

РЕКОНСТРУКТИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ БОЛЬНЫХ ГЛУБОКОЙ СТЕРНАЛЬНОЙ ИНФЕКЦИЕЙ

Потапов В.А.*, Брюсов П.Г., Сурова М.В.,
Мусаилов В.А.

DOI: 10.25881/20728255_2022_17_2_87

Филиал ФГБВОУ ВО «Военно-медицинской академии
им. С.М. Кирова», Москва

Резюме. Авторы приводят краткий обзор развития остеосинтеза грудины и пластического закрытия постстернотомных ран после лечения глубокой стеральной инфекции, опираясь на материалы отечественных и зарубежных исследователей. Ведущую роль в профилактике рецидивов стерномедиастинита играет надежная фиксация фрагментов грудины. Варианты стерального реостеосинтеза варьируют от наложения проволоочных швов различными способами до использования металлических пластин, закрепляемых винтами, терморезистивных скоб и фиксаторов по типу «хомут» («ZipFix»). Выбор способа пластики передней грудной стенки зависит от общего состояния больного, характера сопутствующей патологии, объёма гнойно-деструктивного поражения окружающих тканей, радикальности предшествовавшей хирургической обработки, а также от опыта и специализации хирурга. В статье подчёркивается приоритет пластического резерва местных тканей с участием больших грудных мышц, ограничение показаний к проведению оментопластики.

Ключевые слова: глубокая стеральная инфекция, послеоперационный стерномедиастинит, остеосинтез грудины, терморезистивные скобы, миоластика, лоскут большой грудной мышцы, оментопластика.

Введение

В нашей стране для борьбы с сердечно-сосудистыми заболеваниями разработана Национальная программа, в рамках которой в год выполняется более 100 тысяч кардиохирургических операций [1]. Распространённость стеральной раневой инфекции, по данным отечественных и зарубежных исследований разных лет, варьирует от 1 до 19% [2; 3]. При этом глубокое поражение тканей передней грудной стенки с развитием послеоперационного стерномедиастинита (ПСМ) у больных, перенесших кардиохирургическую операцию, имеет частоту до 4%, а летальность — от 14 до 47% [4–7]. Современная двухэтапная тактика лечения глубокой стеральной инфекции (ГСИ), помимо выполнения радикальной хирургической обработки и рациональной антибактериальной терапии высокими дозами препаратов, включает применение локального отрицательного давления, или вакуум-терапию, с последующим отсроченным реконструктивно-пластическим вмешательством [2; 8; 9]. Устранение ПСМ подтверждается путем оценки общего состояния больного, локального статуса постстернотомной раны, клиничко-лабораторной, морфологической, микробиологической картин в динамике, и только после получения удовлетворительных результатов выполняется реконструктивная операция: реостеосинтез

RECONSTRUCTIVE TREATMENT OF PATIENTS WITH DEEP STERNAL INFECTION

Potapov V.A.*, Bryusov P.G., Surova M.V., Musailov V.A.

Military Medical Academy named after S. M. Kirov, filial branch, Moscow

Abstract. The authors, based on the materials of russian and foreign researchers, give a short review of the development of sternal osteosynthesis and chest wall reconstruction after treatment of deep sternal wound infection. Reliable fixation of sternum fragments plays a leading role in the prevention of relapses of sternomediastinitis. The methods used for sternotomy re-closure vary from wire sternal suture in various ways to using rigid plate fixation by screws, thermoreactive clips and the sternal ZipFix™ system. The choice of the method of plastic surgery of the anterior chest wall depends on the general condition of the patient, the nature of the concomitant pathology, the volume of purulent-destructive damage to the surrounding tissues, the radicality of the previous surgical treatment, as well as on the experience and specialization of the surgeon. The article emphasizes the priority of the plastic reserve of local tissues with the participation of pectoralis major muscle flaps, the limitation of indications for omentoplasty.

Keywords: deep sternal wound infection, postoperative sternomediastinitis, sternal osteosynthesis, thermoreactive clips, myoplasty, pectoralis major muscle flap, omentoplasty.

грудины (при нестабильности и диастазе) с пластикой дефекта передней грудной стенки. Несмотря на то, что накопленный опыт применения новых типов соединений и металлоконструкций свидетельствует об их эффективности и надёжности, до сих пор не существует единых стандартов как в вопросе выбора методики реостеосинтеза грудины после перенесённой ГСИ, так и пластического закрытия постстернотомной раны, в особенности у полиморбидных пациентов.

Прежде чем начать анализ возможностей стерального реостеосинтеза и видов пластического закрытия раневого дефекта, необходимо чётко понимать основные цели, достигаемые при реконструкции грудной стенки:

1. Стабилизация каркаса грудной клетки для восстановления физиологичной механики дыхания;
2. Закрытие ретро- и престеральных пространств, которые при длительном контакте с внешней средой способствуют развитию у больного рецидива стеральной инфекции;
3. Защита жизненно важных внутригрудных структур в области кардиохирургической операции, включая сформированные коронарные анастомозы;
4. Покрытие мягкоткаными лоскутами крупных дефектов кожно-мышечного слоя передней грудной стенки.

* e-mail: slava_potapdoc@mail.ru

Современные методы остеосинтеза грудины

Рестернотомия с последующим реosteосинтезом у кардиохирургических больных по причине нестабильности грудины в раннем послеоперационном периоде в 9 раз повышает вероятность первичного или повторного возникновения ПСМ [10; 11]. После перенесённой ГСИ, лечение которой не обходится без рестернотомии и хирургической обработки гнойного очага, сложность правильного выбора фиксации уцелевших фрагментов грудины значительно возрастает. Критериями оптимального способа постстернотомного остеосинтеза считаются: надёжность, нетрудоёмкая, безопасная техника выполнения и ценовая доступность [12]. С помощью объединённых усилий сердечно-сосудистых, торакальных и пластических хирургов, а также специалистов по медицинской инженерии, продолжается процесс поиска универсальной методики.

Несколько десятилетий самым распространённым, «традиционным» методом остеосинтеза грудины является фиксация костных фрагментов металлической проволокой (из сплава тантала и титана или нержавеющей стали), предложено большое количество вариантов наложения серкляжных швов. Из-за высокого риска прорезывания грудины после первичного закрытия широко распространение получил способ, разработанный американским хирургом F. Robiscek в 1977 г. (Рис. 1).

Суть метода заключалась в наложении укрепляющих восьмиобразных швов парастернально с последующим наложением проволочных швов вокруг тела грудины, затем осуществляется натяжение концов поперечных проволочных швов для сближения края распила грудины путем скручивания [13]. Методика в настоящее время имеет ограниченные показания и применяется в случае поперечных переломов грудины, потому что не зарекомендовала себя при рутинном использовании по ряду причин: увеличения времени остеосинтеза, относительной сложности выполнения и возможности таких интраоперационных осложнений как повреждение межрёберных артерий или внутренней грудной артерии в области вколлов при наложении парастернальных швов.

По данным А.А. Вишневого (2012) при проволочном остеосинтезе грудины у 52,2% больных развивалась стернальная инфекция [14]. У 26% пациентов с ПСМ были обнаружены разрывы швов, что проявляется клинически еще до появления медиастинита в 87,5% случаев [15]. Остеопороз — ведущая причина нестабильности грудины наряду с погрешностями в хирургической технике [16; 17]. При выявлении такого типа «мягкой грудины» во время операции предложены различные модификации проволочных швов (8-образные, двойные перекрещивающиеся и т.д.) для предотвращения их прорезывания сквозь костное вещество, переднюю и заднюю кортикальные пластинки. Однако ряд авторов обоснованно полагает, что дополнительные или двойные серкляжные швы неизбежно приводят к большему повреждению грудной кости и окружающих тканей,

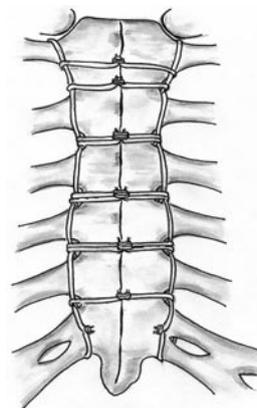


Рис. 1. Фиксация фрагментов грудины проволочным швом по способу F. Robiscek (1977).

повышают опасность кровотечения и вероятность развития повторных инфекционных осложнений, частота возникновения которых у пациентов с факторами риска возрастает до 12–20% [18; 19].

Неудовлетворительные результаты лечения послеоперационной нестабильности проволочного остеосинтеза грудины способствовали разработке методик комбинированного стернального шва. Их задача заключалась в уменьшении прорезывания проволокой костной структуры грудины и усилении надёжности фиксации её створок. Так, при остеосинтезе по типу «стягивающего бандажа» грудину в центральных межреберьях стягивали металлическими пластинами, препятствующими прорезыванию, а в других сегментах использовали стальную проволоку [20; 21]. Техника модифицированного проволочного шва включала наложение пластины из титана, нейлонового бандажа и 8-образного проволочного шва и была предложена в качестве эффективного способа фиксации грудины у больных с высоким риском осложнений. Парастернальные швы затягиваются с помощью стягивания проволочных концов противоположных сторон в области рукоятки и мечевидного отростка грудины [22]. Коллектив авторов во главе с D.H. Song разработали технику наложения титанового соединения «sternalock». На дистальный и проксимальный края грудины накладывается классический проволочный шов, одновременно во 2–3–4–5-х межреберьях устанавливаются титановые фиксаторы, берущие на себя основную компрессионную нагрузку [23]. Метод якорного шва («anchors suture»), или техника «Демирчина-Догана» («Demircin-Dogan technique»), была разработана для предотвращения прорезывания латерального края грудины преимущественно у кардиохирургических больных с сопутствующими obstructивными заболеваниями легких, вызывающих интенсивный кашель в послеоперационном периоде [24]. В.А. Горбунов с соавт. (2019) разработал и внедрил в клиническую практику способ проведения реosteосинтеза грудины при значимой несостоятельности костной ткани в области межреберных промежутков после асимметрич-

ной стернотомии, при полных поперечных переломах и деструкции тела грудины. Наряду с использованием хирургической проволоки, предложенный способ включает установку пластины из титановой сетки и позволяет добиться значимого снижения случаев прорезывания проволочных лигатур на фоне биомеханических нагрузок (дыхательных экскурсий грудной клетки и кашле) за счет распределения давления проволоки не на губчатое вещество грудины, а на титановые пластины, расширяя, тем самым, площадь компрессии [25].

Исследования по фиксации грудины с помощью соединительных металлических пластин, прикрепляющихся к кости винтами, так же продолжают активно развиваться в направлении надёжной иммобилизации стернальных фрагментов как в эксперименте, так и в клинической практике [26]. Для реостеосинтеза грудины после первичной операции на фоне осложнений в послеоперационном периоде американские авторы рекомендуют поперечную стабилизацию грудины «ребро к ребру» [27; 28]. Такая техника хоть и не требует массивной ретростернальной диссекции, но предусматривает формирование значительных тканевых лоскутов для обнажения рёбер.

Одной из современных перспективных методик фиксации фрагментов грудины является использование нитиноловых термоактивных скоб с эффектом памяти формы («NITINOL» — Nickel Titanium Naval Ordnance Laboratory), изготовленных из сплава с содержанием никеля и титана. Подобные фиксаторы стали широко применяться в кардиохирургии как в нашей стране, так и за рубежом [12; 18; 29]. В Европе они получили название «Flexigrip clips», запатентованное ведущим их производителем из Италии (Preasidia SRL, Bologna, Italy). Имеются и отечественные аналоги (Рис. 2).

Анализируя результаты применения различных методов остеосинтеза грудины в клинической практике, А.А. Вишневский (мл.) и А.А. Печетов продемонстрировали, что фиксаторы из нитинола биологически интактны, атравматичны для межрёберных сосудов, при несоответствии размера могут подвергаться переустановке,



Рис. 2. Нитиноловые скобы с эффектом памяти формы (ЗАО «КИМПФ», Москва).

обеспечивают оптимальные условия для прочной консолидации стернальных фрагментов за счёт непрерывной компрессии. Подобные преимущества фиксаторов из нитинола способствовали их успешному использованию при реостеосинтезе грудины в условиях хронического стерномедиастинита [14; 16]. Стоит отметить, что пациентам после фиксации фрагментов распиленной грудины скобами из никелид-титана можно безопасно выполнять магнитно-резонансную томографию, а при использовании стальной проволоки данное исследование противопоказано.

Фиксация грудины полимерными лигатурами основана на принципе «хомута», или «кабельных стяжек» (Sternal Zipfix® System, фирмы «DePuy Synthes»). В клиническом исследовании по использованию полимерных фиксаторов в группе из 50 пациентов М.Т. Grapow с соавт. одними из первых показали их эффективность и безопасность, простоту установки, надёжную консолидацию грудины в ранний послеоперационный период [30]. Авторы обратили внимание на ряд преимуществ полимерных фиксаторов типа «хомут» над серкляжными швами: более высокие показатели прочности к статическим и динамическим нагрузкам, сравнительно большая площадь контакта девайса с костью (толщина фиксаторов 4,2 мм), что исключает прорезывание латеральных краёв грудины. В то же время исследователи из Швейцарии при сравнении этих методов остеосинтеза грудины у 593 пациентов после вмешательств на сердце и аорте не получили статистически значимых различий в рамках анализа частоты возникновения инфекционных осложнений в двух группах больных [31].

Фиксация фрагментов грудины после перенесённого стерномедиастинита отличается сложностью топографического ориентирования в ране ввиду рубцовых изменений структур постстернотомной раны, их сращения с передним средостением, наличия резецированных участков грудины и рёбер с очагами остеомиелита (вплоть до тотального лизиса), приводящих к недостаточной площади для крепления большинства видов фиксирующих элементов [25; 32]. Подробное исследование и сравнение сразу трёх способов фиксации грудины проведено в кандидатской диссертации Н.А. Галеева (2017) на базе ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского» в отделении хирургии аорты и ее ветвей. С помощью факторного анализа автор предложил алгоритм выбора оптимального метода реостеосинтеза грудины. Проволочные швы возможно использовать у сохраненных пациентов без подтверждённых факторов риска (сахарного диабета, ожирения, кашлевого синдрома, средней плотности грудины менее 50 НУ, хронической болезни почек). Установку нитиноловых скоб целесообразно осуществить больным с диагностированными факторами риска, но не старше 65 лет и индексом массы тела менее 30 кг/м². Применение полимерных фиксаторов типа «хомут» Н.А. Галеев рекомендует пациентам, у которых наличие факторов риска совпало с возрастом старше 65 лет или

индексом массы тела более 30 кг/м². Наш собственный клинический опыт подтверждает, что подобный алгоритм выбора метода фиксации грудины оправдан как при первичном, так и при повторном восстановлении целостности грудной клетки после стернотомии. Распространению избирательной тактики при остеосинтезе грудины способствует индивидуальный подход к больному с оценкой преимуществ и недостатков каждого из методов в зависимости от клинической ситуации, а также активная закупка современных фиксаторов медицинскими учреждениями.

Аутопластика

Реконструктивная стратегия лечения ПСМ базируется либо на первичном, либо на отсроченном закрытии раневого дефекта васкуляризованными мягкоткаными лоскутами. В случае, когда грудина изначально стабильна или фиксирована путём реостеосинтеза после проведённого лечения стернальной инфекции, возможно несколько способов пластики передней грудной стенки.

Одноэтапный подход стал первым шагом к решению проблемы реконструктивной пластики грудной клетки у больных с ГСИ. Ещё в 1963 г. Н.В. Shumacker и I. Mandelbaum предложили в качестве основной стратегии лечения раннюю хирургическую обработку, установку проточно-промывной системы и первичное закрытие раны с реостеосинтезом грудины [33]. Преимущества закрытого метода заключаются в том, что хирургическое лечение проводится в один этап, при этом отсутствует отрицательное влияние на дыхательную функцию за счёт восстановления каркаса грудной клетки, уменьшается риск повторного инфицирования раны, снижается эмоциональная нагрузка на больного. Но, несмотря на ряд преимуществ, одноэтапная тактика не решила проблемы рецидивов ГСИ в раннем и отдалённом послеоперационных периодах ввиду отсутствия убедительного контроля за микробной обсеменённостью переднего средостения и подлоскутных пространств, к тому же выбор адекватного объёма иссечения нежизнеспособных тканей весьма трудно предугадать [32; 34].

При двухэтапном лечении ПСМ после купирования гнойно-воспалительного процесса в постстернотомной ране путём применения повязочно-мазевых методов или вакуум-терапии возможна пластика как мышечными лоскутами, так и перемещённой пряжей большого сальника. Данная стратегия отражена в клинических рекомендациях (2014) под редакцией В.А. Порханова и В.А. Кубышкина [35].

Миопластика. С 80-х гг. XX века широкое распространение в лечении послеоперационных ран грудной стенки получила пластика мышечным лоскутом на питающей ножке. Первым о применении лоскута большой грудной мышцы (БГМ) для закрытия дефекта грудины сообщил М.Ж. Jurkiewicz и соавт. в 1980 г. [36]. Позже были предложены и внедрены пластики прямой мышцей живота и широчайшей мышцей спины [37; 38].

Двусторонние лоскуты из БГМ остаются самыми распространёнными мышечными лоскутами «одного типа» среди торакальных хирургов. Формирование пекторальных (из *m. pectoralis major*) лоскутов на торакоакромиальной артерии является универсальной методикой закрытия стернального дефекта при инфекционных осложнениях и подразумевает мобилизацию как чисто мышечных, так и мышечно-кожных или перфорированных лоскутов [39; 40]. Кроме того, хирурги используют их как «turn over-lap» модифицированные лоскуты с одной, либо с двух сторон [41]. При планировании характера реконструктивного вмешательства главным условием является сохранение адекватного кровоснабжения при выделении подобных лоскутов. Формирование лоскута по типу «turn over» (ротированный лоскут) выполняется только при интактной *a. thoracica* (в англоязычной литературе «*mammaria*») *interna* и её перфорантах, то есть при маммарокоронарном шунтировании в анамнезе противопоказано. Данная методика требует гораздо больше времени выполнения, обширного рассечения (отделения вышележащей кожи и подкожных тканей), разделения сухожильного прикрепления БГМ к плечевой кости и приводит к деформации грудной стенки и снижению функции основной мышцы грудной клетки [42].

Пластика дефектов грудной стенки местными тканями включает билатеральную пластику большими грудными мышцами и кожно-фасциальными лоскутами путём отделения БГМ с обеих сторон от грудины по всей линии её прикрепления к надкостнице до парастернальных либо среднеключичных линий. Рассечение прекращается, как только лоскуты могут быть выдвинуты к средней линии с минимальным натяжением [42]. Таким образом, формируется единый мобильный комплекс (кожа, подкожная клетчатка, большая грудная мышца) с каждой стороны, позволяющий сблизить края раны, включая покрытие нижней трети грудины, путём отделения и перемещения переднего фасциального листка прямой мышцы живота [25; 43]. Зарубежные исследователи тоже продемонстрировали эффективность кожно-мышечного лоскута БГМ с дополнительной мобилизацией переднего листка влагалища прямой мышцы живота при закрытии постстернотомной раны, сама же прямая мышца живота остаётся в этом случае интактной [37; 39; 42]. Данный метод объединяет в себе преимущества закрытия раневого дефекта с учётом анатомического соответствия слоёв передней грудной стенки и эстетического восприятия самим пациентом.

Когда необходимо закрыть большую по площади послеоперационную рану в дистальной трети грудной клетки, можно также прибегнуть к отсечению места прикрепления БГМ к плечевой кости [44]. Однако резекция плечевой вставки *m. pectoralis major* для облегчения продвижения сформированного лоскута приводит к потере передней подмышечной складки, ограничению движений в плечах, ослаблению мышечной силы, болевому синдрому и парестезии, поэтому данный вид пекторальной

пластики не получил широкого распространения и применим лишь в упорно рецидивирующих случаях хронического ПСМ [45].

В большинстве же случаев мобилизованные кожно-мышечные лоскуты БГМ обеспечивают превосходное закрытие, устраняя мертвое пространство и обеспечивая сдавление грудины, они не подвержены ишемии ввиду утраты бассейна внутренних грудных артерий, поддерживают надежное кровоснабжение из *a. thoracoacromialis* и относительно быстро и просто выделяются на операции [42].

Пластика *инсультальной ротируемым расщеплённым лоскутом прямой мышцы живота*, кровоснабжаемым верхней эпигастральной артерией (конечной ветвью внутренней грудной артерии), способна обеспечить более надёжное закрытие нижней трети постстернотомной раны. При рецидивирующем стерномедиастините, когда реконструкция с помощью лоскутов БГМ и сальника недоступны или неадекватны, хирурги прибегают к использованию вертикального лоскута прямой мышцы живота на основе внутренней маммарной артерии. Если *a. mammaria (thoracica) interna* забирается для маммарокоронарного шунтирования, хирурги редко используют мышцу для лоскута на ножке из-за повышенного риска некроза, а его ротация при питании из межреберной артерии имеет ограниченное применение из-за небольшой дуги вращения [46]. Данный вид пластики не получил широкого распространения ввиду не только опасности развития ишемии, но и перитонита при незамеченном повреждении брюшины во время выделения лоскута, появления слабости брюшной стенки и, как следствие, вентральных грыж [45; 46]. Нередко требуется закрытие ротируемого на переднюю грудную стенку лоскута прямой мышцы живота кожным трансплантатом из-за дефицита мягких тканей, невозможности создания цельного кожно-мышечного лоскута брюшной стенки [47].

Пластика лоскутом *m. latissimus dorsi* для реконструкции раневого дефекта передней грудной стенки является резервом в борьбе с рецидивами ГСИ после пекторальной пластики, когда лоскуты БГМ вовлекаются в гнойно-деструктивный процесс, усугубляя дефицит кровяных тканей для повторного закрытия [47]. Подобные ситуации нередко возникали до внедрения портативных VAC-систем (англ., vacuum assisted closure), в эпоху преобладания одноэтапной тактики в борьбе с ПСМ.

Оментопластика. Метод тотальной стернумэктомии с оментомедиастинопексией для лечения осложненного медиастинита был впервые описан А.В. Lee с соавт. в 1976 г. [48]. Данный метод включает перемещение в дефект передней грудной стенки после купирования явлений ПСМ мобилизованной пряди большого сальника (БС), завоевавшему признание благодаря своему богатому кровоснабжению, выраженной сети лимфатических капилляров, иммунологической реактивности и пластичности [49]. У пациентов с обширной потерей мягких тканей грудной стенки и деструктивным поражением большей

части грудины (вплоть до тотального стернолизиса) оментопластика остается надежным резервным вариантом реконструкции грудины, особенно при дефектах нижней трети постстернотомной раны [42; 50]. Ключевым моментом операции является выбор оптимального способа мобилизации, формирование питающих ножек и проведение лоскута БС к реципиентной зоне. Объем БС всегда коррелирует с телосложением и индексом массы тела: пониженного или умеренного питания, одно- или двулопастной формы. В диссертационной работе В.Н. Данькова (2012) подробно описаны технические особенности оментопластики при ПСМ, изложены критерии выбора фиксированной сосудистой ножки, зависящие от объема имеющейся пряди БС, а также от индивидуальной анатомии желудочно-сальниковых и сальниковых артерий, желудочно-сальниковой дуги и дуги Haller [49]. Для перемещения в рану сальниковый лоскут может быть извлечен либо лапароскопически, либо через доступ верхне-срединной лапаротомии (Рис. 3).

Перемещение пряди выполняют по раневому каналу, соединяющему раны грудной и брюшной стенок: через подкожный «тоннель» путём создания отверстия в брюшной фасции или через диафрагмотомию в области ретростернальной щели Ларрея между грудинной и рёберной частями диафрагмы [49]. Критерием достаточной мобилизации является укладка пряди в раневое ложе без натяжения.

Дополнительная имплантация металлоконструкций после торакооментопластики развивалась одновременно с появлением самой методики, так как способна в ряде случаев обеспечить ригидную фиксацию грудной клетки, механическую защиту лёгких, сердца и крупных сосудов. Ещё в 1977 г. М.Ж. Jurkiewicz и Р.Г. Arnold выполнили три успешных транспозиций БС с имплантацией проленовой сетки; лоскут сальника покрывали свободными кожными лоскутами [51]. Е.А. Корымасов и соавт. (2015) считают оптимальным двухэтапное лечение ПСМ с предшествующей радикальной хирургической обработкой

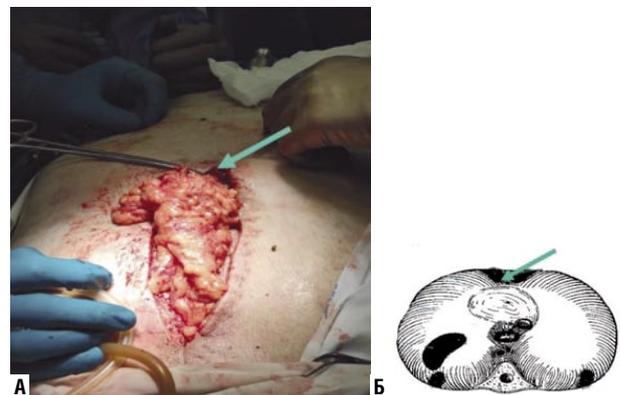


Рис. 3. А — перемещение пряди большого сальника через ретростернальную щель Ларрея при лапароскопической мобилизации (фото из собственного архива); Б — схема расположения грудино-рёберного треугольника (щели Ларрея).

гнояного очага. На первом этапе ведётся подготовка постстернотомной раны к пластическому закрытию с помощью вакуум-ассистированных повязок, а на втором — выполняется торакооментопластика с использованием сетчатых имплантов [52]. Комбинированное применение подобных металлоконструкций, по мнению исследователей, препятствует дислокации перемещённого лоскута БС в брюшную полость, устраняет остаточную полость в переднем средостении, повышает прочность каркаса грудной стенки и препятствует развитию послеоперационных грыж.

Стоит отметить, что рутинному применению оментопластики, несмотря на ряд публикаций, препятствуют риски развития специфичных осложнений. Так, мобилизация и перемещение лоскута БС из лапаротомной раны может привести к динамической или спаечной кишечной непроходимости, перитониту на фоне развития рецидива ГСИ, послеоперационной вентральной грыже в отдалённом периоде [53; 54]. Использование лапароскопии для мобилизации лоскута БС помогает избежать осложнений, связанных с лапаротомией, однако имеет другие недостатки: возможность респираторных расстройств, сложность оперативной техники, недостаточное кровоснабжение лоскутов [55]. При этом сальниковый лоскут не обеспечивает стабильности грудной стенки, приводя к нарушениям функции внешнего дыхания, а его создание и перемещение в переднее средостение может стать сильно затруднительным ввиду предшествующей операции на брюшной полости [42].

Торакооментопластика должна оставаться операцией резерва у ограниченной группы пациентов при дефиците мышечной ткани или высокой степени риска ишемии лоскута, многократных вмешательствах на грудной стенке и рецидивах инфекции [55; 56].

Перспективы аллопластики при глубокой стернальной инфекции

В настоящее время перспективы использования современных синтетических полимерных материалов, пластин из «медицинских» сплавов, имплантов из полиметилметакрилата на реконструктивном этапе лечения ГСИ ограничены риском реинфицирования, но активно применяются при закрытии дефектов в хирургии злокачественных новообразований грудной стенки. Многолетняя адаптация микроорганизмов к эпохе антибактериальной терапии обернулась распространением биоплёночных инфекций, вызываемых полирезистентными возбудителями, что диктует высокие требования к имплантируемым материалам [57]. Применение винтовых металлоконструкций после перенесённого стерномедиастинита с хроническим остеомиелитом грудины и рёбер ограничивают высокая стоимость, повреждение окружающих тканевых структур при установке, отсутствие достаточной площади уцелевшей костной поверхности [25; 32]. Необходимы дальнейшие исследования в области разработки и клинического применения биоабсорбиру-

ющихся материалов для изготовления имплантов, которые, помимо замещения костного дефекта, будут выполнять функцию «депо» для антимикробных препаратов (в т. ч. бактериофагов), способствуя эффективной локальной элиминации возбудителей биоплёночных инфекций.

Заключение

Исходя из анализа современных публикаций, идеальный способ фиксации фрагментов грудины все еще не найден. Он должен быть простым в исполнении, оптимальным по стоимости, корректируемым, прочным, способным удерживать грудину без прорезывания ее краев, доступным к быстрой рестернотомии в экстренных ситуациях. Поиск такого способа открывает широкий простор перед современными исследователями.

У перенёсших послеоперационный стерномедиастинит пациентов с наличием факторов риска и сопутствующей патологии стоит отдавать предпочтение менее объёмным реконструктивным вмешательствам, чтобы не усугубить состояние подобных больных как в ближайшем, так и в отдалённом периоде. Необходимо максимально использовать возможности пластического резерва местных тканей грудной стенки и больших грудных мышц.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов (The authors declare no conflict of interest).

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Бокерия Л.А. Современные тенденции развития сердечно-сосудистой хирургии (20 лет спустя) / Л.А. Бокерия // *Анналы хирургии*. — 2016. — Т.21. — №1-2. — С.10-18. [Bokeriya LA. Modern trends in the development of cardiovascular surgery (20 years later). *Annaly hirurgii*. 2016; 21(1-2): 10-18. (In Russ.)] doi: 10.18821/1560-9502-2016-21-1-10-18.
2. Леднев П.В., Белов Ю.В., Стоногин А.В. и др. Послеоперационный стерномедиастинит // *Хирургия*. Журнал им. Н.И. Пирогова. — 2018. — №4. — С.84-89. [Lednev PV, Belov YV, Stonogin AV, et al. Postoperative sternomediastinitis. *Hirurgija. Zhurnal im. N.I. Pirogova*. 2018;(4): 84-89. (In Russ.)] doi: 10.17116/hirurgia2018484-89.
3. Badawy MA, Shammari FA, Aleinati T et al. Deep sternal wound infection after coronary artery bypass: How to manage? *Asian Cardiovasc. Thorac. Ann*. 2014; 22(6): 649-654. doi: 10.1177/0218492314536106.
4. Вишневецкий А.А., Рудаков С.С., Миланов Н.О. Хирургия грудной стенки. — М.: Видар, 2005. [Vishnevskiy AA, Rudakov SS, Milanov NO. *Hirurgiya grudnoj stenki*. Moscow: Vidar, 2005. (In Russ.)]
5. 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 Междунар. конгр.* — Москва, 2012. — С.277-278. [Porkhanov VA, Polyakov IS, Kovalenko AL, Sirota AA. *Sovremennaya taktika lecheniya posleoperatsionnykh sternomediastinitov s ispolzovaniyem vakuumnykh povyazok*. In: *Proceedings of the 1st International congress "Wounds and wound infections"*; Moscow, 2012: 277-278. (In Russ.)]
6. Morgante A, Romeo F. Deep sternal wound infections: a severe complication after cardiac surgery. *G Chir*. 2017; 38(1): 33-36. doi: 10.11138/gchir/2017.38.1.033.
7. Bonacchi M, Prifti E, Bugetti M, et al. Deep sternal infections after in situ bilateral internal thoracic artery grafting for left ventricular myocardial revascularization: predictors and influence on 20-year outcomes. *J Thorac Dis*. 2018; 10(9): 5208-5221. doi: 10.21037/jtd.2018.09.30.
8. Горюнов С.В., Абрамов И.С., Чапарьян Б.А. и др. Руководство по лечению ран методом управляемого отрицательного давления. — М: Апрель. 2013. [Goryunov SV, Abramov IS, Chapar'yan BA, et al. *Rukovodstvo po lecheniyu ran metodom upravlyаемого отрицательного давления*. — М: Апрель. 2013.

- dstvo po lecheniyu ran metodom upravlyаемого otricatel'nogo davleniya. Moscow: Aprel'. 2013. (In Russ.).
9. Фургал А.А., Муратов Р.М., Цава С.П., и др. Сравнительная оценка постоянного и переменного режима вакуум-терапии в лечении послеоперационных стерномедиастинитов у кардиохирургических пациентов // Клиническая и экспериментальная хирургия. Журнал им. академика Б.В. Петровского. — 2019. №7(2). — С.71-78. [Furgal AA, Muratov RM, Shchava SP, et al. Comparative evaluation of the continuous and intermittent modes of vacuum therapy for the management of deep sternal wound infection after cardiac surgery. *Klinicheskaya i eksperimentalnaya khirurgiya. Zhurnal im. akademika B.V. Petrovskogo.* 2019; 7(2): 71-78. (In Russ.)] doi: 10.24411/2308-1198-2019-12010.
 10. Овакимян А.Г., Казарян С.Ф., Шатахян М.П., и др. Факторы риска развития инфекционных осложнений в области хирургического вмешательства в период пребывания в стационаре и после выписки из него у пациентов с коронарным шунтированием на работающем сердце // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. — 2009. — №3. — С.32-35. [Ovakimyan AG, Kazaryan SF, Shatakhyan MP, et al. Faktory riska razvitiya infektsionnykh oslozheniy v oblasti khirurgicheskogo vmeshatelstva v period prebyvaniya v statsionare i posle vypiski iz nego u patsiyentov s koronarnym shuntirovaniem na rabotayushchem serdtse. *Grudnaya i serdechno-sosudistaya khirurgiya.* 2009; 3: 32-35. (In Russ.)]
 11. De Paulis R, de Notaris S, Scaffa R et al. The effect of bilateral Internal thoracic artery harvesting on superficial and deep sternal infection: The role skeletonization. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2005; 129(3): 536-543. doi: 10.1016/j.jtcvs.2004.07.059.
 12. Галеев Н.А. Результаты различных видов фиксации грудины после операций на сердце и аорте: Дис. ... канд. мед. наук. — Москва; 2017. [Galeyev NA. Rezultaty razlichnykh vidov fiksatsii grudiny posle operatsiy na serdtse i aorte. [dissertation] Moscow; 2017. (In Russ.)] Доступно по: <https://www.dissercat.com/content/rezultaty-razlichnykh-vidov-fiksatsii-grudiny-posle-operatsii-na-serdtse-i-aorte>. Ссылка активна на 31.03.2022.
 13. Robicsek F, Daugherty HK, Cook JW. The prevention and treatment of sternum separation following open-heart surgery. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1977; 73(2): 267-268.
 14. Вишнеvский А.А., Печетов А.А., Даньков Д.В. Асимметричная стернотомия как фактор риска в развитии послеоперационного стерномедиастинита // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. — 2012. — №2. — С.19-23. [Vishnevskiy AA, Pechetov AA, Dankov DV. Asymmetric sternotomy as factor of risk of postoperative sternomediastinitis. *Grudnaya i serdechno-sosudistaya khirurgiya.* 2012; (2):19-23. (In Russ.)]
 15. Meeks MD, Lozekoot PW, Verstraeten SE, et al. Poststernotomy mediastinitis and the role of broken steel wires: retrospective study. *Innovations (Phila).* 2013; 8(3): 219-224. doi: 10.1097/IMI.0b013e3182a20e3c.
 16. Печетов А.А. Методы соединения грудины различными материалами после срединной стернотомии: Дис. ... канд. мед. наук. — Москва; 2010. [Pechetov AA. Metody soyedineniya grudiny razlichnymi materialami posle sredinnoy sternotomii. [dissertation] Moscow; 2010. (In Russ.)] Доступно по: <https://www.dissercat.com/content/metody-soedineniya-grudiny-razlichnymi-materialami-posle-sredinnoy-sternotomii>. Ссылка активна на 31.03.2022.
 17. Robicsek F. Complication of midline sternotomy. *Thoracic Surgery.* 2002; 51: 1351-1392. doi:10.1016/B978-0-443-06861-4.50106-4.
 18. Назарян К.Э. Хирургическая профилактика осложнений срединной стернотомии после операций на сердце: Дис. ... канд. мед. наук. — Москва; 2012. [Nazaryan KE. Khirurgicheskaya profilaktika oslozheniy sredinnoy sternotomii posle operatsiy na serdtse. [dissertation] Moscow; 2012. (In Russ.)] Доступно по: <https://www.dissercat.com/content/khirurgicheskaya-profilaktika-oslozheniy-sredinnoy-sternotomii-posle-operatsii-na-serdtse> Ссылка активна на 31.03.2022.
 19. Losanoff JE, Richman BW, Jones JW. Disruption and infection of median sternotomy: a comprehensive review. *Eur. J. CardioThorac. Surg.* 2002; 21: 831-839. doi: 10.1016/s1010-7940(02)00124-0.
 20. Riess FC, Awwad N, Hoffmann B, et al. A steel band in addition to 8 wire cerclages reduces the risk of sternal dehiscence after median sternotomy. *Heart surg forum.* 2004; 7(6): 87-92. doi: 10.1532/HSF98.200403114.
 21. Franco S, Ana M, Herrera, Mauricio A, et al. Use of steel bands in sternotomy closure: implications in high-risk cardiac surgical population. *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2009; 8: 200-205. doi: 10.1510/icvts.2008.188136.
 22. Sharma R, Puri D, Panigrahi BP, et al. A modified parasternal wire technique for prevention and treatment of sternal dehiscence. *Ann. Thorac. Surg.* 2004; 77: 210-213. doi: 10.1016/s0003-4975(03)01339-0.
 23. Song DH, Lohman RF, Renucci JD, et al. Primary sternal plating in high-risk patients mediastinitis. *Eur. J. Cardiothorac. surg.* 2004; 26(2): 67-72. doi: 10.1016/j.ejcts.2004.04.038.
 24. Dogan OF, Demircin M, Duman U, et al. The use of suture anchor for sternal nonunion as a new approach (Demicin-Dogan technique). *Heart. surg. forum.* 2005; 8(5): 6-9. doi: 10.1532/HSF98.20051024.
 25. Горбунов В.А. Усовершенствование комплексного лечения послеоперационного медиастинита у кардиохирургических пациентов: Дис. ... канд. мед. наук. — Нижний Новгород; 2019. [Gorunov VA. Usovershenstvovaniye kompleksnogo lecheniya posleoperatsionnogo mediastinita u khirurgicheskikh patsiyentov. [dissertation] Nizhny Novgorod; 2019. (In Russ.)] Доступно по: <https://www.dissercat.com/content/usovershenstvovaniye-kompleksnogo-lecheniya-posleoperatsionnogo-mediastinita-ukardiokhirurgii>. Ссылка активна на 31.03.2022.
 26. Allen KB, Thourani VH, Naka Y, et al. Randomized, multicenter trial comparing sternotomy closure with rigid plate fixation to wire cerclage. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2017; 153(4): 888-896. doi: 10.1016/j.jtcvs.2016.10.093.
 27. Huh J, Bakaeen F, Chu D, et al. Transverse sternal plating in secondary sternal reconstruction. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2008; 136: 1476-1480. doi: 10.1016/j.jtcvs.2008.03.051.
 28. Fawzy H, Osei-Tutu K, Errett L, et al. Sternal plate fixation for sternal wound reconstruction: initial experience (retrospective study). *J Cardiothorac. ac Surg.* 2011; 6: 63. doi: 10.1186/1749-8090-6-63.
 29. Tavlasoglu M, Kurkluoglu M, Arslan Z, et al. Detachment and dislocation of thermoreactive clips from sternum in late postoperative period due to misuse. *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2012; 14(4): 491-493. doi: 10.1093/icvts/ivr165.
 30. Grapow MT, Melly LF, Eckstein FS, et al. A new cable-tie based sternal closure system: description of the device, technique of implantation and first clinical evaluation. *J Cardiothorac Surg.* 2012; 7: 59. doi: 10.1186/1749-8090-7-59.
 31. Melly L, Gahl B, Meinke R., et al. A new cable-tie-based sternal closure device: infectious considerations. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2013; 17: 219-224. doi: 10.1093/icvts/ivt183.
 32. Потапов В.А., Кохан Е.П., Асанов О.Н., и др. Применение вакуум-терапии и бактериофагов в комплексном лечении глубокой стеральной инфекции // Вестник национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова. — 2021. — Т.16. — №2. — С.66-71. [Potapov VA, Kokhan EP, Asanov ON, et al. Use of vacuum therapy and bacteriophages in the complex treatment of deep sternal wound infection. *Vestnik natsionalnogo mediko-khirurgicheskogo Tsentra im. N.I.Pirogova.* 2021; 16(2): 66-71. (In Russ.)] doi: 10.25881/20728255_2021_16_2_66.
 33. Shumacker HB, Mandelbaum JL. Continuous antibiotic irrigation in the treatment of infection. *Arch. Surg.* 1963; 86: 384-387.
 34. Медведчиков-Ардия М.А. Совершенствование двухэтапной хирургической тактики в лечении пациентов с постстернотомным медиастинитом: Дис. ... канд. мед. наук. — Самара; 2018. [Medvedchikov-Ardiya MA. Sovershenstvovaniye dvukhetapnoy khirurgicheskoy taktiki v lechenii patsiyentov s poststernotomnym mediastinitom. [dissertation] Samara; 2018. (In Russ.)] Доступно по: <https://www.dissercat.com/content/sovershenstvovaniye-dvukhetapnoy-khirurgicheskoi-taktiki-v-lechenii-patsiyentov-s-poststernoto>. Ссылка активна на 31.03.2022.
 35. Порханов В.А., Кубышкин В.А., Паршин В.Д., и др. Клинические рекомендации по хирургическому лечению больных послеоперационным медиастинитом и остеомиелитом грудины и ребер. — Краснодар, Москва, 2014. [Porkhanov VA, Kubyskin VA, Parshin VD, et al. Klinicheskiye rekomendatsii po khirurgicheskomu lecheniyu bolnykh posleoperatsionnym mediastinitom i osteomyelitom grudiny i reber. *Krasnodar, Moscow, 2014.* (In Russ.)]
 36. Jurkiewicz MJ, Bostwick J, Hestler TR, et al. Infected median sternotomy wound. Successful treatment by muscle flaps. *Ann. Surg.* 1980; 191(6): 738-743.
 37. Jones G, Jurkiewicz MJ, Bostwick J, et al. Management of the infected median sternotomy wound with muscle flaps. The Emory 20-year experience. *Ann. Surg.* 1997; 225(6): 766-778.
 38. Wettstein R, Erni D, Berdat P, et al. Radical sternectomy and primary musculocutaneous flap reconstruction to control sternal osteitis. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2002; 123(6): 1185-1190. doi: 10.1067/mtc.2002.121304.

39. Ascherman JA, Patel SM, Malhotra SM, et al. Management of sternal wounds with bilateral pectoralis major myocutaneous advancement flaps in 114 consecutively treated patients: refinements in technique and outcomes analysis. *Plast Reconstr Surg.* 2004; 114: 676-683. doi: 10.1097/01.prs.0000130939.32238.3b.
40. Greig AV, Geh JL, Khanduja V, et al. Choice of flap for the management of deep sternal wound infection — an anatomical classification. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2007; 60: 372-378. doi: 10.1016/j.bjps.2006.10.005.
41. van Wingerden JJ, Lapid O, Boonstra PW, et al. Muscle flaps or omental flap in the management of deep sternal wound infection. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2011; 13: 179-187. doi: 10.1510/icvts.2011.270652.
42. Levy AS, Ascherman JA. Sternal Wound Reconstruction Made Simple. *Plast Reconstr Surg Glob Open.* 2019; 7(11): e2488. doi: 10.1097/GOX.0000000000002488.
43. Митиш В.А., Усу-Вуйю О.Ю., Пасхалова Ю.С., и др. Опыт хирургического лечения хронического послеоперационного остеомиелита грудины и ребер после миниинвазивной реваскуляризации миокарда // Раны и раневые инфекции. Журнал им. проф. Б.М. Костюченка. — 2015. — №2. — С.46-58. [Mitish VA, Usu-Vuyyu OYU, Paskhalova YUS, et al. Experience in surgically treating chronic postoperative osteomyelitis of the sternum and ribs after minimally invasive myocardial revascularization. *Wounds and wound infections. The Prof. BM Kostyuchenok journal.* 2015; (2): 46-58. (In Russ.)] doi: 10.17 650/2408-9613-2015-2-2-46-55.
44. Кохан Е.П., Александров А.С. Послеоперационные медиастиниты. Диагностика и лечение // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. — 2011. — №9. — С.22-26. [Kokhan EP, Aleksandrov AS. The diagnostics and treatment of the postoperative mediastinitis. *Pirogov Russian Journal of Surgery.* 2011; (9): 22-26. (In Russ.)]
45. Roh TS, Lee WJ, Lew DH, Tark KC. Pectoralis major-rectus abdominis-bipedicled muscle flap in the treatment of poststernotomy mediastinitis. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2008; 136(3): 618-622. doi: 10.1016/j.jtcvs.2008.01.044.
46. Nguyen DT, Aoki M, Hyakusoku H, Ogawa R. Chest wall reconstruction of severe mediastinitis with intercostal artery-based pedicled vertical rectus abdominis muscle flap with oblique-designed skin pedicle. *Ann Plast Surg.* 2011; 67(3): 269-271. doi: 10.1097/SAP.0b013e3181f77b8c.
47. Bakri K, Mardini S, Evans KK, et al. Workhorse flaps in chest wall reconstruction: the pectoralis major, latissimus dorsi, and rectus abdominis flaps. *Semin Plast Surg.* 2011; 25: 43-54. doi: 10.1055/s-0031-1275170.
48. Lee AB, Schimert G, Shaktin S, et al. Total excision of the sternum and thoracic pedicle transposition of the greater omentum; useful strategies in managing severe mediastinal infection following open heart surgery. *Surgery.* 1976; 80(4): 433-436.
49. Даньков Д.В. Торакооментопластика в хирургическом лечении больных с послеоперационным стерномедиастинитом: Дис. ... канд. мед. наук. — Москва; 2012. [Dankov DV. *Torakoomentoplastika v khirurgicheskom lechenii bolnykh s posleoperatsionnym sternomediastinitom.* [dissertation] Moscow; 2012. (In Russ.)]
50. Izaddoost S, Withers EH. Sternal reconstruction with omental and pectoralis flaps: a review of 415 consecutive cases. *Ann Plast Surg.* 2012; 69: 296-300. doi: 10.1097/SAP.0b013e31822af843.
51. Jurkiewicz MJ, Arnold PG. The Omentum: An Account of its Use in the Reconstruction of the Chest Wall. *Ann. Surg.* 1977; 185(5): 584-54.
52. Корымасов Е.А., Пушкин С.Ю., Беньян А.С., Медведчиков-Ардия М.А. Стратегия и тактика хирургического лечения инфекционных осложнений после срединной стернотомии // Раны и раневые инфекции журнал им. проф. Б.М. Костюченка. — 2015. — №2(4). — С.15-25. [Korymasov EA, Pushkin SYU, Benyan AS, Medvedchikov-Ardiya MA. Post-sternotomy infectious complications: surgical treatment strategy and tactics. *Wounds and wound infections. The Prof. BM Kostyuchenok journal.* 2015; 2(4): 15-25. (In Russ.)] doi: 10.17650/2408-9613-2015-2-4-15-26.
53. Tassi V, Ceccarelli S, Vannucci J, et al. Mediastinitis and sternal prosthesis infection successfully treated by minimally invasive omental flap transposition. *J. Cardiothorac. Surg.* 2013; 8(1): 30. doi: 10.1186/1749-8090-8-30.
54. Dornseifer U, Kleeburger C, Ehrl D, et al. Arteriovenous Loop-Independent Free Flap Reconstruction of Sternal Defects after Cardiac Surgery J. *Reconstr. Microsurg.* 2016; 32(7): 506-512. doi: 10.1055/s-0036-1578815.
55. Печетов А.А., Есаков Ю.С., Маков М.А., и др. Лапароскопически ассистированная торакооментопластика в реконструкции обширных дефектов передней грудной стенки // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. — 2017. — №8. — С.18-23. [Pechetov AA, Yesakov YUS., Makov MA, et al. Laparoscopic-assisted harvesting of omental flap in chest wall reconstruction for deep sternal wound infection. *Pirogov Russian Journal of Surgery.* 2017; (8): 18-23. (In Russ.)] doi: 10.17116/hirurgia2017818-23.
56. Karian L, Granick M. Sternal wound reconstruction with omental flap for poststernotomy mediastinitis. *Eplasty.* 2013; 3(2): 33-37.
57. Elgharably H, Mann E, Awad H, et al. First evidence of sternal wound bio-film following cardiac surgery. *PLoS One.* 2013; 8: e70360. doi: 10.1371/journal.pone.0070360.