

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ПЛАСТИЧЕСКОГО ЗАМЕЩЕНИЯ НЕОБШИРНЫХ ДЕФЕКТОВ ГРУДИНЫ У БОЛЬНЫХ С ГЛУБОКИМ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫМ СТЕРНОМЕДИАСТИНИТОМ

А.И. Жданов, С.В. Павлюченко, М.А. Ходорковский, К.В. Попов 

Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко,
Воронеж, Российская Федерация

Аннотация

Цель исследования: повышение эффективности лечения пациентов с необширными дефектами грудины путем применения деэпидермизированных кожно-фасциальных лоскутов.

Материал и методы. Для выполнения настоящей работы выбрана модель когортного исследования в виде ретроспективного анализа медицинских карт больных, проходивших лечение по поводу послеоперационного стерномедиастинита. Для сравнительного анализа было отобрано 119 медицинских карт согласно критериям включения в исследование. В зависимости от способа пластического замещения костно-мягкотканого дефекта передней грудной стенки пациенты были разделены на три группы: больным 1-й группы (56 человек) выполняли пластику Т-образными деэпидермизированными кожно-фасциальными лоскутами, 2-й группы (29 человек) – пластику лоскутом большой грудной мышцы. Представителям 3-й группы (34 человека) проводили реостеосинтез грудины фиксаторами из инертных материалов.

Результаты пластического замещения дефекта грудины оценивали с помощью компьютерной томографии органов грудной клетки (ликвидация диастаза между створками грудины, отсутствие признаков деструкции костной ткани грудины) и микробиологических исследований (проведение серии посевов отделяемого из раны и дренажей для определения полной элиминации или снижения уровня КОЕ/г микробных агентов до 10^3). Полученные данные подвергали статистическому анализу.

Результаты. Было обнаружено, что частота рецидивов глубокой стеральной инфекции у пациентов 1-й и 2-й групп статистически значимо не различается, однако в случае возникновения осложнений при пересадке лоскута большой грудной мышцы вероятность развития рецидива стерномедиастинита повышается. Сравнение пациентов 1-й и 3-й групп продемонстрировало, что частота возникновения рецидивов стерномедиастинита достоверно выше после реостеосинтеза грудины.

Заключение. Предложенный оригинальный способ пластики кожно-фасциальными лоскутами эффективен при пластическом замещении необширных дефектов грудины и имеет ряд преимуществ по сравнению с общепринятыми методиками в связи с меньшей инвазивностью и тенденцией к снижению частоты рецидива стеральной инфекции.

Ключевые слова: стерномедиастинит, деэпидермизированный кожно-фасциальный лоскут, реостеосинтез.

Конфликт интересов: авторы подтверждают отсутствие явного и потенциального конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Для цитирования: Жданов А.И., Павлюченко С.В., Ходорковский М.А., Попов К.В. Сравнительный анализ результатов пластического замещения необширных дефектов грудины у больных с глубоким послеоперационным стерномедиастинитом // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. 2024. Т. 27, № 2. С. 56–63.
doi 10.52581/1814-1471/89/06

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE RESULTS OF PLASTIC REPLACEMENT OF NON-EXTENSIVE STERNUM DEFECTS IN PATIENTS WITH DEEP POSTOPERATIVE STERNOMEDIASTITIS

A.I. Zhdanov, S.V. Pavlyuchenko, M.A. Khodorkovsky, K.V. Popov

Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko,
Voronezh, Russian Federation

Abstract

Purpose of the study: to increase the effectiveness of plastic replacement of non-extensive sternum defects through the use of de-epidermized skin-fascial flaps.

Material and methods. To perform this work, a cohort study model was selected in the form of a retrospective analysis of medical records of patients treated for postoperative sternomediastinitis. 119 medical records were selected for comparative analysis, according to the criteria for inclusion in this study. Depending on the method of plastic replacement of the bone-soft tissue defect of the anterior chest wall, patients were divided into 3 groups: 1st group (56 patients) – plastic surgery with T-shaped deepidermized skin fascial flaps; 2nd group (29 patients) – plastic surgery with a flap of the pectoral muscle and 3rd group (34 patients) – rheosteosynthesis of the sternum with fixators made of inert materials.

The effectiveness of plastic replacement of the sternum defect was evaluated using computed tomography of the chest organs (elimination of diastasis between the sternum flaps, absence of signs of destruction of the sternum bone tissue) and microbiological studies (conducting a series of seeding of the discharge from the wound and drains to determine complete elimination or reduction of the level of CFU/g of microbial agents to 10^3). The obtained values were subjected to statistical analysis.

Results. Analysis of the results of the study showed that the recurrence rate of deep sternal infection in patients of 1st and 2nd groups did not significantly differ. However, in case of complications during transplantation of a flap of the pectoralis major muscle, the likelihood of recurrence of sternomediastinitis increases. A comparison of patients in 1st and 3rd groups demonstrated that the incidence of recurrence of sternomediastinitis was significantly higher after sternal rheosteosynthesis.

Conclusion. The method of plastic surgery with skin fascial flaps proposed by the authors is effective in plastic replacement of non-extensive sternal defects and has a number of advantages compared with conventional methods due to its lower invasiveness and a tendency to reduce the frequency of recurrence of sternal infection.

Keywords: sternomediastinitis, de-epidermized skin fascial flap, rheosteosynthesis.

Conflict of interest: the authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Financial disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

For citation: Zhdanov A.I., Pavlyuchenko S.V., Khodorkovsky M.A., Popov K.V. Comparative analysis of the results of plastic replacement of non-extensive sternum defects in patients with deep postoperative sternomediastinitis. *Issues of Reconstructive and Plastic Surgery*. 2024;27(2): 56-63. doi 10.52581/1814-1471/89/06

ВВЕДЕНИЕ

Частота развития осложнений в области стернотомной раны варьирует от 0,3 до 6,9% [1, 2]. Казалось бы, такой процент осложнений невелик, однако в абсолютных значениях количество инфекционных осложнений в стернотомной ране увеличивается прямо пропорционально росту количества операций на передней грудной стенке.

Наиболее актуальной проблемой среди инфекционных осложнений в области стернотомной раны является глубокий стерномедиастинит, так как при глубоких поражениях каркасная функция грудины необратимо нарушена и поэтому цель хирургического лечения состоит уже не только в удалении пораженных структур, но и в замещении получившегося дефекта грудной клетки пластическим материалом для восстановления ее каркасной функции [3]. Однако единых

подходов к способам пластического замещения на данный момент нет. Также, до настоящего времени не удалось разработать методику, которая могла бы считаться золотым стандартом ушивания подобных дефектов.

Внедрение новых способов пластики для закрытия дефектов грудной стенки и дифференцированный подход к их применению позволяют повысить качество лечения больных со стерномедиастинитом.

Цель исследования: повышение эффективности лечения пациентов с необширными дефектами грудины путем применения деэпидермизированных кожно-фасциальных лоскутов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для выполнения настоящей работы была выбрана модель когортного исследования. Первичную выборку составили 275 пациентов со стерномедиастинитом, находившихся на стационарном лечении в отделении торакальной хирургии БУЗ ВО «Воронежская областная клиническая больница № 1» (г. Воронеж). Из первичной выборки было отобрано 119 больных (43,2%), согласно критериям включения в рамках данного исследования:

1) перенесенная срединная стернотомия, осложнившаяся в ближайшем и (или) среднесрочном послеоперационном периоде стерномедиастинитом;

2) стерномедиастинит по классификации R.M. El Oakley и J.E. Wright (1996) [4] является глубоким;

3) образовавшийся в результате глубокого стерномедиастинита костно-мягкотканый дефект является необширным;

4) необширный дефект является критическим, т.е. требующим пластического замещения аутологичными тканями либо инертными искусственными материалами в связи с неспособностью к самостоятельному закрытию [3].

Термин «обширный дефект» не является описательным. Так, согласно В.Ф. Байтингеру (2018), под «обширными ранами» в общей хирургии понимают раны площадью более 50 см², которые самостоятельно не заживают и требуют пластических вмешательств [5].

Под термином «критический дефект» принято понимать ортотопический дефект, который не может зажить самопроизвольно на протяжении жизни пациента без специального вмешательства [6]. Благодаря экспериментальным исследованиям на животных было установлено, что дефект кости площадью более 100 мм² требует его пластического замещения [7].

В связи с несоответствием критериям включения из исследования были исключены:

– 6 больных с лучевым стерномедиастинитом (инфекционный процесс грудины возник в результате лучевой терапии по поводу рака молочной железы), так как данной категории пациенток ранее не проводилось оперативное вмешательство с использованием стернотомного доступа;

– 129 больных с поверхностным мягкотканым дефектом тканей передней грудной стенки в области постстернотомной раны, так как отсутствовала необходимость пластического замещения аутоотканями;

– 21 пациент с глубокими обширными дефектами тканей передней грудной стенки, требовавшими расширенного реконструктивно-пластического вмешательства, так как результаты лечения и дальнейшей реабилитации данной группы больных были нерепрезентативны по отношению к группам пациентов, выбранных для нашего исследования и требовали отдельного изучения.

Пациенты, включенные в исследование, были разделены на три группы в зависимости от способа пластического замещения костно-мягкотканого дефекта передней грудной стенки: больным 1-й группы (56 человек) выполняли пластику Т-образными деэпидермизированными кожно-фасциальными лоскутами, 2-й группы (29 человек) – пластику лоскутом большой грудной мышцы. Представителям 3-й группы (34 человека) осуществляли реостеосинтез грудины фиксаторами из инертных материалов.

На первом этапе лечения глубокого стерномедиастинита для купирования острого воспалительного процесса выполняли операции по удалению металлических лигатур, местную хирургическую обработку с санацией очагов гнойно-септической инфекции, некрэквестрэктомии и далее – торакостому с ежедневными перевязками (повторные некрэктомии) до полного очищения раны и появления грануляций. В табл. 1 приведены виды операций на первом этапе лечения.

В случае отсутствия положительной динамики в течение 5–7 дней с момента начала лечения, для интенсификации процесса очищения гнойной постстернотомной раны применялась VAC-терапия в режиме постоянного отрицательного давления 125 мм рт. ст. одним курсом в течение 5 дней. Обычно сроки VAC-терапии составляли от 5 до 12 дней. Показанием к замене повязки считали большое количество экссудата (более 300 мл в контейнере) или разгерметизацию контейнера.

Так как показанием к применению VAC-терапии в нашем исследовании являлось наличие признаков замедленного процесса очищения постстернотомной раны, при каждой замене вакуум-ассистированной повязки (обычно на 5-е сут) обязательно проводили повторное микробиологическое исследование отделяемого.

Таблица 1. Виды операций, выполненных на первом этапе лечения, абс. (%)**Table 1.** Types of operations performed at the first stage of treatment, abs. (%)

Вид операции	Группа		
	1-я (56 человек)	2-я (29 человек)	3-я (34 человека)
Вскрытие флегмоны:			
– без удаления металлических лигатур	5 (8,9)	2 (6,9)	14 (41,2)
– с удалением металлических лигатур	4 (7,1)	2 (6,9)	6 (17,6)
Иссечение свища:			
– без удаления металлических лигатур	5 (8,9)	6 (20,7)	3 (8,8)
– с удалением металлических лигатур	17 (30,4)	5 (17,2)	0
Секвестрэктомия грудины:			
– без удаления металлических лигатур	2 (3,6)	1 (3,4)	0
– с удалением металлических лигатур	1 (1,8)	1 (3,4)	0

Следует отметить, что все пациенты из выделенной согласно критериям включения когорты достигли уровня очищения раны, необходимого для проведения замещения необширного дефекта грудины.

У больных 1-й группы замещение дефекта грудины осуществляли кожно-фасциальными лоскутами, свободные края которых имели взаимно направленную пространственную ориентацию. Лоскуты выкраивали с учетом интраоперационного определения их размеров и мобильности. Далее производили пробную тампонаду раневого дефекта сформированными свободными краями лоскута (рис. 1).

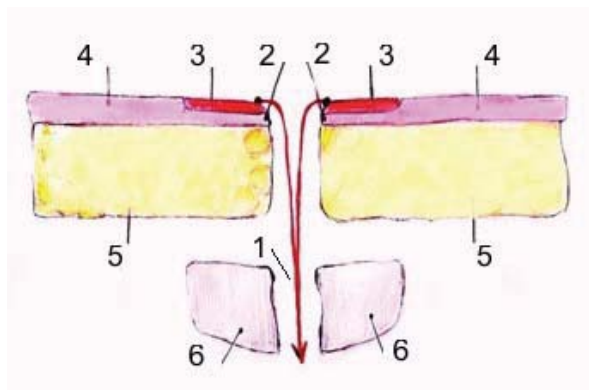


Рис. 1. Пробная тампонада дефекта кожно-фасциальными лоскутами: 1 – раневой дефект грудины; 2 – свободный край лоскута; 3 – деэпидермизированные края лоскута; 4 – дерма; 5 – подкожно-жировая клетчатка; 6 – края грудины

Fig. 1. Trial tamponade of the defect with cutaneous fascial flaps: 1 – wound defect of the sternum; 2 – free edge of the flap; 3 – de-epidermized edges of the flap; 4 – dermis proper; 5 – subcutaneous fat; 6 – edges of the sternum

Затем выполняли деэпидермизацию свободных краев лоскутов на ширину, равную глубине погружения и соответствующую толщине грудины взрослого человека. При окончательной

тампонаде дефекта фиксацию лоскутов ко дну раны не производили. Лоскуты фиксировали между собой паравульнарно, в несколько рядов узловыми швами на участках деэпидермизации на всем протяжении дефекта грудной клетки, до полного их погружения на всю толщину сохраненных участков грудины. Количество рядов швов зависит от толщины грудины, минимально – два ряда. При поэтапном наложении швов лоскут опускается ко дну раны, приобретая Т-образную форму (рис. 2) [8].

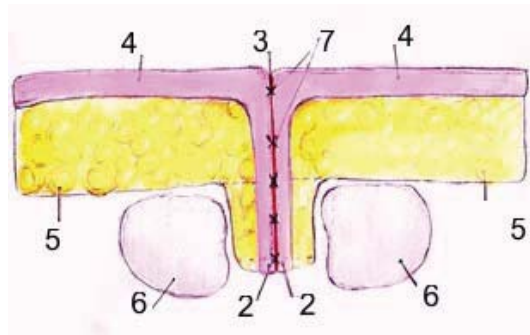


Рис. 2. Схема фиксации лоскутов в горизонтальной плоскости: 1 – раневой дефект грудины; 2 – свободный край лоскута; 3 – деэпидермизированные края лоскута; 4 – собственно дерма; 5 – подкожно-жировая клетчатка; 6 – края грудины; 7 – ряды швов, наложенных на края лоскутов

Fig. 2. The scheme of fixing the flaps in the horizontal plane: 1 – wound defect of the sternum; 2 – free edge of the flap; 3 – de-epidermized edges of the flap; 4 – dermis proper; 5 – subcutaneous fat; 6 – edges of the sternum; 7 – rows of sutures superimposed on the edges of the flaps

В 2-й группе пациентам с целью замещения дефекта грудины выполняли применяемую многими авторами пластику лоскутом большой грудной мышцы. Представителям 3-й группы проводили реостеосинтез грудины без замещения дефекта передней грудной стенки аутоклетками.

Основной результат исследования – купирование стерномедиастинита путем санации остеомиелитического очага с последующим восполнением тканевого дефицита в области сформировавшегося дефекта грудной клетки и отсутствие рецидива в ближайшем послеоперационном периоде.

Методы регистрации результатов: ремиссия стерномедиастинита подтверждали рентгенологически (устранение диастаза между створками грудины, отсутствие признаков деструкции костной ткани грудины) и микробиологически (проведение серии посевов отделяемого из раны и дренажей для определения полной элиминации или снижения уровня КОЕ/г микробных агентов до 10^3).

Статистический анализ полученных данных проводили в программе Statistica 13 (StatSoft, США). Количественные данные представлены в виде $M \pm SD$, где M – среднее арифметическое значение, SD – стандартное отклонение. Значения считали статистически значимыми при уровне $p < 0,05$. Для определения направления и силы связи использовали критерий Спирмена.

РЕЗУЛЬТАТЫ

При оценке длительности госпитализации в исследуемых группах отмечались статистически значимые различия между 3-й ($28,3 \pm 2,6$) койко-дня и 1-й, 2-й группами ($21,1 \pm 5,2$ и $24,2 \pm 7,1$) койко-дня, соответственно ($p < 0,05$). Это связано с более длительной предоперационной подготовкой пациентов 3-й группы, обусловленной как жесткими критериями для перехода на реконструктивно-пластический этап лечения ($12,0 \pm 2,1$) койко-дня в 3-й группе, против $5,1 \pm 3,5$ и $4,2 \pm 2,3$ койко-дня в 1-й и 2-й группах, соответственно), так и более частыми осложнениями, требующими повторной операции (11,5 % в 3-й группе, 7,2% – в 1-й группе, 9,1% – в 2-й группе).

При сравнении длительности госпитализации пациентов, которым были применены лоскутные

методики, статистически значимых различий выявлено не было, однако оценка длительности послеоперационного периода в данных группах показала, что в 1-й группе она была статистически значимо меньше ($16,0 \pm 1,3$) койко-дня), чем во 2-й группе ($20,0 \pm 2,6$) койко-дня ($p < 0,05$). Данный факт можно объяснить тем, что осложнения происходили чаще у пациентов 2-й группы из-за более интенсивной кровопотери, вызванной агрессивной диссекцией при извлечении лоскута.

В табл. 2 представлена частота возникновения ближайших послеоперационных хирургических осложнений, связанных с замещением дефекта грудины.

Частота рецидива глубокой стеральной инфекции во 3-й группе, составившая 4 случая (11,8%) статистически значимо отличалась от таковой в 1-й и 2-й группах, где подобные осложнения встречались реже ($p = 0,0356$). Для всей выборки (119 человек) данное осложнение составило 7,6%.

ОБСУЖДЕНИЕ

В проведенном нами исследовании не было выявлено статистически значимых преимуществ какой-либо одной из двух используемых лоскутных методик относительно вероятности рецидива глубокой стеральной инфекции. Однако в случае возникновения осложнений при пересадке лоскута большой грудной мышцы вероятность развития рецидива повышается. Кроме того, при некрозе части лоскута большой грудной мышцы довольно проблематично закрыть вторичный дефект каким-либо другим способом. Так, забор лоскута большой грудной мышцы с контрлатеральной стороны нецелесообразен из-за локализации вторичного дефекта (перенос еще одной мышцы в наиболее удаленную точку привел бы, скорее всего, к схожим проблемам). При этом использование иных методик при данном дефекте либо невозможно (кожно-фасциальные лоскуты), либо так же нецелесообразно из-за объема операции (оментопластика).

Таблица 2. Частота встречаемости послеоперационных раневых осложнений у пациентов сравниваемых групп, абс. (%)

Table 2. Incidence of postoperative wound complications in patients of the compared groups, abs. (%)

Показатель	Группа			Всего (119 человек)
	1-я (56 человек)	2-я (29 человек)	3-я (34 человека)	
Поверхностная раневая инфекция	4 (7,1)	3 (10,3)	3 (8,2)	10 (8,4)
Стерномедиастинит без рестернотомии	0	0	1 (2,9)	1 (0,8)
Глубокая стеральная инфекция	3 (5,4)	2 (6,9)	3 (8,2)	8 (6,7)
Некроз части лоскута	2 (3,6)	2 (6,9)	0	4 (3,4)
Общее количество рецидивов глубокой стеральной инфекции	3 (5,4)	2 (6,9)	4 (11,8)	9 (7,6)

Более консервативный подход с рефиксацией лоскута и заживлением дефекта в условиях ВАС-терапии сопряжен с гораздо меньшими рисками, но продолжительность такой терапии существенно больше. Статистически значимые различия по частоте рецидива глубокой стеральной инфекции при сравнении 1-й и 3-й групп доказывает эффективность и безопасность применения кожно-фасциальных лоскутов для закрытия дефектов передней грудной стенки.

Следует отметить, что рецидивы стерномедиастинита в 3-й группе корректировали с использованием кожно-фасциальных лоскутов. Кроме того, нельзя не упомянуть тот факт, что дефект грудины после вторичной радикальной хирургической обработки остеомиелитического очага в 3-й группе по своей площади уже являлся обширным, что также доказывает безопасность предложенной методики. По данным литературы, ремиссия после реконструктивно-пластического этапа лечения развивается у 86,0–97,1% пациентов [9, 10]. По результатам проведенного нами исследования, ремиссия стерномедиастинита наступила у 87,5% пациентов из всех исследуемых групп. При сравнении результатов реостеосинтеза грудины следует отметить более низкие значения частоты ремиссии по сравнению с подобными исследованиями. Так, по данным лите-

ратуры, частота развития полностью состоятельного реостеосинтеза грудины варьирует от 95,2% [11] до 97,1% [10]. В нашем исследовании в 3-й группе более низкий процент положительных результатов (82,8%) связан с наличием признаков глубокой стеральной инфекции, купированной на этапе предоперационной подготовки. Применение инертных фиксаторов диктовалось в наших наблюдениях наличием тяжелой сопутствующей патологии, являющейся ограничивающим фактором для применения лоскутных методик.

По данным многочисленных исследований, посвященных применению лоскута большой грудной мышцы, отмечается, что частота рецидива стерномедиастинита не превышает 13,5% [12–14]. Данные значения соответствуют полученным нами результатам в 2-й группе больных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенный нами способ пластики кожно-фасциальными лоскутами эффективен при замещении необширных дефектов грудины и имеет ряд преимуществ по сравнению с общепринятыми методиками в связи с меньшей инвазивностью и тенденцией к снижению частоты рецидива стеральной инфекции.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Вишневский А.А. Хирургическое лечение хронического остеомиелита грудины и ребер // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 1999. №9. С. 55–57.
2. Вишневский А.А. Хирургия грудной стенки: руководство. М.: Видар, 2005. 312 с.
3. Печетов А.А., Есаков Ю.С., Барановский Д.С. Эволюция подходов к хирургической пластике критических дефектов грудины. Современные возможности тканевой инженерии кости в реконструкции грудины // Высотехнологическая медицина. 2016. № 3. С. 24–30.
4. El Oakley R.M., Wright J.E. Postoperative mediastinitis: classification and management // Ann Thorac Surg. 1996. Vol. 61. P. 1030–1036.
5. Байтингер В.Ф., Селянинов К.В., Курочкина О.С. и др. Эволюция технологии закрытия обширных и глубоких мягкотканых дефектов тела человека // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. 2018. Т. 21, № 1(64). С. 5–14. doi: 10.17223/1814147/64/01
6. Spicer P.P., Kretlow J.D., Young S., Jansen J.A., Kasper F.K., Mikos A.G. Evaluation of bone regeneration using the rat critical size calvarial defect // NatProtoc. 2012. Vol. 7, № 10. P. 1918–1929. doi: 10.1038/nprot.2012.113
7. Rai B., Ho K.H., Lei Y., Si-Hoe K.M., Teo C.M.J., bin Yacob K. Polycaprolactone – 20% tricalcium phosphate scaffolds in combination with platelet-rich plasma for the treatment of critical-sized defects of the mandible: a pilot study // J Oral Maxillofac Surg Med Pathol. 2007. Vol. 65, № 11. P. 2195–2205. doi: 10.1016/j.joms.2006.11.026
8. Павлюченко С.В., Жданов А.И., Попов К.В., Булынин В.В. Способ пластики необширных дефектов грудины при стерномедиастините: Патент № 2691554 С1 Российская Федерация, опубл. 14.06.2018.
9. Mansour K.A., Thourani V.H., Losken A., et al. Chest wall resections and reconstruction: a 25-year experience // Ann Thorac Surg. 2002. Vol. 73, № 6. P. 1720–1726. doi: 10.1016/s0003-4975(02)03527-0
10. Вишневский А.А., Коростелев А.Н., Кондратьев В.Г., Назарян К.Э., Печетов А.А., Рузматов Т.М., Шляховой А.Б. Остеосинтез грудины фиксаторами на основе никелида титана после операций на сердце // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2011. №8. С. 4–7.
11. Чарчян Э.Р., Степаненко А.Б., Генс А.П. и др. Проспективное рандомизированное исследование сравнения различных методов фиксации грудины после кардиохирургических операций // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. 2017. Т. 10, № 3. С. 31–37. doi: 10.17116/kardio201710331-37
12. Kamel G.N., Jacobson J., Rizzo A.M., et al. Analysis of immediate versus delayed sternal reconstruction with Pectoralis major advancements versus turnover muscle flaps // J Reconstr Microsurg. 2019. Vol. 35(8). P. 602–608.

13. Chen C., Gao Y., Zhao D., Ma Z., Su Y., Mo R. Deep sternal wound infection and pectoralis major muscle flap reconstruction: A single-center 20-year retrospective study // *Front Surg.* 2022 Jul 12. № 9. P. 870044. doi: 10.3389/fsurg.2022.870044
14. Myllykangas H.M., Halonen J., Husso A., Berg LT. Decreasing complications of pectoralis major muscle flap reconstruction with two modalities of negative pressure wound therapy // *Scand J Surg.* 2022 Jan-Mar. Vol. 111(1):14574969211043330. doi: 10.1177/14574969211043330

REFERENCES

1. Vishnevsky A.A. Khirurgicheskoe lechenie hronicheskogo osteomielita grudiny i reber [Surgical treatment of chronic osteomyelitis of the sternum and ribs]. *Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova – N.I. Pirogov Journal of Surgery.* 1999;9:55-57. (In Russ.).
2. Vishnevsky A.A. *Hirurgiya grudnoy stenki: Rukovodstvo* [Chest wall surgery: A Guide]. Moscow, Vidar Publ., 2005. 312 p. (In Russ.).
3. Pechetov A.A., Esakov Yu.S., Baranovsky D.S. Evolyutsiya podhodov k hirurgicheskoy plastike kriticheskikh defektov grudiny. Sovremennye vozmozhnosti tkanevoy inzhenerii kosti v rekonstrukcii grudiny [Evolution of approaches to surgical plastic surgery of critical sternum defects. Modern possibilities of bone tissue engineering in sternum reconstruction]. *Vysokotekhnologicheskaya meditsina – High-tech medicine.* 2016;3:24-30. (In Russ.).
4. El Oakley R.M., Wright J.E. Postoperative mediastinitis: classification and management. *Ann Thorac Surg.* 1996;61:1030-6.
5. Baytinger V.F., Selianinov K.V., Kurochkina O.S. et al. Evolyuciya tekhnologii zakrytiya obshirnyh i glubokih myagkotkanyh defektov tela cheloveka [Evolution of technology for closing extensive and deep soft tissue defects of the human body]. *Voprosy rekonstruktivnoy i plasticheskoy khirurgii – Issues of Reconstructive and Plastic Surgery.* 2018;21(1,64):5-14. doi: 10.17223/1814147/64/01 (in Russ.).
6. Spicer P.P., Kretlow J.D., Young S., Jansen J.A., Kasper F.K., Mikos A.G. Evaluation of bone regeneration using the rat critical size calvarial defect. *NatProtoc.* 2012;7(10):1918-1929. doi: 10.1038/nprot.2012.113
7. Rai B., Ho K.H., Lei Y., Si-Hoe K.M., Teo C.M.J., bin Yacob K. Polycaprolactone – 20% tricalcium phosphate scaffolds in combination with platelet-rich plasma for the treatment of critical-sized defects of the mandible: a pilot study. *J Oral Maxillofac Surg Med Pathol.* 2007;65(11):2195-2205. doi: 10.1016/j.joms.2006.11.026
8. Pavlyuchenko S.V., Zhdanov A.I., Popov K.V., Bulynin V.V. *Sposob plastiki neobshirnyh defektov grudiny pri sternomediastinite.* Patent № 2691554 S1 Rossiyskaya Federatsiya, opubl. 14.06.2018 [Method for plastic surgery of small sternal defects with sternomediastinitis. Patent No. 2691554 C1 Russian Federation, publ. 06.14.2018]. (In Russ.).
9. Mansour K.A., Thourani V.H., Losken A., et al. Chest wall resections and reconstruction: a 25-year experience. *Ann Thorac Surg.* 2002;73(6):1720-6. doi: 10.1016/s0003-4975(02)03527-0
10. Vishnevsky A.A., Korostelev A.N., Kondratyev V.G., Nazaryan K.E., Pechetov A.A., Ruzmatov T.M., Shlyakhovoy A.B.. Osteosintez grudiny fiksatorami na osnove nikelida titana posle operatsiy na serdtse [Sternal osteosynthesis after cardiac surgery]. *Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova – N.I. Pirogov Journal of Surgery.* 2011;8:4-7. (In Russ.).
11. Charchyan E.R., Stepanenko A.B., Gens A.P., Khovrin V.V., Kudryashov A.M., Galeev N.A., Belov Yu.V. Prospektivnoe randomizirovannoe issledovanie sravneniya razlichnykh metodov fiksatsii grudiny posle kardiohirurgicheskikh operatsiy [Prospective randomized trial to compare various sternal closure techniques after cardiac surgery]. *Kardiologiya i serdechno-sosudistaya khirurgiya – Cardiology and Cardiovascular Surgery.* 2017;10(3):31-37. doi: 10.17116/kardio201710331-37 (in Russ.).
12. Kamel G.N., Jacobson J., Rizzo A.M., et al. Analysis of immediate versus delayed sternal reconstruction with Pectoralis major advancements versus turnover muscle flaps. *J Reconstr Microsurg.* 2019;35(8): 602-608.
13. Chen C., Gao Y., Zhao D., Ma Z., Su Y., Mo R. Deep sternal wound infection and pectoralis major muscle flap reconstruction: A single-center 20-year retrospective study. *Front Surg.* 2022 Jul 12; 9:870044. doi: 10.3389/fsurg.2022.870044
14. Myllykangas H.M., Halonen J., Husso A., Berg LT. Decreasing complications of pectoralis major muscle flap reconstruction with two modalities of negative pressure wound therapy. *Scand J Surg.* 2022 Jan-Mar; 111(1):14574969211043330. doi: 10.1177/14574969211043330

Сведения об авторах

Жданов Александр Иванович – д-р мед. наук, профессор, профессор кафедры специализированных хирургических дисциплин ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России (Россия, 394036, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10).

<https://orcid.org/0000-0001-7110-6249>

e-mail: alexzhdanov23@rambler.ru

Павлюченко Сергей Васильевич – канд. мед. наук, доцент кафедры специализированных хирургических дисциплин ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России (Россия, 394036, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10).

<https://orcid.org/0000-0003-3138-5452>

e-mail: pavl-ortoped@rambler.ru

Ходорковский Марк Анатольевич – д-р мед. наук, профессор, профессор кафедры специализированных хирургических дисциплин ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России (Россия, 394036, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10).

<https://orcid.org/0000-0003-2584-0471>

e-mail: vgmi_30@mail.ru

Попов Константин Владимирович [✉] – аспирант кафедры специализированных хирургических дисциплин ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России (Россия, 394036, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10).

<https://orcid.org/0000-0001-6258-7941>

e-mail: slayer111@list.ru

Information about authors

Alexander I. Zhdanov, Dr. Med. sci., Professor, the Department of Specialized Surgical Disciplines, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko (10, Studencheskaya st., Voronezh, 394036, Russia).

<https://orcid.org/0000-0001-7110-6249>

e-mail: alexzhdanov23@rambler.ru

Sergey V. Pavlyuchenko, Cand. Med. sci., Associate Professor, the Department of Specialized Surgical Disciplines, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko (10, Studencheskaya st., Voronezh, 394036, Russia).

<https://orcid.org/0000-0003-3138-5452>

e-mail: pavl-ortoped@rambler.ru

Mark A. Khodorkovsky, Dr. Med. sci., Professor, the Department of Specialized Surgical Disciplines, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko (10, Studencheskaya st., Voronezh, 394036, Russia).

<https://orcid.org/0000-0003-2584-0471>

e-mail: vgmi_30@mail.ru

Konstantin V. Popov [✉], a postgraduate student, the Department of Specialized Surgical Disciplines, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko (10, Studencheskaya st., Voronezh, 394036, Russia).

<https://orcid.org/0000-0001-6258-7941>

e-mail: slayer111@list.ru

Поступила в редакцию 14.03.2024; одобрена после рецензирования 19.04.2024; принята к публикации 27.04.2024

The article was submitted 14.03.2024; approved after reviewing 19.04.2024; accepted for publication 27.04.2024