

© CC 0 А. Л. Чарышкин, А. А. Гурьянов, 2021
УДК 616.712 : 616.98]-089.84
DOI: 10.24884/0042-4625-2021-180-4-51-56

ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДВУНАПРАВЛЕННОГО П-ОБРАЗНОГО СТЕРНАЛЬНОГО ШВА У ПАЦИЕНТОВ, ПЕРЕНЕСШИХ ГЛУБОКУЮ СТЕРНАЛЬНУЮ ИНФЕКЦИЮ

А. Л. Чарышкин^{1*}, А. А. Гурьянов^{1, 2}

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, г. Ульяновск, Россия

² Государственное учреждение здравоохранения «Ульяновская областная клиническая больница», г. Ульяновск, Россия

Поступила в редакцию 28.04.2021 г.; принята к печати 20.10.2021 г.

ВВЕДЕНИЕ. Стерномедиастинит у пациентов, перенесших операцию на открытом сердце, по-прежнему остается грозным осложнением. Лечение стеральной инфекции является сложным и многокомпонентным процессом. Одним из решающих этапов лечения стерномедиастинита является закрытие стеральной раны. Это обусловлено тем, что недостаточно статичное состояние грудины само по себе приводит к рецидиву гнойно-септических осложнений. В то же время нам приходится работать с ненативной костью, подвергшейся воспалительно-деструктивным изменениям и множественным механическим повреждениям.

ЦЕЛЬ. Оценить результаты применения разработанного двунаправленного П-образного стерального шва при реостеосинтезе грудины у пациентов, перенесших послеоперационный медиастинит.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ. Проанализированы результаты лечения 16 пациентов с глубокой стеральной инфекцией в раннем послеоперационном периоде. Все пациенты разделены на две группы в соответствии с использованным видом стеральных швов. В 1-ю группу вошли 8 пациентов, у которых при реостеосинтезе грудины применяли разработанный двунаправленный П-образный стеральный шов. Во 2-й группе у 8 пациентов сведение створок грудины выполняли швами в виде восьмерок. И в первой, и во второй группах пациентов применяли двух-этапную тактику лечения. Первым этапом выполнялась хирургическая обработка раны с удалением первичных стеральных швов. В дальнейшем проводилась вакуум-ассистированная терапия с использованием антисептиков. После очищения и деконтаминации раны вторым этапом осуществляли закрытие стеральной раны.

РЕЗУЛЬТАТЫ. В 1-й группе признаков несостоятельности стеральных швов не наблюдали. Во 2-й группе у 3 пациентов из-за несостоятельности стеральных швов выполнена повторная пластика грудины. У 1 пациента возник рецидив раневой инфекции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Разработанный двунаправленный П-образный стеральный шов у пациентов, перенесших послеоперационный стерномедиастинит, обеспечивает профилактику несостоятельности грудины.

Ключевые слова: срединная стернотомия, стеральная инфекция, послеоперационный медиастинит, стеральные швы, пластика грудины

Для цитирования: Чарышкин А. Л., Гурьянов А. А. Первые результаты применения двунаправленного П-образного стерального шва у пациентов, перенесших глубокую стеральную инфекцию. *Вестник хирургии имени И. И. Грекова*. 2021;180(4):51–56. DOI: 10.24884/0042-4625-2021-180-4-51-56.

* **Автор для связи:** Алексей Леонидович Чарышкин, ФГБОУ «Ульяновский государственный университет», 432970, Россия, г. Ульяновск, ул. Льва Толстого, д. 42. E-mail: charyshkin@yandex.ru.

FIRST RESULTS OF USING A BIDIRECTIONAL U-SHAPED STERNAL SUTURE IN PATIENTS WHO HAVE SUFFERED A DEEP STERNAL INFECTION

Aleksei L. Charyshkin^{1*}, Anton A. Guryanov^{1, 2}

¹ Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

² Ulyanovsk Regional Clinical Hospital, Ulyanovsk, Russia

Received 28.04.2021; accepted 20.10.2021

INTRODUCTION. Sternomediastinitis in patients undergoing open heart operation remains a formidable complication. Treatment of a sternal infection is a complex and multi-component process. Closing of the sternal wound is one of the decisive steps in the treatment of sternomediastinitis. This is due to the fact that an insufficiently static state of the sternum in itself leads to a relapse of purulent-septic complications. At the same time, we have to work with non-native bone that has undergone inflammatory and destructive changes and multiple mechanical damage.

The OBJECTIVE of the study was to evaluate the results of using the developed bidirectional U-shaped sternal suture for reosteosynthesis of the sternum in patients after postoperative mediastinitis.

METHODS AND MATERIALS. The results of treatment of 16 patients with deep sternal infection in the early postoperative period were analyzed. All patients were divided into two groups according to the type of used sternal sutures. The first group consisted of 8 patients in whom a developed bidirectional U-shaped sternal suture was used for sternum reosteosynthesis. In the second group, in 8 patients, the sternal cusps were brought together using classic sternal figure-of-8 suture. A two-stage tactics of treatment was used both in the first and in the second groups of patients. Surgical debridement of the wound with removal of the primary sternal sutures was performed in the first stage. Subsequently, vacuum-assisted therapy was carried out using antiseptics. The second stage was the closure of the sternal wound after cleaning and decontamination of the wound.

RESULTS. Signs of sternal suture failure were not observed in the first group. Three patients underwent repeated plasty of the sternum due to the incompetence of the sternal sutures in the second group. One patient had relapse of wound infection.

CONCLUSION. The developed bi-directional U-shaped sternal suture in patients after postoperative sternomediastinitis provides the prevention of inconsistency of sternum.

Keywords: median sternotomy, sternal infection, postoperative mediastinitis, sternal sutures, plastic sternum

For citation: Charyshkin A. L., Guryanov A. A. First results of using a bidirectional U-shaped sternal suture in patients who have suffered a deep sternal infection. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2021;180(4):51–56. (In Russ.). DOI: 10.24884/0042-4625-2021-180-4-51-56.

* **Corresponding author:** Aleksei L. Charyshkin, Ulyanovsk State University, 42, Leo Tostoy str., Ulyanovsk, 432017, Russia. E-mail: charyshkin@yandex.ru.

Введение. Впервые полную продольную срединную стернотомию выполнил Milton в 1897 г. больному с медиастинальным туберкулезом [1]. На сегодняшний день, несмотря на все более широкое применение малоинвазивных технологий, срединная стернотомия является наиболее часто используемым доступом в кардиохирургии. Так, в США ежегодно выполняется около 500 000 срединных стернотомий [2]. Данный факт обусловлен тем, что трансстернальный доступ легок и быстр в выполнении и, самое главное, обеспечивает хорошую экспозицию сердца и магистральных сосудов [3, 4].

Согласно опросу, проведенному в Германии, в 87 % случаев закрытие стеральной раны осуществляется с использованием проволоочного шва [5]. Эта технология проста, эффективна и имеет низкую стоимость. Применение жестких методов фиксации, таких как зажимы и пластины, не снижает риски развития стеральной инфекции, но способствует развитию сером и гематом. Кроме того, эти методы противопоказаны пациентам с выраженным остеопорозом грудины и очагами хронической инфекции [6, 7]. Немаловажным фактором является то, что данные методики значительно более дорогостоящи по сравнению с классическим проволоочным стеральным швом.

Таким образом, стальная проволока остается основным и наиболее часто используемым материалом, применяемым при первичном закрытии стернотомных ран [8]. Однако общепринятые варианты проволоочного шва оказываются недостаточно эффективными при наличии дополнительных факторов риска, таких как выраженный остеопороз грудины и интенсивный кашель в раннем послеоперационном периоде. В этих случаях стеральные швы способны разрушать костную ткань, а также сами подвержены разрушению [8].

M. D. Meeks et al. [9] показали, что шов, имеющий форму восьмерки, подвержен частичному разрушению у 26 % пациентов. Особенно важной является проблема недостаточной эффективности классических стеральных швов при реостеосинтезе грудины у пациентов, перенесших послеоперационный медиастинит [10, 11]. Это связано с деструктивно-воспалительными изменениями костной ткани и множественными поперечными переломами грудины [12].

Учитывая вышеизложенное, мы считаем целесообразным дальнейшее совершенствование способов закрытия стернотомных ран.

Цель исследования – оценить результаты применения разработанного двунаправленного П-образного стерального шва при реостеосинтезе грудины у пациентов, перенесших послеоперационный медиастинит.

Методы и материалы. С января 2015 г. по май 2020 г. в условиях отделения кардиохирургии и нарушений ритма сердца ГУЗ УОКБ проходил лечение 41 пациент с признаками стеральной инфекции в раннем послеоперационном периоде. У 25 (60,9 %) пациентов инфекционный процесс был ограничен мягкими тканями, лишь частично в воспалительный процесс была вовлечена грудинка, признаков распространения инфекции на ретростеральное пространство не было. У 16 (39,1 %) пациентов имелись признаки глубокой стеральной инфекции, определялась частичная либо полная несостоятельность стеральных швов, имелись явные признаки инфицирования переднего средостения.

Больные с несостоятельностью стеральных швов, требующие впоследствии реостеосинтеза грудины, разделены на две группы в соответствии с методом закрытия стеральной раны. В обеих группах пациенты были сопоставимы по полу и возрасту, сопутствующей патологии, оперативным вмешательствам. Средний возраст составил $(59,7 \pm 7,7)$ года. Число больных пожилого возраста (старше 60 лет) составило 8 (50 %) человек (таблица).

В 1-ю группу (проспективное исследование) вошли 8 пациентов, у которых для повторного закрытия стеральной раны применяли разработанный нами П-образный стеральный

Характеристика пациентов

Patient characteristics

Показатель	1-я группа (n=8)	2-я группа (n=8)	χ^2	p
Возраст, лет:				
40–59, n (%)	5 (62,5)	3 (37,5)		
60–74, n (%)	3 (37,5)	5 (62,5)		>0,05
Пол:				
мужской, n (%)	7 (87,5)	6 (75)	0,410	0,522
женский, n (%)	1 (12,5)	2 (25)	0,410	0,522
Сопутствующая патология:				
сахарный диабет, n (%)	3 (37,5)	4 (50)	0,254	0,615
ожирение, индекс массы тела ≥ 30 кг/м ²	3 (31 $\pm$ 1,15)	4 (31,7 $\pm$ 2,87)	0,254	0,615
хроническая обструктивная болезнь легких, n (%)	4 (50)	3 (37,5)	0,254	0,615
Операция:				
коронарное шунтирование, n (%)	6 (75)	5 (62,5)	0,291	0,590
протезирование клапанов сердца, n (%)	2 (25)	3 (37,5)	0,291	0,590

шов (рис. 1), патент на изобретение № 2724016 (авторы – А. Л. Чарышкин, А. А. Гурьянов).

Суть предложенного способа состоит в том, что поочередно на грудину накладывают от 6 до 8 (в зависимости от размера грудины) П-образных швов, попеременно чередующихся в своей конфигурации. Первый шов фиксируется по средней линии, последующий – на правом крае грудины, при этом в каждый шов захватываются грудина, апоневроз, фасциально-мышечный слой. Это обеспечивает дополнительный элемент прочности и предотвращает разрушение костной ткани, что особенно важно при фрагментации створок грудины. Таким образом, вовлеченные в шов апоневроз и фасциально-мышечный слой выступают в качестве защиты, предотвращающей прорезание швов.

Причиной, по которой П-образные швы последовательно чередуются в своей конфигурации, является недостаточное сведение верхнего либо нижнего углов створок грудины, возникающее при использовании лишь одной из двух вариантов конфигураций.

При наложении первого шва первый прокол выполняется в точке А с передней поверхности грудины на заднюю поверхность. Далее проволока протягивается по задней поверхности грудины (перпендикулярно створке), и выполняется прокол в точке Б с задней поверхности грудины на переднюю поверхность. Отступив от точки Б 1–2 см ниже по ходу грудины, выполняется прокол с передней поверхности на заднюю поверхность в точке В. Далее проволока протягивается по задней поверхности грудины (перпендикулярно грудине), и выполняется прокол в точке Г с задней поверхности грудины на переднюю. Точка Г располагается на 1–2 см ниже точки А по ходу грудины. В дальнейшем свободные концы проволоки из точки А и точки Г связываются между собой (рис. 2).

При наложении второго шва первый прокол выполняется в точке Д с передней поверхности на заднюю поверхность. Далее проволока проводится по задней поверхности грудины (параллельно створке) на 1–2 см от точки Д, и выполняется прокол в точке Е с задней поверхности на переднюю.

Проволока протягивается по передней поверхности перпендикулярно грудине на противоположную створку, и выполняется прокол в точке Ж с передней поверхности грудины на заднюю. Далее проволока протягивается по задней поверхности грудины на 1–2 см от точки Ж, и выполняется прокол в точке З с задней поверхности грудины на переднюю. В дальнейшем свободные концы проволоки из точки Д и точки З связываются между собой (рис. 2).

Для облегчения конфигурации второго шва и более простого стягивания проволоки возможно его выполнение двумя

проволами. При этом выполняется прокол в точке И с передней поверхности грудины на заднюю, после чего проволока протягивается по задней поверхности грудины на 1–2 см, по ходу грудины, и выполняется прокол с задней поверхности на переднюю в точке К. Такая же процедура проводится на противоположной стороне грудины в точках Л и М соответственно. Затем свободные края проволоки в точках И и Л, К и М связываются между собой (рис. 2). Таким образом, получается аналогичная конфигурация П-образного шва.

Мечевидный отросток частично либо полностью резецировался, так как эта область грудины была наиболее изменена и несла потенциальный риск рецидива инфекции. Полностью фрагментированные участки кости, а также часть кости, имевшая признаки инфицирования, резецировались. При этом сохранялся достаточный костный массив, позволявший обеспечить полное сведение грудины.

Во 2-ю группу (ретроспективное исследование) включены 8 пациентов, у которых при реостеосинтезе грудины использовали стернальные швы в форме восьмерки. Локализация и число стернальных швов были аналогичными таковым в 1-й группе. Все виды швов выполнялись стальной монофиламентной проволокой B|BRAUN Sternum Set Steelix® 4×45 см (4×18"), metric 9, HRS48. На грудину накладывали 6–8 стернальных швов в зависимости от размера грудины.

Для определения состоятельности вторичных стернальных швов была разработана методика определения анатомических

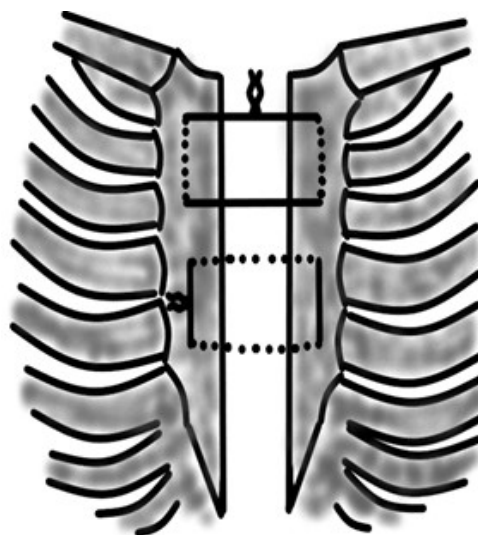


Рис. 1. Схема двустороннего П-образного стернального шва
Fig. 1. Diagram of a double-sided U-shaped sternal suture

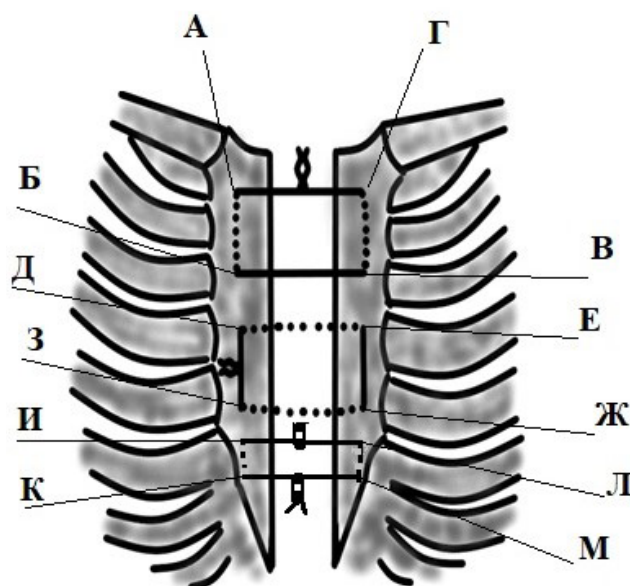


Рис. 2. Поэтапная схема наложения двунаправленных П-образных швов

Fig. 2. Step-by-step scheme of applying bidirectional U-shaped sutures

углов в области яремной вырезки и мечевидного отростка («Способ диагностики стабильности фиксации и диастаза грудины после срединной стернотомии» – заявка на изобретение № 2021110400 от 13.04.2021 г., авторы – А. Л. Чарышкин, А. А. Гурьянов).

При измерении угла в области яремной вырезки выставляются три точки. Места постановки точек определяются визуально и пальпаторно. Две точки устанавливаются в максимально удаленных участках яремной вырезки, образованных краями правой и левой ключиц, а третья точка – в центре яремной вырезки. Три точки соединяются прямыми линиями. Вершиной измеряемого угла является точка в центре яремной вырезки.

При измерении угла в области мечевидного отростка две точки отмечаются по краям реберных дуг, кривизна основания реберных дуг позволяет провести две прямые линии, точка их пересечения является третьей точкой – вершиной измеряемого угла.

Постановка ориентировочных точек и измерение углов выполняются на момент максимального выдоха. Данная особенность обусловлена тем, что при полной статичности грудины в момент выдоха предполагаемые углы не изменяются, однако при патологической подвижности в момент выдоха створки грудины отдаляются друг от друга, при этом увеличиваются измеряемые углы.

После реостеосинтеза грудины пациенту выполняется измерение углов. Ежедневно после операции выполняются повторные измерения углов для контроля возможного диастаза. Увеличение углов свидетельствует о патологической подвижности грудины. Так, при диастазе створок в 10 мм углы увеличиваются на 15–20°. Всем пациентам, принимавшим участие в исследовании, проводили измерение вышеуказанных анатомических углов.

Для определения характера, распространенности и локализации патологического процесса в послеоперационном периоде пациентам проводили компьютерную томографию органов грудной клетки с 3D-реконструкцией, ультразвуковое исследование мягких тканей, посев раневого отделяемого на флору, чувствительность к антибиотикам.

Результаты. В обеих исследуемых группах у пациентов имелись признаки глубокой стернальной инфекции. Возбудители раневой инфекции были представлены *Staphylococcus aureus* (чувствительность к Цефтриаксону) в 1-й группе у 3 больных, во 2-й группе – у 4, *MRSA* (чувствительность к Меропенему) в 1-й группе у 1 больного, во 2-й группе не выявлено, *Staphylococcus epidermidis* (чувствительность к Ванкомицину) в 1-й группе у 2 больных, во 2-й группе – у 1, *Staphylococcus haemolyticus* (чувствительность к Ванкомицину) в 1-й группе у 2 больных, во 2-й группе – у 2. Не удалось выделить возбудителя раневой инфекции в 1 случае только во 2-й группе. Основным проявлением распространения инфекции на загрудинное пространство являлась активная раневая продукция из области переднего средостения. Также у пациентов наблюдалась несостоятельность стернальных швов, проявлявшаяся в виде диастаза створок грудины и их подвижности при дыхании. Как правило, это было обусловлено деструкцией кости на фоне инфекции и механического повреждения грудины проволокой.

И в 1-й, и во 2-й группах пациентов применяли двухэтапную тактику лечения. Первым этапом выполняли хирургическую обработку раневой полости. Рану раскрывали на всем протяжении. Удаляли лигатуры и нежизнеспособные участки тканей. Также удаляли стернальные швы, что обеспечивало полноценную санацию загрудинного пространства и исключало дальнейшее разрушение грудины, повреждение близлежащих органов и тканей фрагментами проволоки и костными отломками. Раневую полость многократно обрабатывали растворами антисептиков. В дальнейшем проводили вакуумную терапию раны. Вакуумную систему устанавливали на 48–72 ч. После этого систему удаляли, полость раневого дефекта обрабатывали растворами антисептиков и вновь устанавливали вакуумную систему. Данный алгоритм действий проводили до момента очищения раневой полости. У пациентов обеих групп для достижения оптимального состояния раневой полости требовалась смена вакуумной системы от 7 до 11 раз (средний показатель – $(8,9 \pm 1,5)$), что составило от 19 до 30 дней (средний показатель – $(24,0 \pm 3,4)$ дня). Критериями удовлетворительного состояния раны являлись прекращение активной раневой продукции, достаточный рост грануляционной ткани, снижение уровня лейкоцитов крови ниже $9 \cdot 10^9/\text{л}$, нормализация показателя СОЭ, деконтаминация раневой полости (снижение концентрации инфекционного агента менее 10^3 ЕД [13]), отсутствие у пациента гипертермии и признаков генерализованной инфекции.

После достижения приемлемого состояния раны вторым этапом выполняли реостеосинтез грудины.

По итогам лечения во 2-й группе у 3 (37,5 %) пациентов в раннем послеоперационном периоде наблюдалась несостоятельность стернальных швов, обусловленная разрушением костной ткани проволокой, что в дальнейшем потребовало повторной операции по сведению грудины. У 1 (12,5 %) из пациентов с признаками повторной несостоятельности стернальных швов наблюдался рецидив стеральной инфекции. В 1-й группе осложнений подобного характера не наблюдалось. Летальности в 1-й группе не было. Во 2-й группе 1 (12,5 %) пациент погиб. Причиной летального исхода стало острое нарушение мозгового кровообращения по ишемическому типу на фоне генерализованного атеросклероза церебральных сосудов.

Обсуждение. Надежность П-образного шва многократно доказана в хирургической практике при работе с тканями, подверженными разрушению при контакте с нитью [13]. Показательным примером служит использование П-образного шва с тефлоновой прокладкой при попытке достичь целостности истонченной стенки предсердия, либо атеросклеротически измененной стенки аорты [13].

Костная ткань, подвергаясь многократным механическим воздействиям, а также воспалительно-деструктивным изменениям, должна рассматриваться как структура с низкой степенью прочности [12]. Постоянная нагрузка, которая приходится на стернальные швы при дыхании и кашле, требует максимальной надежности в сочетании с минимальной травматичностью.

Одним из наиболее часто используемых швов, применяемых при реконструкции грудины, является метод Робичека [8, 11]. Однако несмотря на то, что данная методика позволяет добиться достаточной кооптации створок грудины, ее громоздкость создает дополнительные риски развития сером и гематом. Также ряд авторов [8, 11] отмечают вероятность развития ишемии прилежащих тканей вследствие компрессии боковыми непрерывными проволочными швами. Все вышеперечисленные факторы увеличивают риск рецидива раневой инфекции.

Принципиальное отличие разработанного П-образного стернального шва заключается в том, что обеспечивается большая площадь контакта проволоки с грудиной, прилежащими тканями, вследствие чего уменьшается риск деструкции костной ткани. При этом шов не является громоздкой конструкцией. Это снижает вероятность возникновения несостоятельности стернальных швов (рис. 3). Из представленной схемы трех видов стернальных швов видно, что максимальная площадь контакта шовного материала с тканями приходится на П-образный шов. При этом вовлеченные в шов мягкие ткани выступают в роли «тефлоновой прокладки», обеспечивая дополнительную прочность.

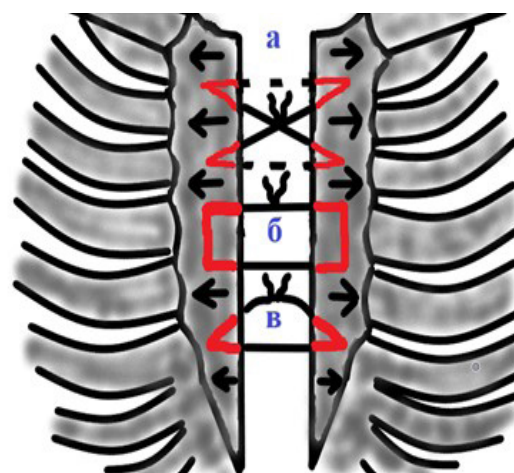


Рис. 3. Схема стандартных (а; в) и П-образного (б) стернальных швов

Fig. 3. Scheme of standard (a; v) and U-shaped (б) sternal sutures

Таким образом, предложенный двунаправленный П-образный стернальный шов является простым и доступным, но в то же время релевантным для обеспечения достаточной прочности измененной грудины.

Выводы. 1. Двунаправленный П-образный стернальный шов у пациентов, перенесших послеоперационный стерномедиастинит, обеспечивает профилактику несостоятельности грудины.

Конфликт интересов

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Соответствие нормам этики

Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо, и правила обращения с животными в случаях их использования в работе. Подробная информация содержится в Правилах для авторов.

Compliance with ethical principles

The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary, and the rules of treatment of animals when they are used in the study. Author Guidelines contains the detailed information.

ЛИТЕРАТУРА

1. Sertac Cicek. Sternal closure : Wires are still the king! // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 2018. № 156. P. 1596–1597. Doi: 10.1016/j.jtcvs.2018.04.106.
2. Mozaffarian D., Benjamin E. J., Go A. S. et al. Heart disease and stroke statistics – 2015 update : a report from the American Heart Association // Circulation. 2015. № 131. P. e29–322. Doi: 10.1161/CIR.000000000000152.
3. Median Sternotomy for Lung Transplantation : Techniques and Advantages / Nicholas R. Teman, Jianzhou Xiao, Curtis G. Tribble, Patrick E Parrino // The Heart Surgery Forum. 2017. Vol. 20, № 3. P. 089. Doi: 10.1532/hsf.1809.
4. 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. № 10. P. 166. Doi: 10.1186/s13019-015-0378-7.
5. Schimmer C., Reents W., Elert O. Primary closure of median sternotomy: a survey of all German surgical heart centers and a review of the literature concerning sternal closure technique // *Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2006. № 54. P. 408–413. Doi: 10.1055/s-2006-924193.
 6. Allen K. B., Thourani V. H., Naka Y. et al. Randomized, multicenter trial comparing sternotomy closure with rigid plate fixation to wire cerclage // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2017. Vol. 153, № 4. P. 888–896. Doi: 10.1016/j.jtcvs.2016.10.093.
 7. Mid-Term Results After Sternal Reconstruction Using Titanium Plates: Is It Worth It to Plate? / Stephanie Voss, Albrecht Will, Rudiger Lange, Bernhard Voss // *The Annals of Thoracic Surgery.* 2018. № 105. P. 1640–1677. Doi: 10.1016/j.athoracsur.2018.01.057.
 8. Методы остеосинтеза грудины в лечении и профилактике срединной стернотомии / М. В. Шведова, Я. Д. Анфиногенова, Г.Ц. Дамбаев, А. Н. Вусик // *Сибир. журн. клин. и эксперимент. мед.* 2016. Т. 31, № 3. С. 26–32. Doi: 10.29001/2073-8552-2016-31-3-26-32.
 9. Meeks M. D., Lozekoot P. W., Verstraeten S. E. et al. Poststernotomy mediastinitis and the role of broken steel wires: retrospective study // *Innovations (Phila).* 2013. Vol. 8, № 3. P. 219–224. Doi: 10.1097/IMI.0b013e3182a20e3c.
 10. Veeramachaneni N. The optimal sternal closure technique: still elusive // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2018. Vol. 156, № 1. P. 187. Doi: 10.1016/j.jtcvs.2018.03.023.
 11. Closure of the sternum with anchoring of the steel wires: systematic review and meta-analysis // K. F. Pinotti, D. C. Cataneo, O. R. Rodrigues, A. J. M. Cataneo // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2018. Vol. 156, № 1. P. 178–186. Doi: 10.1016/j.jtcvs.2018.02.033.
 12. Горбунов В. А., Джорджикия Р. К., Мухарямов М. Н. и др. Выбор метода остеосинтеза грудины у пациентов с постстернотомным медиастинитом // *Казан. мед. журн.* 2017. Т. 98, № 3. С. 456–461. Doi: 10.17750/KMJ2017-456.
 13. Корымасов Е. А., Пушкин С. Ю., Беньян А. С. и др. Стратегия и тактика хирургического лечения инфекционных осложнений после стернотомии // *Раны и раневые инфекции: Журн. им. проф. Б. М. Костюченка.* 2015. С. 15–25. Doi: 10.17650/2408-9613-2015-2-4-15-25.
 3. Nicholas R. Teman, Jianzhou Xiao, Curtis G. Tribble, Patrick E. Parrino. Median Sternotomy for Lung Transplantation: Techniques and Advantages // *The Heart Surgery Forum.* 2017;(3):089. Doi: 10.1532/hst.1809.
 4. 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;(10):166. Doi: 10.1186/s13019-015-0378-7.
 5. Schimmer C., Reents W., Elert O. Primary closure of median sternotomy: a survey of all German surgical heart centers and a review of the literature concerning sternal closure technique // *Thorac Cardiovasc Surg.* 2006;(54):408–413. Doi: 10.1055/s-2006-924193.
 6. Allen K. B., Thourani V. H., Naka Y., Grubb K. J., Grehan J., Patel N. 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.
 7. Stephanie Voss, Albrecht Will, Rudiger Lange, and Bernhard Voss. Mid-Term Results After Sternal Reconstruction Using Titanium Plates: Is It Worth It to Plate? // *The Annals of Thoracic Surgery.* 2018;(105):1640–1647. Doi: 10.1016/j.athoracsur.2018.01.057.
 8. Shvedova M. V., Anfinogenova Ya., Dambaev G. Ts., Vusik A. N. Approaches to sternal osteosynthesis in poststernotomy complications management // *The Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine.* 2016;31(3):26–32. (In Russ.). Doi: 10.29001/2073-8552-2016-31-3-26-32.
 9. Meeks M. D., Lozekoot P. W., Verstraeten S. E. 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.
 10. Veeramachaneni N. The optimal sternal closure technique: still elusive // *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2018;156(1):187. Doi: 10.1016/j.jtcvs.2018.03.023.
 11. Pinotti K. F., Cataneo D. C., Rodrigues O. R., Cataneo A. J. M. Closure of the sternum with anchoring of the steel wires: systematic review and meta-analysis // *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2018;156(1):178–186. Doi: https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2018.02.033.
 12. Gorbunov V. A., Dzhordzhikiya R. K., Muharyamov M. N., Vagizov I. I., Omelyanenko A. S. Vybor metoda osteosinteza grudiny u pacientov s poststernotomnym mediastinitom // *Kazan medical journal.* 2017;98 (3):456–461. (In Russ.). Doi: 10.17816/KMJ2017-456.
 13. Korymasov E. A., Pushkin S. Y., Benyan A. S., Medvedchikov-Ardiya M. A. Strategiya i taktika hirurgicheskogo lecheniya infekcionnyh oslozhnenij posle sternotomii // *Wounds and wound infections. The prof. B.M. Kostyuchenok journal.* 2015;2(4):15–25. (In Russ.). Doi: 10.17650/2408-9613-2015-2-4-15-25.

REFERENCES

1. Sertac Cicek. Sternal closure: Wires are still the king! // *J Thorac Cardiovasc Surg* 2018;156:1596–1597. Doi: 10.1016/j.jtcvs.2018.04.106.
2. Mozaffarian D., Benjamin E. J., Go A. S. et al. Heart disease and stroke statistics—2015 update: a report from the American Heart Association // *Circulation* 2015;131:e29–e322. Doi: 10.1161/CIR.000000000000152.

Информация об авторах:

Чарышкин Алексей Леонидович, доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой факультетской хирургии, Институт медицины экологии и физической культуры, Ульяновский государственный университет (г. Ульяновск, Россия), ORCID: 0000-0003-3978-1847; **Гурьянов Антон Александрович**, аспирант кафедры факультетской хирургии, Институт медицины экологии и физической культуры, Ульяновский государственный университет (г. Ульяновск, Россия), сердечно-сосудистый хирург, Ульяновская областная клиническая больница (г. Ульяновск, Россия), ORCID: 0000-0002-6842-2168.

Information about authors:

Charyshkin Aleksei L., Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Faculty Surgery, Institute of Medicine, Ecology and Physical Education, Ulyanovsk State University (Ulyanovsk, Russia), ORCID: 0000-0003-3978-1847; **Guryanov Anton A.**, Postgraduate Student of the Department of Faculty Surgery, Institute of Medicine, Ecology and Physical Education, Ulyanovsk State University (Ulyanovsk, Russia), Cardiovascular Surgeon, Ulyanovsk Regional Clinical Hospital (Ulyanovsk, Russia), ORCID: 0000-0002-6842-2168.