

© CC 0 Коллектив авторов, 2020
УДК 616.12-089:616.9-084:616.713-089.819.84
DOI: 10.24884/0042-4625-2020-179-3-25-32

ПРОДОЛЬНО-ПОПЕРЕЧНЫЙ МЕТОД СШИВАНИЯ ГРУДИНЫ – ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ СПОСОБ ПРОФИЛАКТИКИ ГЛУБОКОЙ СТЕРНАЛЬНОЙ ИНФЕКЦИИ У КАРДИОХИРУРГИЧЕСКИХ БОЛЬНЫХ

Д. В. Кузнецов^{1, 2*}, А. А. Геворгян¹, В. В. Новокшенов¹, К. М. Михайлов¹,
А. В. Крюков¹, С. М. Хохлунов^{1, 2}

¹ Государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Самарский областной клинический кардиологический диспансер имени В. П. Полякова», г. Самара, Россия

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Самара, Россия

Поступила в редакцию 10.03.20 г.; принята к печати 27.05.20 г.

ЦЕЛЬ. Сравнение результатов использования продольно-поперечного метода остеосинтеза грудины с другими методами (одиночные проволочные, 8-образные проволочные швы).

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ. В исследование включены 3150 пациентов, оперированных в СОККД им. В. П. Полякова с 2012 по 2018 г. Больные были разделены на 2 группы. В I группу вошли 1397 пациентов, оперированных с 2012 по 2014 г., для сшивания краев грудины использовали наложение узловых или 8-образных проволочных швов. Во II группу вошли 1753 человека, оперированных с 2015 по 2018 г., для сшивания краев тела грудины использовали продольно-поперечный метод остеосинтеза. В послеоперационном периоде оценивали частоту развития следующих осложнений: нестабильность грудины без присоединения инфекции, поверхностная раневая инфекция в области послеоперационной раны на груди, глубокая стернальная инфекция, а также 30-дневную послеоперационную летальность.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Группы достоверно отличались по числу больных с ожирением и курением в анамнезе, а также по частоте выполнения операций в срочном порядке (во II группе таких пациентов было больше). В послеоперационном периоде группы достоверно не отличались по частоте развития поверхностной раневой инфекции и по госпитальной летальности. Достоверно группы отличались по частоте развития глубокой стернальной инфекции. Значительно уменьшилась частота развития нестабильности грудины, но статистически недостоверно. Госпитальная летальность у больных с глубокой стернальной инфекцией составила 12 %, достоверно больше, чем у пациентов без этого осложнения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Продольно-поперечный способ сшивания грудины является одним из доступных методов, способных значительно уменьшить частоту развития глубокой стернальной инфекции у больных после операции на сердце.

Ключевые слова: срединная стернотомия, остеосинтез, глубокая стернальная инфекция, инфекция послеоперационной раны, проволочный шов грудины

Для цитирования: Кузнецов Д. В., Геворгян А. А., Новокшенов В. В., Михайлов К. М., Крюков А. В., Хохлунов С. М. Продольно-поперечный метод сшивания грудины – дополнительный способ профилактики глубокой стернальной инфекции у кардиохирургических больных. *Вестник хирургии имени И. И. Грекова*. 2020;179(3):25–32. DOI: 10.24884/0042-4625-2020-179-3-25-32.

* **Автор для связи:** Дмитрий Валерьевич Кузнецов, ГБУЗ «Самарский областной клинический кардиологический диспансер», Россия, 443069, г. Самара, ул. Аэродромная, д. 43. E-mail: dvksurg@rambler.ru.

LONGITUDINAL-CROSS-LINKING METHOD OF THE STERNUM OSTEOSYNTHESIS – AN ADDITIONAL WAY FOR THE PROPHYLAXIS OF DEEP STERNAL INFECTION IN CARDIAC SURGERY PATIENTS

Dmitrii V. Kuznetsov^{1, 2*}, Arik A. Gevorgyan¹, Vjacheslav V. Novokshenov¹,
Kirill M. Mikhailov¹, Andrei V. Kryukov¹, Sergei M. Khokhlunov^{1, 2}

¹ Samara regional clinical cardiology dispensary named after V. P. Poliakov, Samara, Russia

² Samara State Medical University, Samara, Russia

Received 10.03.20; accepted 27.05.20

The **OBJECTIVE** of the study was to compare the results of using the longitudinal – cross-linking method of sternum osteosynthesis with other methods (single wire stitches, 8-shaped wire stitches) for cardiosurgery patients.

METHODS AND MATERIALS. The study included 3,150 patients, which were operated on in Samara cardiology dispensary named after V. P. Poliakov from 2012 to 2018. Patients were divided into 2 groups. Group 1 (1397 patients,

operated on from 2012 to 2014) used single wire stitches or 8-shaped wire stitches for sternum osteosynthesis. Group 2 (1753 patients, operated from 2015 to 2018) used the longitudinal -cross-linking method of sternum osteosynthesis. The incidence of instability of the sternum without infection, superficial postoperative wound infection, deep sternal infection and hospital mortality were evaluated.

RESULTS. Groups (1–68 % of men, average age 59.4 ± 9.9 years; 2–68 % of men, average age 62.3 ± 8.5) were significantly different in obesity patients (25.6 & 29.3 %, $p=0.02$), amount of smokers (50.5 & 64.2 %, $p<0.001$) and amount of urgent cases (3 & 10 %, $p<0.001$). The incidence of sternal instability without infection was less in group 2 (0.64 & 0.29 %; OR, 2.29; 95 % CI, 0.76 to 6.8; $p=0.1$). The amount of deep sternal infection was significant less in group 2 (1.6 & 0.6 %; OR, 2.53; 95 % CI, 1.2 to 5.2; $p=0.009$). The hospital mortality was 3.9 % in group 1 and 2.96 % in group 2 (OR, 1.34; 95 % CI, 0.9 to 1.9; $p=0.1$).

CONCLUSION. The longitudinal-cross-linking method of sternum osteosynthesis is the available method that can significantly reduce the incidence of deep sternal infection in cardiosurgery.

Keywords: median sternotomy, osteosynthesis, deep sternal infection, postoperative wound infection, sternum wire stitch

For citation: Kuznetsov D. V., Gevorgyan A. A., Novokshenov V. V., Mikhailov K. M., Kryukov A. V., Khokhlunov S. M. Longitudinal-cross-linking method of the sternum osteosynthesis – an additional way for the prophylaxis of deep sternal infection in cardiac surgery patients. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2020;179(3):25–32. (In Russ.). DOI: 10.24884/0042-4625-2020-179-3-25-32.

* **Corresponding author:** Dmitrii V. Kuznetsov, Samara regional clinical cardiology dispensary, 43, Aerodromnaya str., Samara, 443069, Russia. E-mail: dvksurg@rambler.ru.

Введение. Несостоятельность швов грудины с последующим присоединением инфекции и развитием так называемой глубокой стеральной инфекции – одно из наиболее сложных и потенциально опасных осложнений после срединной стернотомии в кардиохирургии. Оно оказывает серьезное влияние, как на прогноз заболевания пациента, так и на бюджет больницы [1–5]. Несмотря на многочисленные успехи в профилактике этого осложнения, частота возникновения глубокой стеральной инфекции в кардиохирургии остается значительной – 0,5–6,8 % случаев [6–10]. Уровень госпитальной летальности среди пациентов с этим осложнением достаточно высок – 7–35 % [2, 3, 7, 9, 11–13], а отдаленная выживаемость значительно снижается. Увеличение расходов на лечение связано с дополнительной антибиотикотерапией, дополнительными хирургическими вмешательствами и увеличением продолжительности пребывания пациента в стационаре [13, 14].

В исследованиях показано, что нестабильность грудины и раневая инфекция одновременно присутствуют у пациентов с глубокой стеральной инфекцией [15]. Таким образом, инфицирование грудины после операции на сердце может быть следствием неоптимальной техники сшивания грудины. Это подтверждено несколькими исследованиями, в которых модифицированные методы закрытия грудины предотвращали развитие несостоятельности швов на груди и снижали частоту возникновения раневой инфекции [16–18].

Для снижения частоты возникновения нестабильности грудины у больных после операции на сердце с 2015 г. мы стали использовать так называемый продольно-поперечный метод остеосинтеза грудины проволокой.

Целью исследования было сравнить результаты использования продольно-поперечного метода остеосинтеза с другими методами (одиночные проволочные, 8-образные проволочные швы).

Методы и материалы. В исследование были включены 3150 пациентов, оперированных с января 2012 г. по декабрь 2018 г. Основным критерием включения в исследование был вариант доступа к сердцу – срединная стернотомия.

Всем пациентам использовали стандартные этапы профилактики послеоперационных инфекционных осложнений:

- санация всех очагов хронической инфекции в предоперационном периоде;

- внутривенная антибиотикопрофилактика (1 г цефалоспоринов широкого спектра действия (III поколения) за 60 мин до операции, затем каждые 3 ч в течение операции и первые 2 суток после операции (1 раз в 24 ч), после чего антибиотикопрофилактику прекращали);

- местное введение антибиотиков до выполнения стернотомии (аминогликозиды широкого спектра действия в подкожную клетчатку);

- практически полный отказ от использования костного воска для остановки кровотечения из губчатого вещества грудины;

- строгий контроль уровня глюкозы в крови во время операции и в раннем послеоперационном периоде (инфузию инсулина применяли, если уровень глюкозы в крови превышал 10 ммоль/л).

Хирургическая техника. Для сшивания краев грудины пациентам до 2015 г. накладывали 8–10 узловых проволочных швов. С 2015 г. для профилактики несостоятельности проволочных швов в области тела грудины использовали продольно-поперечный метод остеосинтеза.

1-й этап – после прошивания проволокой краев грудины (8–10 швов) (рис. 1) связывали между собой попарно рядом расположенные проволоки на одной половине тела грудины (рис. 2; 3). При скручивании проволоки прилагали усилия, необходимые для соприкосновения противоположных краев грудины.

2-й этап – связывали проволоку на рукоятке грудины (получали обычно 3 узловых шва), так же связывали между собой попарно проволочные швы, расположенные на противоположных краях тела грудины (рис. 4; 5). Мечевидный отросток либо иссекали, либо накладывали на него 1 узловый проволочный шов. После скусывания длина культи проволочных швов обычно составляла 7–8 мм.

Всех пациентов, включенных в исследование, мы разделили на две группы. В I группу вошли 1397 пациентов, оперированных с 2012 по 2014 г. включительно, для сшивания краев грудины использовали наложение узловых и 8-образных

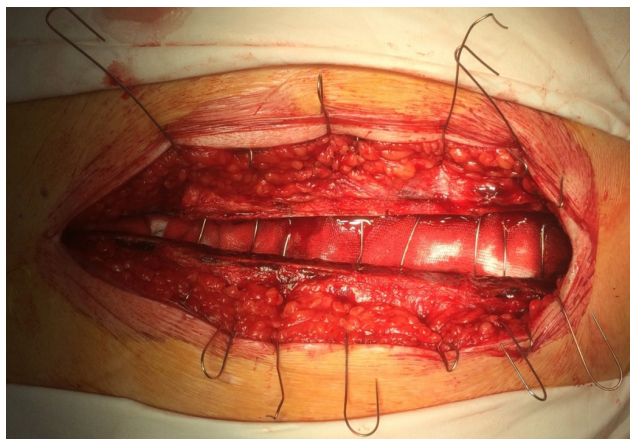


Рис. 1. Края грудины прошиты проволокой
Fig. 1. The edges of the sternum are stitched with wire

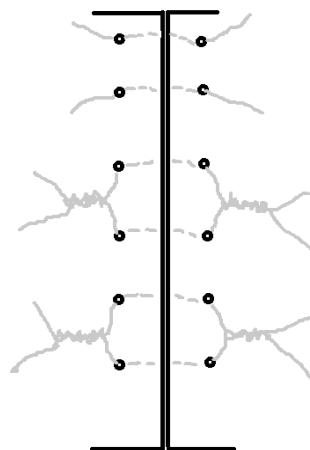


Рис. 2. Схема 1-го этапа
продольно-поперечного метода остеосинтеза
Fig. 2. Scheme of the 1st stage of the longitudinal-cross-linking
method of sternum osteosynthesis



Рис. 3. Проволочные швы связаны попарно
на каждой стороне грудины
Fig. 3. The wire stitches are connected in pairs
on each side of the sternum

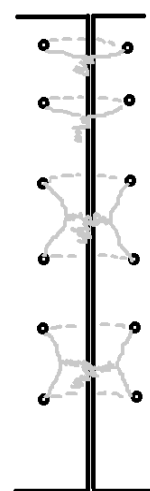


Рис. 4. Схема 2-го этапа
продольно-поперечного метода остеосинтеза
Fig. 4. Scheme of the 2nd stage of the longitudinal-cross-linking
method of sternum osteosynthesis

проволочных швов. Во II группу вошли 1753 человека, оперированных с 2015 по 2018 г. включительно, для сшивания краев грудины использовали продольно-поперечный метод остеосинтеза. Операции выполняли 4 хирурга с опытом выполнения подобных вмешательств не менее 5 лет (более 100 операций ежегодно).

В послеоперационном периоде оценивали следующие показатели:

- развитие нестабильности грудины без присоединения инфекции;
- развитие поверхностной раневой инфекции в области послеоперационной раны на груди пациента (инфекция в области подкожной клетчатки, стабильная грудина);
- развитие глубокой стеральной инфекции (сочетание следующих факторов: нестабильность грудины, гнойное отделяемое из средостения с высеваемым патогенным микроорганизмом из него, лихорадка $>38^{\circ}\text{C}$);
- 30-дневная послеоперационная летальность.

Статистический анализ. Количественные переменные представлены в виде среднего значения со стандартным отклонением, категориальные переменные – в виде значения и его процентного соотношения. Т-критерий Стьюдента использовали для сравнения количественных переменных.



Рис. 5. Проволочные швы связаны полностью
Fig. 5. Wire stitches are connected completely

Таблица 1

Предоперационная характеристика групп больных

Table 1

Preoperative characteristics of patient groups

Признак	I группа (n=1397)	II группа (n=1753)	P
Возраст, лет	(59,4±9,9)	(62,3±8,5)	0,09
Пол, мужской, n	951	1194	0,9
<i>Предоперационные данные функции внутренних органов</i>			
Креатинин, г/л	(94±27)	(99±15)	0,2
Билирубин общий, ммоль/л	(15,3±4,2)	(16,8±7,1)	0,8
Фракция выброса ЛЖ, %	(58±18)	(55±14)	0,1
<i>Сопутствующая патология</i>			
Сахарный диабет, n (%)	423 (30,3)	506 (28,9)	0,4
Ожирение, ИМТ>30 кг/м ² , n (%)	358 (25,6)	513 (29,3)	0,02
Курение, n (%)	603 (50,5)	1125 (64,2)	<0,001
Хроническая обструктивная болезнь легких, n (%)	123 (8,8)	188 (10,7)	0,07
Хроническая болезнь почек, n (%)	756 (54,1)	980 (56)	0,3
NYHA, класс III, IV, n (%)	428 (31)	502 (28,6)	0,2
<i>Сроки выполнения операции</i>			
Плановая	1325 (95)	1533 (87,5)	<0,001
Срочная	44 (3)	177 (10)	<0,001
Экстренная	28 (2)	43 (2,5)	0,4

Примечание: ЛЖ – левый желудочек; ИМТ – индекс массы тела; NYHA – Нью-Йоркская классификация сердечной недостаточности.

Таблица 2

Операционные данные

Table 2

Operative data

Признак	I группа	II группа	P
Продолжительность ИК, мин	(84,3±11,2)	(91,5±15,7)	0,07
Уровень глюкозы в крови через 30 мин после начала ИК, ммоль/л	(7,9±1,8)	(8,2±1,6)	0,1
Продолжительность ИВЛ после операции, ч	(12,3±8,2)	(13,5±7,4)	0,2
Кровопотеря в первые 24 ч после операции, мл	(432±128)	(456±141)	0,08
Число рестернотомий в первые 24 ч после операции, n (%)	35 (2,5)	31 (1,8)	0,1

Таблица 3

Послеоперационные результаты

Table 3

Postoperative results

Признак	I группа	II группа	ОШ	95 % ДИ	P
Нестабильность грудины без присоединения инфекции, n (%)	9 (0,64)	5 (0,29)	2,26	0,76–6,8	0,1
Поверхностная раневая инфекция в области послеоперационной раны на груди, n (%)	46 (3,2)	48 (2,7)	1,21	0,8–1,8	0,9
Глубокая стерильная инфекция, n (%)	22 (1,6)	11 (0,6)	2,53	1,2–5,2	0,009
Госпитальная летальность, n (%)	55 (3,9)	52 (2,96)	1,34	0,9–1,9	0,1

Примечание: ОШ – отношение шансов; ДИ – доверительный интервал.

Для сравнения категориальных переменных использовали точный критерий Фишера. Критерий χ^2 использовали для сравнения нескольких групп по качественному признаку. Анализ всех статистических данных проводили с использованием статистического программного обеспечения «Statistica». Для определения влияния способа сшивания

грудины на наступление неблагоприятного исхода (та или иная патология в области послеоперационной раны) выполнен однофакторный регрессионный анализ с расчетом риска неблагоприятного исхода. Все статистические тесты были двусторонними с уровнем $p < 0,05$ для статистической достоверности.

Результаты. По основным клинико-демографическим признакам группы достоверно не отличались. В то же время среди пациентов II группы было достоверно больше больных с ожирением (358 и 513 пациентов в I и II группе соответственно, $p=0,02$) и курением в анамнезе (603 и 1125 пациентов в I и II группе соответственно, $p<0,001$). Кроме того, больным II группы достоверно чаще выполняли оперативное лечение в срочном порядке (в I группе – в 3 % случаев ($n=44$), во II группе – в 10 % случаев ($n=177$), $p<0,001$), таким пациентам санацию очагов хронической инфекции проводили не полностью или не выполняли совсем, что, естественно, повышало риск возникновения инфекционных осложнений в послеоперационном периоде. Преоперационная характеристика групп приведена в *табл. 1*.

Разнообразие операций в группах было сопоставимо: коронарное шунтирование, коррекция патологии клапанного аппарата сердца, протезирование восходящего отдела и (или) дуги аорты, а также различные варианты сочетания этих операций. Средняя продолжительность искусственного кровообращения (ИК) во время операции достоверно не отличалась между группами ($(84,3\pm 11,2)$ и $(91,5\pm 15,7)$ мин соответственно, $p=0,07$). Средний уровень глюкозы в крови у пациентов во время ИК в обеих группах не превышал 10 ммоль/л. Пациенты разных групп достоверно не отличались по длительности нахождения на искусственной вентиляции легких (ИВЛ) после операции ($(12,3\pm 8,2)$ и $(13,5\pm 7,4)$ ч соответственно, $p=0,2$), по количеству кровопотери в первые 24 ч послеоперационного периода ((432 ± 128) и (456 ± 141) мл соответственно, $p=0,08$) и по числу рестернотомий по поводу кровотечения (2,5 % ($n=35$) и 1,8 % ($n=31$) соответственно, $p=0,1$) (*табл. 2*).

Частота возникновения поверхностной раневой инфекции в области послеоперационной раны была ниже у пациентов II группы, но статистически недостоверно (3,2 % ($n=46$) и 2,7 % ($n=48$) соответственно, ОШ – 1,21 (ДИ – 0,8–1,8), $p=0,9$). В то же время после введения в стандартный протокол операции метода продольно-поперечного остеосинтеза при сшивании краев тела грудины число случаев глубокой стеральной инфекции уменьшилось более чем в 2 раза (1,6 % ($n=22$) и 0,6 % ($n=11$) соответственно, ОШ – 2,53 (ДИ – 1,2–5,2), $p=0,009$). Также значительно уменьшилось число пациентов с нестабильностью грудины после операции без присоединения инфекции (0,64 % ($n=9$) и 0,29 % ($n=5$) соответственно, ОШ – 2,26 (ДИ – 0,76–6,8), $p=0,1$), однако по этому показателю достоверной разницы между группами не было. Некоторые показатели раннего послеоперационного периода приведены в *табл. 3*.

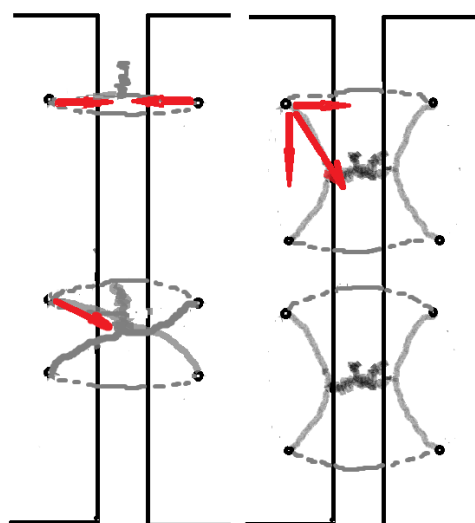
Всем больным с глубокой стеральной инфекцией выполняли повторные реконструктивные опе-

рации на груди, в том числе с использованием аппаратов, создающих отрицательное давление в области раны. Госпитальная летальность среди этих больных составила 12 %, умерли 4 пациента.

Результаты однофакторного регрессионного анализа показали, что применение продольно-поперечного способа сшивания тела грудины у больных после стернотомии существенно влияет на наступление неблагоприятного исхода, снижая риск развития инфекционных осложнений в области послеоперационной раны.

Обсуждение. Нестабильность грудины является очень серьезным осложнением операции на сердце. В большинстве случаев оно сопровождается инфицированием тканей и развитием глубокой стеральной инфекции. В свою очередь, глубокая стеральная инфекция до сих пор остается одним из самых грозных осложнений в кардиохирургической практике. В настоящее время разрабатываются новые методики профилактики стеральной инфекции у кардиохирургических больных, авторы этих методов показывают обнадеживающие результаты по снижению частоты развития этого тяжелого осложнения [19, 20]. Однако в общемировой кардиохирургической практике частота возникновения глубокой стеральной инфекции остается высокой: по данным различных авторов, от 1 до 8 % [2, 21–25], с внутрибольничной смертностью от 7 до 35 % [2, 3, 7, 9, 11–13]. Кроме этого, к концу первого года F. Filsoufi et al. [6] обнаружили 15 %-ю абсолютную разницу в выживаемости между пациентами с развитием этого осложнения и без него. J. H. Braxton et al. [26] обнаружили, что 10-летняя выживаемость после коронарного шунтирования составила 39 % для пациентов, у которых развилась глубокая стеральная инфекция, у пациентов без этого осложнения 10-летняя выживаемость составила 70 %. Также развитие глубокой стеральной инфекции имеет отрицательный экономический эффект. Избыточные расходы возникают, прежде всего, из-за дополнительного лечения антибиотиками и выполнения множества дополнительных хирургических процедур, а также из-за увеличения продолжительности пребывания в стационаре [13, 14].

В нашей клинике применяются практически все меры профилактики развития инфекционных осложнений у больных после операции на сердце, представленные в многочисленных рекомендациях [27]. В то же время до 2015 г. частота возникновения глубокой стеральной инфекции у оперированных пациентов оставалась достаточно высокой – 1,6 %, а госпитальная летальность у них достигала 16 %, что укладывалось в среднестатистические мировые «нормы», но нас такая ситуация не устраивала, поэтому мы продолжали поиск методов, позволяющих снизить частоту развития этого опасного осложнения.



Узловой и 8-образный швы Продольно-поперечные швы

Рис. 6. Схема продольно-поперечного метода остеосинтеза грудины и распределения сил, действующих на точку соприкосновения проволоки с грудиной при различных способах ее сшивания

Fig. 6. Scheme of the longitudinal-cross-linking method of the sternum osteosynthesis. The forces are acting on the point of contact of the wire with the sternum with various ways of stitching it

Основными факторами риска развития нестабильности грудины у кардиохирургических больных после стернотомии являются избыточная масса тела и ожирение, сахарный диабет, использование двух внутренних грудных артерий [3]. Необходимо учитывать, что в современном мире число пациентов с сопутствующим нарушением обмена веществ, которое приводит к ожирению и развитию сахарного диабета, достаточно велико (достигает 30 %), и ожидать уменьшения числа таких больных не приходится. Неуклонно растет число операций коронарного шунтирования с использованием обеих внутренних грудных артерий. Таким образом, уменьшить число пациентов с этими факторами риска, а тем более полностью их исключить из повседневной кардиохирургической практики – практически невыполнимая задача. Необходимо найти дополнительные методы профилактики развития нестабильности грудины (потенциального возникновения глубокой стеральной инфекции), в том числе и у пациентов с высоким риском возникновения этого осложнения.

Способ сшивания грудины – один из основных факторов, влияющих на частоту возникновения ее нестабильности после операции. Исследования, опубликованные D. R. Trumble et al. [28] и W. E. McGregor et al. [29], с использованием трупов и стеральных моделей показали, что повреждение ткани грудины происходит от проволоки из нержавеющей стали, прорезающей кость.

В зависимости от количества движений и напряжения, приложенного к точке контакта с прово-

локой, кость часто прорезается в этом месте до завершения периода заживления. Таким образом, уменьшение подвижности и снижение напряжения в области соприкосновения проволоки с грудиной позволят снизить частоту развития нестабильности грудины у больных. В течение последних нескольких десятилетий было разработано и описано множество различных методов закрытия грудины [28, 30, 31], в том числе с использованием различных металлических пластин и лент, цена которых гораздо выше, чем у проволоки, что приводит к значительному удорожанию операции.

С 2015 г. у кардиохирургических больных после стернотомии мы используем продольно-поперечный метод сшивания тела грудины – отдела, в котором наиболее часто возникает патологическая нестабильность в послеоперационном периоде. При этом способе достигается большая стабильность грудины, по сравнению с обычными узловыми или 8-образными проволоочными швами, за счет следующих факторов:

- 1) сила натяжения проволоки менее выражена (предотвращение ее разрыва);
- 2) уменьшение напряжения в точке соприкосновения проволоки с грудиной (предотвращение прорезания проволокой костной ткани).

При продольно-поперечном способе сшивания грудины в точке соприкосновения проволоки с костной тканью образуется 2 вектора силы: первый – в продольном направлении, второй – под углом $\sim 45^\circ$ к поперечной оси грудины. Раздельно в каждом направлении воздействие этих сил на грудину меньше, чем при наложении узлового или 8-образного шва. В то же время, по закону сложения сил в механике, равнодействующая сила оказывает на тело такое же действие, как сумма всех приложенных к нему сил. Согласно этому закону, приложение меньшей силы натяжения на проволоку в каждом направлении отдельно (меньшая вероятность ее разрыва) приведет к образованию равной или большей силы сближения краев грудины, по сравнению с узловым или 8-образным швами (рис. 6).

В результате этого уменьшается подвижность краев грудины, а также напряжение на единицу поверхности костной ткани в области соприкосновения с проволокой, что, в итоге, приводит к уменьшению числа случаев нестабильности грудины. В нашем исследовании мы выявили двукратное снижение числа больных с нестабильностью грудины и с развитием глубокой стеральной инфекции после внедрения в практику продольно-поперечного метода сшивания грудины в 2015 г.

Выводы. 1. Продольно-поперечный способ сшивания грудины является доступным методом, способным значительно уменьшить частоту развития такого грозного осложнения после операции на сердце, как глубокая стеральная инфекция.

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

- Kubota H., Miyata H., Motomura N. et al. Deep sternal wound infection after cardiac surgery // *Cardiothorac. Surg.* 2013. Vol. 8. P. 132.
- Sharif M., Wong C. H. M., Harky A. Sternal Wound Infections, Risk Factors and Management – How Far Are We? A Literature Review // *Heart Lung Circ.* 2019. Vol. 28, № 6. P. 835–843.
- Cotogni P., Barbero C., Rinaldi M. Deep sternal wound infection after cardiac surgery : Evidences and controversies // *World J. Crit. Care Med.* 2015. Vol. 4, № 4. P. 265–273.
- Abboud C. S., Wey S. B., Baltar V. T. Risk factors for mediastinitis after cardiac surgery // *Ann. Thorac. Surg.* 2004. Vol. 77. P. 676–683.
- Salehi Omran A., Karimi A., Ahmadi S. H. et al. Superficial and deep sternal wound infection after more than 9000 coronary artery bypass graft (CABG) : incidence, risk factors and mortality // *BMC Infect. Dis.* 2007. Vol. 7. P. 112.
- Filsoufi F., Castillo J. G., Rahmanian P. B. et al. Epidemiology of deep sternal wound infection in cardiac surgery // *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* 2009. Vol. 23. P. 488–494.
- Kanafani Z. A., Arduino J. M., Muhlbaier L. H. et al. Incidence of and preoperative risk factors for *Staphylococcus aureus* bacteremia and chest wound infection after cardiac surgery // *Infect. Control. Hosp. Epidemiol.* 2009. Vol. 30. P. 242–248.
- Tom T. S., Kruse M. W., Reichman R. T. Update : Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* screening and decolonization in cardiac surgery // *Ann. Thorac. Surg.* 2009. Vol. 88. P. 695–702.
- Hillis L. D., Smith P. K., Anderson J. L. et al. 2011 ACCF/AHA Guideline for Coronary Artery Bypass Graft Surgery. A report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. Developed in collaboration with the American Association for Thoracic Surgery, Society of Cardiovascular Anesthesiologists, and Society of Thoracic Surgeons // *J. Am. Coll. Cardiol.* 2011. Vol. 58. P. e123–e210.
- Bryan C. S., Yarbrough W. M. Preventing deep wound infection after coronary artery bypass grafting : a review // *Tex. Heart Inst. J.* 2013. Vol. 40. P. 125–139.
- Bratzler D. W., Hunt D. R. The surgical infection prevention and surgical care improvement projects : national initiatives to improve outcomes for patients having surgery // *Clin. Infect. Dis.* 2006. Vol. 43. P. 322–330.
- Karra R., McDermott L., Connelly S. et al. Risk factors for 1-year mortality after postoperative mediastinitis // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2006. Vol. 132. P. 537–543.
- Graf K., Ott E., Vonberg R. P. et al. Economic aspects of deep sternal wound infections // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2010. Vol. 37. P. 893–896.
- Ennker I. C., Kojcici B., Ennker J. et al. Examination of the opportunity costs and turnover situation in patients with deep sternal infections. *Zentralbl. Chir.* 2012. Vol. 137. P. 257–261.
- Kirklin J. W., Barratt-Boyes B. G. *Cardiac Surgery : Morphology, Diagnostic Criteria, Natural History, Techniques, Results, and Indications.* 2nd ed. New York : Churchill Livingstone, 1993.
- Kiessling A. H., Isgro F., Weisse U. et al. Advanced sternal closure to prevent dehiscence in obese patients // *Ann. Thorac. Surg.* 2005. Vol. 80. P. 1537–1539.

- Sternal closure with titanium plate fixation – a paradigm shift in preventing mediastinitis // *J. Raman, D. H. Song, G. Bolotin, V. Jeevandam // Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2006. Vol. 5. P. 336–339.
- Molina J. E., Lew R. S., Hyland K. J. Postoperative sternal dehiscence in obese patients : incidence and prevention // *Ann. Thorac. Surg.* 2004. Vol. 78. P. 912–917; discussion 912–917.
- Хубулава Г. Г., Шихвердиев Н. Н., Фогт П. Р. и др. Результаты применения методики элиминации стеральной инфекции у кардиохирургических пациентов // *Вестн. хир. им. И. И. Грекова.* 2015. Т. 174, № 5. С. 57–60.
- Хубулава Г. Г., Шихвердиев Н. Н., Фогт П. Р. и др. Прогноз вероятности развития стеральной инфекции у кардиохирургических больных // *Вестн. хир. им. И. И. Грекова.* 2018. Т. 177, № 1. С. 11–15.
- Loop F. D., Lytle B. W., Cosgrove D. M. et al. Maxwell Chamberlain memorial paper. Sternal wound complications after isolated coronary artery bypass grafting : early and late mortality, morbidity, and cost of care // *Ann. Thorac. Surg.* 1990. Vol. 49. P. 179–187.
- Stahle E., Tammelin A., Bergstrom R. et al. Sternal wound complications – incidence, microbiology and risk factors // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 1997. Vol. 11. P. 1146–1153.
- Ottino G., DePaulis R., Pansini S. et al. Major sternal wound infection after openheart surgery : a multivariate analysis of risk factors in 2579 consecutive operative procedures // *Ann Thorac Surg.* 1987. Vol. 44. P. 173–179.
- Borger M. A., Rao V., Weisel R. D. et al. Deep sternal wound infection : risk factors and outcomes // *Ann. Thorac. Surg.* 1998. Vol. 65. P. 1050–1056.
- Culliford A. T., Cunningham J. N., Zeff R. H. et al. Sternal and costochondral infections following open-heart surgery : a review of 2594 cases // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1976. Vol. 72. P. 714–726.
- Braxton J. H., Marrin C. A., McGrath P. D. et al. 10-year follow-up of patients with and without mediastinitis // *Semin Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2004. Vol. 16. P. 70–76.
- Lazar H. L., Salm T. V., Engelman R. et al. Prevention and management of midline sternal wound infections // *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery.* 2016. Vol. 152, № 4. P. 962–972.
- Trumble D. R., McGregor W. E., Magovern J. A. Validation of a base analog model for studies of sternal closure // *Ann. Thorac. Surg.* 2002. Vol. 74. P. 739–745.
- McGregor W. E., Trumble D. R., Magovern J. A. Mechanical analysis of midline sternotomy wound closure // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1999. Vol. 117. P. 1144–1150.
- Cohen D. J., Griffin L. V. A biomechanical comparison of three sternotomy closure techniques // *Ann. Thorac. Surg.* 2002. Vol. 73. P. 563–568.
- Bottio T., Vida V. L., Gerosa G. et al. Double criss-cross sternal wiring and chest wound infections // *Ann. Thorac. Surg.* 2003. Vol. 76. P. 975–977.

REFERENCES

- Kubota H., Miyata H., Motomura N., Ono M., Takamoto S., Harii K., Oura N., Hirabayashi S., Kyo S. J. Deep sternal wound infection after cardiac surgery. *Cardiothorac Surg.* 2013 May 20;8:132.
- Sharif M., Wong C. H. M., Harky A. Sternal Wound Infections, Risk Factors and Management – How Far Are We? A Literature Review. *Heart Lung Circ.* 2019 Jun;28(6):835–843.
- Cotogni P., Barbero C., Rinaldi M. Deep sternal wound infection after cardiac surgery: Evidences and controversies. *World J Crit Care Med.* 2015 Nov 4;4(4):265–273.
- Abboud C. S., Wey S. B., Baltar V. T. Risk factors for mediastinitis after cardiac surgery. *Ann Thorac Surg.* 2004;77:676–683.
- Salehi Omran A., Karimi A., Ahmadi S. H., Davoodi S., Marzbani M., Movahedi N., Abbasi K., Boroumand M. A., Davoodi S., Moshtaghi N. Superficial and deep sternal wound infection after more than 9000 coronary artery bypass graft (CABG): incidence, risk factors and mortality. *BMC Infect Dis.* 2007;7:112.
- Filsoufi F., Castillo J. G., Rahmanian P. B., Broumand S. R., Silvay G., Carpentier A., Adams D. H. Epidemiology of deep sternal wound infection in cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2009;23:488–494.
- Kanafani Z. A., Arduino J. M., Muhlbaier L. H., Kaye K. S., Allen K. B., Carmeli Y., Corey G. R., Cosgrove S. E., Fraser T. G., Harris A. D. et al. Incidence of and preoperative risk factors for *Staphylococcus aureus* bacteremia and chest wound infection after cardiac surgery. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2009;30:242–248.

8. Tom T. S., Kruse M. W., Reichman R. T. Update: Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* screening and decolonization in cardiac surgery. *Ann Thorac Surg.* 2009;88:695–702.
9. Hillis L. D., Smith P. K., Anderson J. L., Bittl J. A., Bridges C. R., Byrne J. G., Cigarroa J. E., Disesa V. J., Hiratzka L. F., Hutter A. M. et al. 2011 ACCF/AHA Guideline for Coronary Artery Bypass Graft Surgery. A report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. Developed in collaboration with the American Association for Thoracic Surgery, Society of Cardiovascular Anesthesiologists, and Society of Thoracic Surgeons. *J Am Coll Cardiol.* 2011;58:e123–e210.
10. Bryan C. S., Yarbrough W. M. Preventing deep wound infection after coronary artery bypass grafting: a review. *Tex Heart Inst J.* 2013;40:125–139.
11. Bratzler D. W., Hunt D. R. The surgical infection prevention and surgical care improvement projects: national initiatives to improve outcomes for patients having surgery. *Clin Infect Dis.* 2006;43:322–330.
12. Karra R., McDermott L., Connelly S., Smith P., Sexton D. J., Kaye K. S. Risk factors for 1-year mortality after postoperative mediastinitis. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2006;132:537–543.
13. Graf K., Ott E., Vonberg R. P., Kuehn C., Haverich A., Chaberny I. F. Economic aspects of deep sternal wound infections. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2010;37:893–896.
14. Ennker I. C., Kojcici B., Ennker J., Vogt P., Melicherck J. Examination of the opportunity costs and turnover situation in patients with deep sternal infections. *Zentralbl Chir.* 2012;137:257–261.
15. Kirklin J. W., Barratt-Boyes B. G. Cardiac Surgery: Morphology, Diagnostic Criteria, Natural History, Techniques, Results, and Indications. 2nd ed. New York, Churchill Livingstone, 1993.
16. Kiessling A. H., Isgró F., Weisse U., Moltner A., Saggau W., Boldt J. Advanced sternal closure to prevent dehiscence in obese patients. *Ann Thorac Surg.* 2005;80:1537–1539.
17. Raman J., Song D. H., Bolotin G., Jeevandum V. Sternal closure with titanium plate fixation – a paradigm shift in preventing mediastinitis. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2006;5:336–339.
18. Molina J. E., Lew R. S., Hyland K. J. Postoperative sternal dehiscence in obese patients: incidence and prevention. *Ann Thorac Surg.* 2004;78:912–917; discussion 912–917.
19. Khubulava G. G., Shikhverdiev N. N., Vogt P. R., Marchenko S. P., Naumov A. B., Suvorov V. V., Averkin I. I. Results of application of the method of sternal infection elimination in cardiosurgical patients. *Grekov's Bulletin of Surgery.* 2015;174(5):57–60. (In Russ.).
20. Khubulava G. G., Shikhverdiev N. N., Vogt P. R., Marchenko S. P., Suvorov V. V. Predicting the probability of the sternal wound infection in patients undergoing cardiac surgery. *Grekov's Bulletin of Surgery.* 2018;177(1):11–15. (In Russ.).
21. Loop F. D., Lytle B. W., Cosgrove D. M., Mahfood S., McHenry M. C., Goormastic M., Stewart R. W., Golding L. A., Taylor P. C. J. Maxwell Chamberlain memorial paper. Sternal wound complications after isolated coronary artery bypass grafting: early and late mortality, morbidity, and cost of care. *Ann Thorac Surg.* 1990;49:179–187.
22. Stahle E., Tammelin A., Bergstrom R., Hambreus A., Nystrom S. O., Hansson H. E. Sternal wound complications – incidence, microbiology and risk factors. *Eur J Cardiothorac Surg.* 1997;11:1146–1153.
23. Ottino G., DePaulis R., Pansini S., Rocca G., Tallone M. V., Comoglio C., Costa P., Orzan F., Morea M. Major sternal wound infection after openheart surgery: a multivariate analysis of risk factors in 2579 consecutive operative procedures. *Ann Thorac Surg.* 1987;44:173–179.
24. Borger M. A., Rao V., Weisel R. D., Ivanov J., Cohen G., Scully H. E., David T. E. Deep sternal wound infection: risk factors and outcomes. *Ann Thorac Surg.* 1998;65:1050–1056.
25. Culliford A. T., Cunningham J. N., Zeff R. H., Isom O. W., Teiko P., Spencer F. C. Sternal and costochondral infections following open-heart surgery: a review of 2594 cases. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1976; 72:714–726.
26. Braxton J. H., Marrin C. A., McGrath P. D., Morton J. R., Norotsky M., Charlesworth D. C., Lahey S. J., Clough R., Ross C. S., Olmstead E. M. et al. 10-year follow-up of patients with and without mediastinitis. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2004;16:70–76.
27. Lazar H. L., Salm T. V., Engelman R., Orgill D., Gordon S. Prevention and management of sternal wound infections. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery.* 2016;152(4):962–972.
28. Trumble D. R., McGregor W. E., Magovern J. A. Validation of a base analog model for studies of sternal closure. *Ann Thorac Surg.* 2002;74:739–745.
29. McGregor W. E., Trumble D. R., Magovern J. A. Mechanical analysis of midline sternotomy wound closure. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1999; 117:1144–1150.
30. Cohen D. J., Griffin L. V. A biomechanical comparison of three sternotomy closure techniques. *Ann Thorac Surg.* 2002;73:563–568.
31. Bottio T., Vida V. L., Gerosa G. et al. Double criss-cross sternal wiring and chest wound infections. *Ann Thorac Surg.* 2003;76:975–977.

Информация об авторах:

Кузнецов Дмитрий Валерьевич, кандидат медицинских наук, зав. отделением сердечно-сосудистой хирургии № 11, Самарский областной клинический кардиологический диспансер (г. Самара, Россия); ассистент кафедры кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии ИПО, Самарский государственный медицинский университет (г. Самара, Россия), ORCID: 0000-0003-4843-4679; **Геворгян Арик Арменович**, сердечно-сосудистый хирург, отделение сердечно-сосудистой хирургии № 11, Самарский областной клинический кардиологический диспансер (г. Самара, Россия), ORCID: 0000-0003-0730-4608; **Новокшенов Вячеслав Викторович**, сердечно-сосудистый хирург, отделение сердечно-сосудистой хирургии № 11, Самарский областной клинический кардиологический диспансер (г. Самара, Россия), ORCID: 0000-0002-8988-4185; **Михайлов Кирилл Михайлович**, сердечно-сосудистый хирург, отделение сердечно-сосудистой хирургии № 11, Самарский областной клинический кардиологический диспансер (г. Самара, Россия), ORCID: 0000-0003-1920-8234; **Крюков Андрей Владимирович**, сердечно-сосудистый хирург, отделение сердечно-сосудистой хирургии № 11, Самарский областной клинический кардиологический диспансер (г. Самара, Россия), ORCID: 0000-0002-7597-7954; **Хохлунов Сергей Михайлович**, доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии ИПО, Самарский государственный медицинский университет (г. Самара, Россия); сердечно-сосудистый хирург, отделение сердечно-сосудистой хирургии № 4, Самарский областной клинический кардиологический диспансер (г. Самара, Россия), ORCID: 0000-0001-6000-620X.

Information about authors:

Kuznetsov Dmitrii V., Cand. of Sci. (Med.), Head of the Department of Cardiovascular Surgery № 11, Samara regional clinical cardiology dispensary named after V. P. Poliakov (Samara, Russia); Assistant of the Department of Cardiology and Cardiovascular Surgery, Samara State Medical University (Samara, Russia), ORCID: 0000-0003-4843-4679; **Gevorgyan Arik A.**, Cardiovascular surgeon, Department of Cardiovascular Surgery № 11, Samara regional clinical cardiology dispensary named after V. P. Poliakov (Samara, Russia), ORCID: 0000-0003-0730-4608; **Novokshenov Vyacheslav V.**, Cardiovascular surgeon, Department of Cardiovascular Surgery № 11, Samara regional clinical cardiology dispensary named after V. P. Poliakov (Samara, Russia), ORCID: 0000-0002-8988-4185; **Mikhailov Kirill M.**, Cardiovascular surgeon, Department of Cardiovascular Surgery № 11, Samara regional clinical cardiology dispensary named after V. P. Poliakov (Samara, Russia), ORCID: 0000-0003-1920-8234; **Kryukov Andrey V.**, Cardiovascular surgeon, Department of Cardiovascular Surgery № 11, Samara regional clinical cardiology dispensary named after V. P. Poliakov (Samara, Russia), ORCID: 0000-0002-7597-7954; **Khokhlunov Sergey M.**, Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Cardiology and Cardiovascular Surgery, Samara State Medical University (Samara, Russia); Cardiovascular surgeon, Department of Cardiovascular Surgery № 4, Samara regional clinical cardiology dispensary named after V. P. Poliakov (Samara, Russia), ORCID: 0000-0001-6000-620X.