеновые губки с гентамицином, спрей гентамицина [38]. В 1989 году, предложено местное использование ванкомицина [45], хотя в дальнейшем доказано отсутствие эффективности применения пасты ванкомицина и развитие устойчивости микрофлоры [35], 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 транстеральным доступом. Данное обстоятельство указывает на целесообразность разработки оптимального алгоритма с целью минимизации факторов риска и повышения эффективности профилактически развития стерномедиастинита.

1. Бокерия Л.А., Гудкова Р.Г. Итоги научно-исследовательских работ по проблеме сердечно-сосудистой хирургии в 2013 г. // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. – 2014. – № 3. – С. 28-36
2. Вишневский А.А., Печетов А.А., Даньков Д.В. Ассиметричная стернотомия как фактор риска в развитии послеоперационного стерномедиастинита // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. – 2012. – № 2. – С. 19-23
3. Думаньян Е.С., Скопец А.А., Малышев Ю.П., Порханов В.А. К протоколу периоперационной антибиотикопрофилактики в кардиохирургии // Анестезиология и реаниматология. – 2016. – № 61 (4). – С. 308-310. DOI: 10.18821/0201-7563-2016-61-4-308-310.
4. Иванов С.П., Мустафин Д.Г., Иванов А.С. Осложнения стернотомии и их профилактика при торакальных операциях // Астраханский медицинский журнал. – 2012. – № 4. – С. 115-117.
5. Леднев П.В., Белов Ю.Н., Стоногин А.В., Лысенко А.В., Салагаев Г.И. Послеоперационный стерномедиастинит // Хирургия. – 2018. – № 4. – С. 84-89. <https://doi.org/10.17116/hirurgia2018484-89>.
6. Нагибина И.А., Литвинова И.Н., Бикинина Г.Ш., Екимов С.С., Илов Н.Н., Кондратьев Д.А., Кадыкова А.В., Тарасов Д.Г. Послеоперационные инфекционные осложнения срединной стернотомии у пациентов с патологией углеводного обмена // Клин. и эксперим. хир. журн. им. акад. Б.В. Петровского. – 2019. – № 7 (2). – С. 66-70. DOI: 10.24411/2308-1198-2019-12009.
7. Порханов В.А., Печетов А.А., Митиш В.А. и др. Клинические рекомендации по хирургическому лечению больных послеоперационным медиастинитом и остеомиелитом грудины и ребер. – Краснодар – М., 2014. – 25 с.
8. Хирургия грудной стенки / А.А. Вишневский, С.С. Рудаков, Н.О. Миланов и др. Руководство. – М.: Издательский дом «Видар – М», 2005. – 312 с., ил.
9. Хубулава Г.Г., Шихвердиев Н.Н., Фогт П.Р., Марченко С.П., Суворов С.С. Прогнозирование вероятности развития стеральной инфекции у кардиохирургических пациентов // Вестник хирургии. – 2018. – Т. 177, № 1. – С. 11-15. <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2018-177-1-11-15>.
10. Шведова М.В., Анфиногенова Я.Д., Дамбаев Г.Ц., Вусик А.Н. Методы остеосинтеза грудины в лечении и профилактике осложнений срединной стернотомии // Сибирский медицинский журнал. – 2016. – Т. 31, № 3. – С. 26-32.
11. Шихвердиев Н.Н., Хубулава Г.Г., Марченко С.П., Суворов В.В. Интраоперационное местное применение антибиотиков для профилактики стеральной инфекции в кардиохирургии // Патология кровообращения и кардиохирургия. – 2017. – Т. 21, № 1. – С. 69-72.
12. Alhalawani Adel M.F., Towler Mark R. A review of sternal closure techniques. Journal of Biomaterials Applications. – 2013. – № 28 (4). – С. 483-497. <https://doi.org/10.1177/0885328213495426>.
13. Baskett R.J., MacDougall C.E., Ross D.B. Is mediastinitis a preventable complication? A 10-year review // Ann Thorac Surg. – 1999. – Feb. – № 67 (2). – 462-465.
14. Borer A., Gilad J., Meydan N., Riesenberger K., Schlaeffer F., Alkan M., Schlaeffer P. Impact of active monitoring of infection control practices on deep sternal infection after open-heart surgery // Ann Thorac Surg. – 2001. – Aug; № 72 (2). – P. 515-520.
15. Careaga Reyna G., Aguirre Baca G.G., Medina Concebida L.E., Borrayo Sánchez G., Prado Villegas G., Argüero Sánchez R. [Risk factors for mediastinitis and sternal dehiscence after cardiac surgery]. [Article in Spanish] // Rev Esp Cardiol. – 2006. – Feb; № 59 (2). – P. 130-135.
16. Carrier M., Grégoire J., Tronc F., Cartier R., Leclerc Y., Pelletier L.C. Effect of internal mammary artery dissection on sternal vascularization // Ann Thorac Surg. – 1992. – Jan; № 53 (1). – P. 115-119.
17. Colombier S., Kessler U., Ferrari E., von Segesser L.K., Berdajs D.A. Influence of deep sternal wound infection on long-term survival after cardiac surgery // Med Sci Monit. – 2013. – Aug; № 14; 19. – P. 668-73. DOI: 10.12659/MSM.889191.
18. Deo S.V., Shah I.K., Dunlay S.M., Erwin P.J., Locker C., Altarabsheh S.E., Boilson B.A., Park S.J., Joyce L.D. Bilateral internal thoracic artery harvest and deep sternal wound infection in diabetic patients // Ann Thorac Surg. – 2013. – Mar; № 95 (3). – P. 862-869. DOI: 10.1016/j.athoracsurg.2012.11.068. Epub 2013 Jan 24.
19. Dunne B., Murphy M., Skiba R., Wang X., Ho K., Larbalestier R., Merry C. Sternal cables are not superior to traditional sternal wiring for preventing deep sternal wound infection // Interact Cardiovasc Thorac Surg. – 2016. May; № 22 (5). – P. 594-598. DOI: 10.1093/icvts/ivw017. Epub 2016 Feb 23.
20. Friberg O., Jones I., Sjöberg L., Söderquist B., Vikerfors T., Källman J. Antibiotic concentrations in serum and wound fluid after local gentamicin or intravenous dicloxacillin prophylaxis in cardiac surgery // Scand J Infect Dis. – 2003. – № 35. – P. 251-254. [PubMed] [Google Scholar].
21. Gamel A.E. Sternal Closure: The Elusive Holy Grail // Heart Lung Circ. – 2019. Mar; № 28 (3). – P. 358-359. DOI: 10.1016/j.hlc.2019.01.003.
22. 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 // Crit Rev Biomed Eng. – 2019. – № 47 (1). – P. 27-57. DOI: 10.1615/CritRevBiomedEng.2019026453.
23. Gatti G., Benussi B., Brunetti D., Ceschia A., Porcari A., Biondi F., Castaldi G., Luzzati R., Sinagra G., Pappalardo A. The fate of patients having deep sternal infection after bilateral internal thoracic artery grafting in the negative pressure wound therapy era // Int J Cardiol. – 2018. – Oct 15; № 269. – P. 67-74. DOI: 10.1016/j.ijcard.2018.07.090. Epub 2018 Jul 20.

24. Graf K., Ott E., Vonberg R.-P., Kuehn C., Hav-
erich A., Chaberny I.F. Economic aspects of deep sternal
wound infections // *European Journal of Cardio-Thoracic
Surgery*. – 2010. – № 37 (4). – P. 893-896. [PubMed]
[Google Scholar].
25. Hawkins R.B., Mehaffey J.H., Charles E.J.,
Krebs E.D., Smith J.G., Kern J.A., Wanchek T., Te-
man N.R. Cost-Effectiveness of Negative Pressure Inci-
sion Management System in Cardiac Surgery // *J Surg
Res*. – 2019. – Aug; № 240. – P. 227-235. DOI: 10.1016/j.
jss.2019.02.046. Epub 2019 Apr 15.
26. Jacobson J.Y., Doscher M.E., Rahal W.J., Fried-
mann P., Nikfarjam J.S., D'Alessandro D.A., Michler R.E.,
Garfein E.S. Asymmetric sternotomy and sternal wound
complications: assessment using 3-dimensional com-
puted tomography reconstruction. *Innovations (Phila)*. –
2015. – Jan-Feb; № 10 (1). – P. 52-56. DOI: 10.1097/
IMI.0000000000000107.
27. Karabay O., Fermanci E., Silistreli E., Aykut K.,
Yurekli I., Catalyurek H., Acikel U. Intracutaneous versus
transcutaneous suture techniques: comparison of sternal
wound infection rates in open-heart surgery patients // *Tex
Heart Inst J*. – 2005. – № 32 (3). – P. 277-282.
28. Kawada T. Risk of Sternal Wound Infection by
Open Heart Operations Stratified by the Type of Opera-
tion // *Ann Thorac Surg*. – 2016. – Dec; № 102 (6). –
P. 2137-2138. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2016.04.079.
29. Kirmani B.H., Jones S.G., Datta S., McLaugh-
lin E.K., Hoschtitzky A.J. A meta-analysis of platelet gel
for prevention of sternal wound infections following car-
diac surgery // *Blood Transfus*. – 2017. – Jan; № 15 (1). –
P. 57-65. DOI: 10.2450/2016.0231-15. Epub 2016 Apr 28.
30. Konishi Y., Fukunaga N., Abe T., Nakamura K.,
Usui A., Koyama T. Efficacy of new multimodal preven-
tive measures for post-operative deep sternal wound infec-
tion // *Gen Thorac Cardiovasc Surg*. – 2019. – May 22.
DOI: 10.1007/s11748-019-01139-x. [Epub ahead of print].
31. Kubota H., Miyata H., Motomura N., Ono M.,
Takamoto S., Harii K., Oura N., Hirabayashi S., Kyo S.
Deep sternal wound infection after cardiac surgery // *J
Cardiothorac Surg*. – 2013. – May 20; № 8. – P. 132.
DOI: 10.1186/1749-8090-8-132.
32. Lu J.C., Grayson A.D., Jha P., Srinivasan A.K.,
Fabri B.M. Risk factors for sternal wound infection and
mid-term survival following coronary artery bypass sur-
gery // *Eur J Cardiothorac Surg*. – 2003. – Jun; № 23 (6). –
P. 943-949.
33. Mehta P.A., Cunningham C.K., Colella C.B., Al-
feris G., Weiner L.B. Risk factors for sternal wound and
other infections in pediatric cardiac surgery patients // *Ped-
iatr Infect Dis J*. – 2000. – Oct; № 19 (10). – 1000-1004.
34. Nishida H., Grooters R.K., Soltanzadeh H., Thie-
man K.C., Schneider R.F., Kim W.P. Discriminate use
of electrocautery on the median sternotomy incision.
A 0,16 % wound infection rate // *J Thorac Cardiovasc
Surg*. – 1991. – Mar; № 101 (3). – P. 488-94.
35. Osawa H., Yoshii S., Abraham S.J., Okamoto Y.,
Hosaka S., Fukuda S., Tsuchiya K., Nakajima M., Hon-
da Y., Takizawa K. Topical spraying of cefazolin and gen-
tamicin reduces deep sternal wound infections after heart
surgery: a multicenter, large volume, retrospective study //
Gen Thorac Cardiovasc Surg. – 2016. – Apr; № 64 (4). –
P. 197-202. DOI: 10.1007/s11748-015-0615-y. Epub 2015
Dec 31.
36. Pevni D., Mohr R., Lev-Run O., Locer C., Paz Y.,
Kramer A., Shapira I. Influence of bilateral skeletonized
harvesting on occurrence of deep sternal wound infection
in 1,000 consecutive patients undergoing bilateral internal
thoracic artery grafting // *Ann Surg*. – 2003. – Feb; № 237
(2). – P. 277-280.
37. Ruggieri V.G., Olivier M.E., Aludaat C., Rosato S.,
Marticho P., Saade Y.A., Lefebvre A., Poncet A., Rubin S.,
Biancari F. Negative Pressure versus Conventional Ster-
nal Wound Dressing in Coronary Surgery Using Bilateral
Internal Mammary Artery Grafts // *Heart Surg Forum*. –
2019. – Feb. – № 25; 22 (2):E092-E096. DOI: 10.1532/
hsf.2269.
38. Sahin M. The role of topical Genta Fleece HD
and gentamicin spray in prevention of sternum wound in-
fections after open heart surgery: a comparative study //
Arch Med Sci Atheroscler Dis. – 2018. – Feb 15; № 3:
e29-e34. doi: 10.5114/amsad.2018.73526. eCollection
2018.
39. Sandy-Hodgetts K., Carville K., Leslie G.D. Deter-
mining risk factors for surgical wound dehiscence: a litera-
ture review // *Int Wound J*. – 2015. – № 12 (3). – P. 265-
275. <https://doi.org/10.1111/iwj.12088>.
40. Sears E.D., Wu L., Waljee J.F., Momoh A.O.,
Zhong L., Chung K.C. The Impact of Deep Sternal
Wound Infection on Mortality and Resource Utilization:
A Population-based Study // *World J Surg*. – 2016. – Nov;
№ 40 (11). – P. 2673-2680.
41. Šimek M., Hájek R., Kaláb M., Klváček A.,
Zálešák B. Strategies preventing deep sternal wound in-
fection in cardiac surgery review // *Rozhl Chir. Summer*. –
2018. – № 97 (9). – P. 414-418.
42. Stelly M.M., Rodning C.B., Stelly T.C. Reduction
in deep sternal wound infection with use of a peristernal
cable-tie closure system: a retrospective case series // *J
Cardiothorac Surg*. – 2015. – Nov 14; № 10. – P. 166. DOI:
10.1186/s13019-015-0378-7.
43. Tewarie L., Zayat R., Haefner H., Spillner J., Goet-
zenich A., Autschbach R., Moza A. Does percutaneous di-
latational tracheostomy increase the incidence of sternal
wound infection – a single center retrospective of 4100
cases // *J Cardiothorac Surg*. – 2015. – Nov 6; № 10. –
P. 155. DOI: 10.1186/s13019-015-0365-z.
44. Theodore D.A., Goodwin R.D., Zhang Y.V.,
Schneider N., Gordon R.J. History of Depression and In-
creased Risk of Sternal Wound Infection After Cardiotho-
racic Surgery: A Novel and Potentially Modifiable Risk
Factor // *Open Forum Infect Dis*. – 2019. – Feb 15; № 6
(3): ofz083. DOI: 10.1093/ofid/ofz083. eCollection 2019
Mar.
45. Vander Salm T.J., Okike O.N., Pasque M.K., et
al. Reduction of sternal infection by application of topi-
cal vancomycin // *J Thorac Cardiovasc Surg*. – 1989. –
№ 98. – P. 618-22. [PubMed] [Google Scholar].
46. Vermeer H., Aalders-Bouhuijs S.S.F., Steinfelder-
Visscher J., van der Heide S.M., Morshuis W.J. Platelet-

leukocyte rich gel application in the prevention of deep sternal wound problems after cardiac surgery in obese diabetic patients // *J Thorac Dis.* – 2019. – Apr; № 11 (4). – P. 1124-1129. DOI: 10.21037/jtd.2019.04.42.

47. Vestergaard R.F., Bruel A., Thomsen J.S., et al. The influence of hemostatic agents on bone healing after sternotomy in a porcine model // *Ann. Thorac. Surg.* – 2015. – Vol. 99 – P. 1005-1011.

Literature

1. Bokeriya L.A., Gudkova R.G. Results of research works on the problem of cardiovascular surgery in 2013 // *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery.* – 2014. – № 3. – P. 28-36.

2. Vishnevsky A.A., Pechetov A.A., Dankov D.V. Asymmetric sternotomy as a risk factor in the development of postoperative sternomediastinitis // *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery.* – 2012. – № 2. – P. 19-23.

3. Dumanyan E.S., Skopets A.A., Malyshev Yu.P., Porkhanov V.A. To the protocol of perioperative antibiotic prophylaxis in cardiac surgery // *Anesthesiology and Reanimatology.* – 2016. – № 61(4). – P. 308-310. DOI: 10.18821/0201-7563-2016-61-4-308-310.

4. Ivanov S.P., Mustafin D.G., Ivanov A.S. Complications of sternotomy and their prevention in thoracic operations // *Astrakhan Medical Journal.* – 2012. – № 4. – P. 115-117.

5. Lednev P.V., Belov Yu.N., Stonogin A.V., Lysenko A.V., Salagaev G.I. Postoperative sternomediastinitis // *Surgery.* – 2018. – №4. – P. 84-89. <https://doi.org/10.17116/hirurgia2018484-89>.

6. Nagibina I.A., Litvinova I.N., Bikinina G.Sh., Ekmov S.S., Ilov N.N., Kondratyev D.A., Kadykova A.V., Tarasov D.G. Postoperative infectious complications of median sternotomy in patients with pathology of carbohydrate metabolism // *Clinical and Experimental Surgery, Journal named after Acad. B.V. Petrovsky.* – 2019. – № 7 (2). – P. 66-70. DOI: 10.24411/2308-1198-2019-12009.

7. Porkhanov V.A., Pechetov A.A., Mitish V.A., et al. Clinical guidelines for the surgical treatment of patients with postoperative mediastinitis and osteomyelitis of the sternum and ribs. – Krasnodar – M., 2014. – 25 p.

8. Surgery of the chest wall / A.A. Vishnevsky, S.S. Rudakov, N.O. Milanov, et al. A Guide. – M.: Publishing House «Vidar – M», 2005. – 312 p., il.

9. Khubulava G.G., Shikhverdiev N.N., Fogt P.R., Marchenko S.P., Suvorov S.S. Predicting the likelihood of developing sternal infection in cardiac surgery patients // *Bulletin of Surgery.* – 2018. – Vol. 177, № 1. – P. 11-15. <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2018-177-1-11-15>.

10. Shvedova M.V., Anfinogenova Ya.D., Dambaev G. Ts., Vusik A.N. Methods of osteosynthesis of the sternum in the treatment and prevention of complications of median sternotomy // *Siberian Medical Journal.* – 2016. – Vol. 31, № 3. – P. 26-32.

11. Shikhverdiev N.N., Khubulava G.G., Marchenko S.P., Suvorov V.V. Intraoperative local use of antibiotics for the prevention of sternal infection in cardiac surgery // *Circulation Pathology and Cardiac Surgery.* – 2017. – Vol. 21, № 1. – P. 69-72.

12. Alhalawani Adel M.F., Towler Mark R. A review of sternal closure techniques. *Journal of Biomaterials Applications.* – 2013. – № 28 (4). – C. 483-497. <https://doi.org/10.1177/0885328213495426>.

13. Baskett R.J., MacDougall C.E., Ross D.B. Is mediastinitis a preventable complication? A 10-year review // *Ann Thorac Surg.* – 1999. – Feb. – № 67 (2). – 462-465.

14. Borer A., Gilad J., Meydan N., Riesenber K., Schlaeffer F., Alkan M., Schlaeffer P. Impact of active monitoring of infection control practices on deep sternal infection after open-heart surgery // *Ann Thorac Surg.* – 2001. – Aug; № 72 (2). – P. 515-520.

15. Careaga Reyna G., Aguirre Baca G.G., Medina Concebida L.E., Borrayo Sánchez G., Prado Villegas G., Argüero Sánchez R. [Risk factors for mediastinitis and sternal dehiscence after cardiac surgery]. [Article in Spanish] // *Rev Esp Cardiol.* – 2006. – Feb; № 59 (2). – P. 130-135.

16. Carrier M., Grégoire J., Tronc F., Cartier R., Leclerc Y., Pelletier L.C. Effect of internal mammary artery dissection on sternal vascularization // *Ann Thorac Surg.* – 1992. – Jan; № 53 (1). – P. 115-119.

17. Colombier S., Kessler U., Ferrari E., von Segesser L.K., Berdajs D.A. Influence of deep sternal wound infection on long-term survival after cardiac surgery // *Med Sci Monit.* – 2013. – Aug; № 14; 19. – P. 668-73. DOI: 10.12659/MSM.889191.

18. Deo S.V., Shah I.K., Dunlay S.M., Erwin P.J., Locker C., Altarabsheh S.E., Boilson B.A., Park S.J., Joyce L.D. Bilateral internal thoracic artery harvest and deep sternal wound infection in diabetic patients // *Ann Thorac Surg.* – 2013. – Mar; № 95 (3). – P. 862-869. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2012.11.068. Epub 2013 Jan 24.

19. Dunne B., Murphy M., Skiba R., Wang X., Ho K., Larbalestier R., Merry C. Sternal cables are not superior to traditional sternal wiring for preventing deep sternal wound infection // *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* – 2016. May; № 22 (5). – P. 594-598. DOI: 10.1093/icvts/ivw017. Epub 2016 Feb 23.

20. Friberg O., Jones I., Sjöberg L., Söderquist B., Vikerfors T., Källman J. Antibiotic concentrations in serum and wound fluid after local gentamicin or intravenous dicloxacillin prophylaxis in cardiac surgery // *Scand J Infect Dis.* – 2003. – № 35. – P. 251-254. [PubMed] [Google Scholar].

21. Gamel A.E. Sternal Closure: The Elusive Holy Grail // *Heart Lung Circ.* – 2019. Mar; № 28 (3). – P. 358-359. DOI: 10.1016/j.hlc.2019.01.003.

22. 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 // *Crit Rev Biomed Eng.* – 2019. – № 47 (1). – P. 27-57. DOI: 10.1615/CritRevBiomedEng.2019026453.

23. Gatti G., Benussi B., Brunetti D., Ceschia A., Porcari A., Biondi F., Castaldi G., Luzzati R., Sinagra G., Pappalardo A. The fate of patients having deep sternal infection after bilateral internal thoracic artery grafting

- in the negative pressure wound therapy era // *Int J Cardiol.* – 2018. – Oct 15; № 269. – P. 67-74. DOI: 10.1016/j.ijcard.2018.07.090. Epub 2018 Jul 20.
24. Graf K., Ott E., Vonberg R.-P., Kuehn C., Have-rich A., Chaberny I.F. Economic aspects of deep sternal wound infections // *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery.* – 2010. – № 37 (4). – P. 893-896. [PubMed] [Google Scholar].
25. Hawkins R.B., Mehaffey J.H., Charles E.J., Krebs E.D., Smith J.G., Kern J.A., Wanchek T., Te-man N.R. Cost-Effectiveness of Negative Pressure Inci-sion Management System in Cardiac Surgery // *J Surg Res.* – 2019. – Aug; № 240. – P. 227-235. DOI: 10.1016/j.jss.2019.02.046. Epub 2019 Apr 15.
26. Jacobson J.Y., Doscher M.E., Rahal W.J., Fried-mann P., Nikfarjam J.S., D'Alessandro D.A., Michler R.E., Garfein E.S. Asymmetric sternotomy and sternal wound complications: assessment using 3-dimensional com-puted tomography reconstruction. *Innovations (Phila).* – 2015. – Jan-Feb; № 10 (1). – P. 52-56. DOI: 10.1097/IML.0000000000000107.
27. Karabay O., Fermanci E., Silistreli E., Aykut K., Yurekli I., Catalyurek H., Acikel U. Intracutaneous versus transcutaneous suture techniques: comparison of sternal wound infection rates in open-heart surgery patients // *Tex Heart Inst J.* – 2005. – № 32 (3). – P. 277-282.
28. Kawada T. Risk of Sternal Wound Infection by Open Heart Operations Stratified by the Type of Opera-tion // *Ann Thorac Surg.* – 2016. – Dec; № 102 (6). – P. 2137-2138. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2016.04.079.
29. Kirmani B.H., Jones S.G., Datta S., McLaughlin E.K., Hoschtitzky A.J. A meta-analysis of platelet gel for prevention of sternal wound infections following cardiac surgery // *Blood Transfus.* – 2017. – Jan; № 15 (1). – P. 57-65. DOI: 10.2450/2016.0231-15. Epub 2016 Apr 28.
30. Konishi Y., Fukunaga N., Abe T., Nakamura K., Usui A., Koyama T. Efficacy of new multimodal preven-tive measures for post-operative deep sternal wound infec-tion // *Gen Thorac Cardiovasc Surg.* – 2019. – May 22. DOI: 10.1007/s11748-019-01139-x. [Epub ahead of print].
31. Kubota H., Miyata H., Motomura N., Ono M., Takamoto S., Harii K., Oura N., Hirabayashi S., Kyo S. Deep sternal wound infection after cardiac surgery // *J Cardiothorac Surg.* – 2013. – May 20; № 8. – P. 132. DOI: 10.1186/1749-8090-8-132.
32. Lu J.C., Grayson A.D., Jha P., Srinivasan A.K., Fabri B.M. Risk factors for sternal wound infection and mid-term survival following coronary artery bypass surgery // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2003. – Jun; № 23 (6). – P. 943-949.
33. Mehta P.A., Cunningham C.K., Colella C.B., Al-feris G., Weiner L.B. Risk factors for sternal wound and other infections in pediatric cardiac surgery patients // *Pediatr Infect Dis J.* – 2000. – Oct; № 19 (10). – 1000-1004.
34. Nishida H., Grooters R.K., Soltanzadeh H., Thie-man K.C., Schneider R.F., Kim W.P. Discriminate use of electrocautery on the median sternotomy incision. A 0.16 % wound infection rate // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 1991. – Mar; № 101 (3). – P. 488-94.
35. Osawa H., Yoshii S., Abraham S.J., Okamoto Y., Hosaka S., Fukuda S., Tsuchiya K., Nakajima M., Hon-da Y., Takizawa K. Topical spraying of cefazolin and gen-tamicin reduces deep sternal wound infections after heart surgery: a multicenter, large volume, retrospective study // *Gen Thorac Cardiovasc Surg.* – 2016. – Apr; № 64 (4). – P. 197-202. DOI: 10.1007/s11748-015-0615-y. Epub 2015 Dec 31.
36. Pevni D., Mohr R., Lev-Run O., Locer C., Paz Y., Kramer A., Shapira I. Influence of bilateral skeletonized harvesting on occurrence of deep sternal wound infection in 1,000 consecutive patients undergoing bilateral internal thoracic artery grafting // *Ann Surg.* – 2003. – Feb; № 237 (2). – P. 277-280.
37. Ruggieri V.G., Olivier M.E., Aludaat C., Rosato S., Marticho P., Saade Y.A., Lefebvre A., Poncet A., Rubin S., Biancari F. Negative Pressure versus Conventional Ster-nal Wound Dressing in Coronary Surgery Using Bilateral Internal Mammary Artery Grafts // *Heart Surg Forum.* – 2019. – Feb. – № 25; 22 (2):E092-E096. DOI: 10.1532/hsf.2269.
38. Sahin M. The role of topical Genta Fleece HD and gentamicin spray in prevention of sternum wound infec-tions after open heart surgery: a comparative study // *Arch Med Sci Atheroscler Dis.* – 2018. – Feb 15; № 3:e29-e34. doi: 10.5114/amsad.2018.73526. eCollection 2018.
39. Sandy-Hodgetts K., Carville K., Leslie G.D. Deter-mining risk factors for surgical wound dehiscence: a litera-ture review // *Int Wound J.* – 2015. – № 12 (3). – P. 265-275. <https://doi.org/10.1111/iwj.12088>.
40. Sears E.D., Wu L., Waljee J.F., Momoh A.O., Zhong L., Chung K.C. The Impact of Deep Sternal Wound Infection on Mortality and Resource Utilization: A Population-based Study // *World J Surg.* – 2016. – Nov; № 40 (11). – P. 2673-2680.
41. Šimek M., Hájek R., Kaláb M., Klváček A., Zálešák B. Strategies preventing deep sternal wound infection in cardiac surgery review // *Rozhl Chir. Summer.* – 2018. – № 97 (9). – P. 414-418.
42. Stelly M.M., Rodning C.B., Stelly T.C. Reduction in deep sternal wound infection with use of a peristernal cable-tie closure system: a retrospective case series // *J Cardiothorac Surg.* – 2015. – Nov 14; № 10. – P. 166. DOI: 10.1186/s13019-015-0378-7.
43. Tewarie L., Zayat R., Haefner H., Spillner J., Goet-zenich A., Autschbach R., Moza A. Does percutaneous di-latational tracheostomy increase the incidence of sternal wound infection – a single center retrospective of 4100 cases // *J Cardiothorac Surg.* – 2015. – Nov 6; № 10. – P. 155. DOI: 10.1186/s13019-015-0365-z.
44. Theodore D.A., Goodwin R.D., Zhang Y.V., Schneider N., Gordon R.J. History of Depression and Increased Risk of Sternal Wound Infection After Car-diothoracic Surgery: A Novel and Potentially Modifiable Risk Factor // *Open Forum Infect Dis.* – 2019. – Feb 15; № 6 (3): ofz083. DOI: 10.1093/ofid/ofz083. eCollection 2019 Mar.
45. Vander Salm T.J., Okike O.N., Pasque M.K., et al. Reduction of sternal infection by application of topi-cal vancomycin // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 1989. – № 98. – P. 618-22. [PubMed] [Google Scholar].
46. Vermeer H., Aalders-Bouhuijs S.S.F., Steinfelder-Visscher J., van der Heide S.M., Morshuis W.J. Platelet-

leukocyte rich gel application in the prevention of deep sternal wound problems after cardiac surgery in obese diabetic patients // J Thorac Dis. – 2019. – Apr; № 11 (4). – P. 1124-1129. DOI: 10.21037/jtd.2019.04.42.

47. Vestergaard R.F., Bruel A., Thomsen J.S., et al. The influence of hemostatic agents on bone healing after sternotomy in a porcine model // Ann. Thorac. Surg. – 2015. – Vol. 99 – P. 1005-1011.

Координаты для связи с авторами: Шевченко Александр Александрович – канд. мед. наук, доцент кафедры общей и клинической хирургии ДВГМУ, торакальный хирург ОТХ ККБ № 1, врач высшей квалификационной категории по специальности «Торакальная хирургия», тел. +7-914-770-34-77; Жила Николай Григорьевич – д-р мед. наук, проф. кафедры хирургических болезней детского возраста ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, тел. +7-981-707-29-22, e-mail: nzhila@list.ru.

