

**Б.А. Майоров<sup>1,2</sup>, М.В. Исаев<sup>3</sup>, И.Г. Беленький<sup>1,2</sup>,  
Г.Д. Сергеев<sup>1,2</sup>, А.Н. Тулупов<sup>1</sup>**

## **ОПЕРАТИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ С МНОЖЕСТВЕННЫМИ ПЕРЕЛОМАМИ РЕБЕР И РЕБЕРНЫМ КЛАПАНОМ**

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе (Россия, Санкт-Петербург, ул. Будапештская, д. 3, лит А);  
<sup>2</sup> Санкт-Петербургский государственный университет (Россия, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9);  
<sup>3</sup> Гатчинская клиническая межрайонная больница (Россия, Ленинградская обл., г. Гатчина, Роцинская ул., д. 15А)

*Актуальность.* Травмы грудной клетки по частоте занимают III место среди повреждений частей тела и II – среди причин смерти у пациентов с травмами. В последние два десятилетия в зарубежной и отечественной литературе опубликованы ряд работ, описывающих преимущества ранней хирургической стабилизации реберного каркаса перед консервативным лечением. Однако сегодня эффективность применения активной хирургической тактики при множественных переломах ребер, в том числе, и с применением стандартных пластин для остеосинтеза малых сегментов, а также биодеградируемых пинов, убедительно не доказана.

*Цель* – представить ранние результаты оперативного лечения пациентов с множественными переломами ребер и реберным клапаном с использованием стандартных  $\frac{1}{3}$  трубчатых и реконструктивных пластин и биодеградируемых пинов в условиях травмоцентров I и II уровней, не имеющих специализированного отделения торакальной хирургии.

*Методология.* В исследование были включены 26 пациентов, которым выполнена хирургическая стабилизация реберного каркаса по поводу множественных переломов ребер и/или наличия реберного клапана в 2018–2023 гг., из них 15 – пострадавших с политравмой (Injury Severity Scale, ISS более 17 баллов), 5 – с сочетанной травмой (ISS менее 17 баллов), 6 – с изолированной травмой груди. Одновременно осуществляли фиксацию от 1 до 5 ребер. Рассчитали медиану, верхний и нижний квартили (Me [Q<sub>1</sub>; Q<sub>3</sub>]) показателей.

*Результаты и их анализ.* Длительность стационарного лечения составила 16,5 [6; 50] сут, пребывания в отделении реанимации и интенсивной терапии – 3 [0; 25] сут, длительность искусственной вентиляции легких – 0 [0; 18] сут, потребности в кислородной поддержке – 0 [0; 16] сут. Средняя длительность дренирования плевральной полости у пациентов была (8,1 ± 3,8) сут. В 11 % случаев зарегистрированы респираторные осложнения, в 8 % – необходимость в выполнении трахеостомии. Активная хирургическая тактика, заключающаяся в остеосинтезе ребер, позволяет быстро и эффективно обеспечить стабилизацию состояния пациента с тяжелой травмой грудной клетки. Использование стандартных пластин для остеосинтеза малых сегментов с винтами с угловой стабильностью позволяет добиться фиксации поврежденных ребер, что способствует восстановлению полноценной экскурсии грудной клетки, борьбе с болевым синдромом и профилактике осложнений.

---

Майоров Борис Александрович – канд. мед. наук, мл. науч. сотр., отд. травматологии, ортопедии и вертебрологии, С.-Петерб. науч.-исслед. ин-т скор. помощи им. И.И. Джанелидзе (Россия, 192242, Санкт-Петербург, ул. Будапештская, д. 3, лит. А); доц. каф. общ. хирургии, С.-Петерб. гос. ун-т (Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9), ORCID: 0000-0003-1559-1571, e-mail: bmayorov@mail.ru;

Исаев Максим Вадимович – зав. травматолого-ортопедическим отд-нием, Гатчинская клинич. межрайон. больница (Россия, 188300, Ленинградская обл., г. Гатчина, Роцинская ул., д. 15А, корп. 1), ORCID: 0000-0002-2797-1929, e-mail: doctor.isaev@mail.ru;

✉ Беленький Игорь Григорьевич – д-р мед. наук, руков. отд. травматологии, ортопедии и вертебрологии, С.-Петерб. науч.-исслед. ин-т скор. помощи им. И.И. Джанелидзе (Россия, 192242, Санкт-Петербург, ул. Будапештская, д. 3, лит. А); проф. каф. общ. хирургии, руков. курса травматологии и ортопедии, С.-Петерб. гос. ун-т (Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9), ORCID: 0000-0001-9951-5183, e-mail: belenkiy.trauma@mail.ru;

Сергеев Геннадий Дмитриевич – канд. мед. наук, ст. науч. сотр., отд. травматологии, ортопедии и вертебрологии, С.-Петерб. науч.-исслед. ин-т скор. помощи им. И.И. Джанелидзе (Россия, 192242, Санкт-Петербург, ул. Будапештская, д. 3, лит. А); ассистент каф. общ. хирургии, С.-Петерб. гос. ун-т (Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9), ORCID: 0000-0002-8898-503X, e-mail: gdsergeev@gmail.com;

Тулупов Александр Николаевич – д-р мед. наук проф., руков. отд. сочетан. травмы, С.-Петерб. науч.-исслед. ин-т скор. помощи им. И.И. Джанелидзе (Россия, 192242, Санкт-Петербург, ул. Будапештская, д. 3, лит. А), ORCID: 0000-0003-2696-4847, e-mail: altul@yandex.ru

**Заключение.** Использование для остеосинтеза переломов ребер биodeградируемых пинов, а также стандартных неспециальных пластин позволяет стабилизировать функцию внешнего дыхания и состояние пациента с тяжелой травмой реберного каркаса. Для более полноценного определения места остеосинтеза в целом и его разновидностей необходимы дальнейшие исследования, направленные на анализ как результатов различных способов остеосинтеза, так и – оперативного и консервативного лечения.

**Ключевые слова:** чрезвычайная ситуация, дорожно-транспортные происшествия, травма, перелом ребер, реберный клапан, остеосинтез ребер, биodeградируемые пины.

## Введение

Травмы грудной клетки по частоте занимают III место среди повреждений частей тела и II – среди причин смерти у пациентов с травмами. По результатам исследований R. Kent, частота смертельных исходов при дорожно-транспортных происшествиях при доминирующей травме груди колеблется в пределах от 30 до 51 % в зависимости от возраста пациента [1, 9]. Особенно опасным вариантом повреждения реберного каркаса является реберный клапан, т.е. перелом 3 ребер и более, как минимум, в двух местах [5]. В результате область грудной стенки между линиями переломов не участвует в дыхательных экскурсиях, что может снижать жизненную емкость легких на стороне повреждения на 50 % и более [7]. Это приводит к быстрому развитию острой вентиляционной дыхательной недостаточности, гемодинамическим расстройствам и пневмонии.

В последние два десятилетия в зарубежной и отечественной литературе опубликованы ряд работ, описывающих преимущества ранней хирургической стабилизации реберного каркаса (в пределах 72 ч от момента травмы) по сравнению с консервативными методами лечения [1, 13–15]. Однако утвержденные в России в 2021 г. национальные клинические рекомендации по закрытой травме груди регламентируют необходимость оперативного лечения переломов ребер только при реберном клапане и ложных суставах [2]. Кроме того, на сегодняшний день не определена сфера компетенций различных специалистов хирургического профиля. При этом нет четкого понимания того, кто должен заниматься лечением травмы груди: травматологи или хирурги? Последняя проблема отмечена, в том числе, и зарубежными авторами [12].

Насущной проблемой является определение оптимального метода фиксации ребер. Имеющиеся специализированные накостные и интрамедуллярные имплантаты для остеосинтеза ребер довольно дороги и недоступны в большинстве стационаров, что, наряду с другими причинами, может препятствовать развитию методов оперативной фиксации реберного каркаса. Теоретически использование

для накостного остеосинтеза ребер более доступных стандартных  $\frac{1}{3}$  трубчатых и реконструктивных пластин позволяет в короткие сроки восстановить каркасную функцию грудной клетки у пациента и снизить риск развития осложнений, обусловленных респираторной недостаточностью. Тем не менее, существует риск миграции этих пластин на фоне экскурсии грудной клетки из-за их недостаточной эластичности. Применение стандартных пластин, по нашему мнению, могло бы расширить возможности выполнения хирургической стабилизации ребер и сделать операцию доступной для большинства травматологических отделений травмоцентров I и II уровней. Однако нет четкого понимания того, как эти пластины будут вести себя в режиме постоянных движений фиксированных ребер в соответствии с дыхательной экскурсией грудной клетки. Говоря об интрамедуллярном остеосинтезе ребер, следует сказать, что расположение имплантатов внутри костномозгового канала облегчает фиксацию ребер при простых переломах, особенно локализующихся у края лопатки – в зоне, где использование пластин затруднено [11]. При этом альтернативой дорogостоящим интрамедуллярным фиксаторам могли бы стать биodeградируемые пины из полимолочной и полигликолевой кислоты.

Эффективность применения активной хирургической тактики при множественных переломах ребер, в том числе, и с применением стандартных пластин для остеосинтеза малых сегментов, а также биodeградируемых пинов, на сегодняшний день убедительно не доказана.

**Цель** – представить ранние результаты оперативного лечения пациентов с множественными переломами ребер и реберным клапаном с использованием стандартных  $\frac{1}{3}$  трубчатых и реконструктивных пластин и биodeградируемых пинов в условиях травмоцентров I и II уровней, не имеющих отделения торакальной хирургии.

## Материал и методы

В исследование включили 26 пациентов, прооперированных в отделении сочетанной травмы Всеволожской клинической межрай-

онной больницы и отделении травматологии и ортопедии Гатчинской клинической межрайонной больницы в 2018–2023 гг. по поводу множественных переломов ребер и/или наличия реберного клапана. Всем пациентам выполнена хирургическая стабилизация реберного каркаса.

Настоящая работа является продолжением нашего предыдущего исследования 2022 г., однако, в данном случае подробно представлены характеристики групп пациентов и выполнен статистический анализ результатов их хирургического лечения [3]. Так как переломы ребер у ряда пострадавших сочетались с другими повреждениями различной степени тяжести, всех пациентов разделили на группы в зависимости от тяжести травмы (табл. 1):

1-я – 15 пациентов с политравмой (Injury Severity Scale, ISS – более 17 баллов), средний возраст –  $(50,6 \pm 10,5)$  лет, средний балл по ISS –  $(26,3 \pm 6,8)$ . У 14 (93 %) пациентов данной группы балл по Abbreviated Injury Score (AIS) для органов грудной клетки достиг 4, у 1 (7 %) – 5. Травма груди у пострадавших была доминирующей или конкурирующей по тяжести с другими анатомическими областями. Реберный клапан имел место у 14 (93 %) пациентов. 12 (80 %) пациентов при поступлении были госпитализированы в отделение реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ). У 13 пациентов определялся гемопневмоторакс, у 10 – ушиб легких. 13 пострадавшим выполнено дренирование плевральной полости, 8 – проводили искусственную вентиляцию легких (ИВЛ), 5 – кислородную поддержку;

2-я – 5 пациентов с сочетанной травмой по шкале ISS менее 17 баллов, средний возраст –  $(53,8 \pm 11,0)$  года. У этих пациентов тяжесть повреждений груди по шкале AIS составляла 3 балла, травма груди была доминирующей. Пациенты с реберным клапаном в данной группе отсутствовали. У 1 (20 %) пациента при поступлении возникла необходимость в ИВЛ. У всех пациентов при поступлении определял-

ся гемопневмоторакс, у 4 – он сочетался с ушибом легких. Всем при поступлении выполняли дренирование плевральной полости. 4 пациента были госпитализированы в отделение травматологии и ортопедии. 1 пациенту при поступлении требовалась кислородная поддержка;

3-я – 6 пациентов с изолированной травмой груди, из них 5 – с закрытой травмой груди, 1 – с открытой травмой груди, средний возраст –  $(57,2 \pm 9,4)$  года. У 5 пострадавших тяжесть повреждений по шкале AIS груди составила 3 балла, у 1 – с реберным клапаном – 4 балла. 3 пациента при поступлении нуждались в ИВЛ, в связи с чем были госпитализированы в ОРИТ. У всех пациентов при поступлении определялся пневмоторакс, у 3 пациентов – гемопневмоторакс. Ушиб легких имелся у 1 пациента. У 5 пациентов при поступлении выполнено дренирование плевральной полости. 3 пациента были госпитализированы в отделение травматологии и ортопедии. 1 пациенту при поступлении требовалась кислородная поддержка.

У пациентов 1-й группы выполняли операцию хирургической стабилизации реберного каркаса в среднем через  $(4,0 \pm 2,4)$  сут от момента поступления в стационар, 2-й группы – через  $(4,6 \pm 2,1)$  сут, 3-й группы – через  $(4,6 \pm 4,1)$  сут после госпитализации. Срок оперативного лечения определялся тяжестью состояния пациента и объемом сочетанных повреждений. При конкурирующих повреждениях таза, сегментов конечностей первично выполняли остеосинтез ребер. При наличии черепно-мозговой травмы, требующей ИВЛ, остеосинтез ребер выполняли после восстановления сознания.

Хирургическая техника металлоостеосинтеза, а также стабилизации переломов ребер биодеградируемыми пинами подробно описана в предыдущей статье [3]. Одновременно осуществляли фиксацию от 1 до 5 ребер. Для группы пациентов с политравмой мода количества фиксированных ребер была представлена двумя значениями: 3 и 4 (3; 4). В группе

Таблица 1

Характеристика пациентов в группах

Показатель	Группа		
	1-я	2-я	3-я
Число пациентов	15	5	6
Возраст, лет	$50,6 \pm 10,5$	$53,8 \pm 11,0$	$57,2 \pm 9,4$
AIS груди, балл	4	3	3
Наличие внутривидеоплевральных повреждений, n (%)	14 (93)	5	6
Госпитализация в ОРИТ, n (%)	12 (80)	1	3
Необходимость ИВЛ, n (%)	8 (53)	1	3
Кислородная поддержка, n (%)	5 (33)	1	1

пациентов с сочетанной травмой мода этого параметра составила 3 (2; 3) ребра. У пациентов с изолированной травмой груди мода – 2 (2; 3) ребра. Используемые нами хирургические доступы описаны в специальной литературе [6, 8].

У 15 (58 %) из 26 пациентов остеосинтез переломов ребер выполняли  $\frac{1}{3}$  трубчатыми или реконструктивными пластинами. Осуществляли предварительное моделирование пластины по кривизне и изгибу ребра. При простых переломах, как правило, использовали пластины на 6 отверстий. При оскольчатых и фрагментарных переломах длину пластины подбирали индивидуально для обеспечения оптимальной рабочей длины фиксатора. При наличии оскольчатого перелома хирурги старались максимально сохранить надкостницу в области отломков, поэтому непосредственные манипуляции с костными фрагментами проводили в минимальном объеме. Фиксацию пластиной осуществляли по принципу шинирования с введением винтов в основные отломки (как минимум по 2 винта в каждый отломок).

У 7 (27 %) из 26 пациентов фиксацию осуществляли с использованием биодеградируемых пинов из полимолочной и полигликолевой кислоты диаметром 2,7 мм. Эти имплантаты использовали при простых переломах ребер, локализованных преимущественно в проекции средней и задней подмышечной линии, а также у переднего края лопатки, где установка пластины была затруднена.

У остальных 4 (15 %) пациентов осуществляли комбинированную фиксацию биодеградируемыми пинами и пластинами.

У всех пациентов операцию заканчивали дренированием плевральной полости по Бюлау в седьмом межреберье и послойным швом раны.

По результатам лечения оценивали сроки пребывания пациента в ОРИТ в послеоперационном периоде, длительность ИВЛ, респираторной поддержки, дренирования плевральной полости, нахождения в стационаре, потребность в трахеостомии, частоту развития пневмонии и летальность.

Статистический анализ распределения значений изучаемых параметров оценивали с помощью критериев Колмогорова–Смирнова и Шапиро–Уилка. При нормальном распределении признаков указывали средние статистические значения со среднеквадратичным отклонением ( $M \pm \sigma$ ), при распределении, отличном от нормального, – медиану, нижний и верхний квартили ( $Me [Q_1; Q_3]$ ), Min–Max. Относительные величины представлены в процентах.

### Результаты и их анализ

Результаты оперативного лечения пациентов в группах показаны в табл. 2. В 1-й группе пациентов длительность пребывания в стационаре составила 16 [13; 26] сут, в ОРИТ – 6 [2; 9] сут. Продолжительность ИВЛ составила 1 [0; 4] койко/день. 1 пациент с крайне тяжелой травмой груди (5 баллов по шкале AIS) с множественными переломами ребер, реберным клапаном и мультилобарным разрывом легкого нуждался в ИВЛ в течение 18 сут. Длительность кислородной поддержки пациентов в 1-й группе – 0 [0; 4] сут, средний срок дренирования плевральной полости – (8,0 ± 3,4) сут.

2 (13 %) пациентам потребовалось выполнение трахеостомии на 1-е и 5-е сутки пребывания в стационаре в связи с выраженными внутриплевральными повреждениями и необходимостью пролонгированной ИВЛ. У 1 пациента зарегистрировано развитие пневмонии в послеоперационном периоде и еще у 1 – раз-

Таблица 2

Результаты оперативного лечения пациентов в группах, Me [Q<sub>1</sub>–Q<sub>3</sub>] (Min–Max)

Показатель	Группа		
	1-я	2-я	3-я
Длительность пребывания в стационаре, сут	16 [13; 26] (9–50)	16 [15; 19] (10–22)	17,5 [8; 21] (6–22)
Длительность пребывания в ОРИТ, сут	6 [2; 9] (0–25)	0 [0; 0] (0–2)	1,5 [0; 3] (0–4)
Длительность ИВЛ, сут	1 [0; 4] (0–18)	0 [0; 0] (0–1)	0,5 [0; 2] (0–4)
Срок кислородной поддержки, сут	0 [0; 4] (0–16)	0 [0; 0] (0–4)	0 [0; 0] (0–16)
Средний срок дренирования плевральной полости, сут	8,0 ± 3,4	9,4 ± 1,7	7,3 ± 5,8
Сочетанные операции на костно-мышечной системе, n (%)	5 (33)	4	0
Сочетанные операции на паренхиматозных органах, n (%)	2 (13)	0	0
Трахеостомия, n (%)	2 (13)	0	0
Респираторные осложнения, n (%)	2 (13)	0	1
Инфекция области хирургического вмешательства, n (%)	0 (0)	0	0
Летальный исход, n (%)	0 (0)	0	0

витие гнойного эндобронхита. Таким образом, суммарная частота респираторных осложнений в группе составила 13%. У 5 (33%) пациентов были выполнены сочетанные оперативные вмешательства на костно-мышечной системе и у 2 (13%) – на паренхиматозных органах живота. Не зарегистрировано ни одного случая инфекции области хирургического вмешательства и летального исхода. Все пациенты выписаны на амбулаторное лечение в удовлетворительном состоянии.

Во 2-й группе пациентов с сочетанной травмой длительность пребывания в стационаре составила 16 [15; 19] сут, срок дренирования плевральной полости –  $(9,4 \pm 1,7)$  сут (см. табл. 2). У 4 пациентов этой группы выполнены сочетанные оперативные вмешательства на костно-мышечной системе. Выполнение трахеостомии пациентам не потребовалось, не зарегистрированы случаи респираторных осложнений, инфекции области хирургического вмешательства и летального исхода. Все пациенты выписаны на амбулаторное лечение в удовлетворительном состоянии.

В 3-й группе пациентов с изолированной травмой груди длительность пребывания в стационаре составила 17,5 [8; 21] сут, нахождение в ОРИТ – 1,5 [0; 3] сут, на ЭВЛ – 0,5 [0; 2] сут. Срок дренирования плевральной полости был  $(7,3 \pm 5,8)$  сут (см. табл. 2), выполнение трахеостомии не потребовалось. Зарегистрирован 1 случай развития трахеобронхита у пациента с открытой травмой груди, купированный в течение 2 сут. Инфекций области хирургического вмешательства и летальных исходов в группе не было. Все пациенты выписаны на амбулаторное лечение в удовлетворительном состоянии.

**Обсуждение.** Полученные результаты показывают, что активная хирургическая тактика, заключающаяся в остеосинтезе ребер, позволяет быстро и эффективно обеспечить стабилизацию пациента с тяжелой травмой реберного каркаса. Использование стандартных пластин для остеосинтеза малых сегментов с винтами с угловой стабильностью, по нашему мнению, допустимо, так как позволяет добиться стабильной фиксации поврежденных ребер, что способствует восстановлению полноценной экскурсии грудной клетки, борьбе с болевым синдромом и профилактике осложнений. У пациентов не отмечено признаков нестабильности фиксации и миграции имплантатов в раннем послеоперационном периоде. По-видимому, это связано с тем, что, несмотря на относительно большую жесткость

в сравнении со специальными фиксаторами, применяемые пластины  $1/3$  трубки и реконструктивные пластины имеют достаточно низкий профиль и хорошо моделируются, что позволяет адекватно адаптировать их к форме ребра при переломах на всех уровнях.

По результатам полученных нами измерений, если говорить о всех трех группах в целом, то длительность стационарного лечения составила от 6 до 50 сут, в среднем – 16,5 [13; 21] сут, пребывания в ОРИТ – от 0 до 25 сут, в среднем – 3 [0; 4] сут, нахождения на ИВЛ – от 0 до 18 сут, в среднем – 0 [0; 0], потребности в кислородной поддержке – от 0 до 16 сут, в среднем – 0 [0; 4] сут. Средняя длительность дренирования плевральной полости была  $(8,1 \pm 3,8)$  сут. В 11% случаев зарегистрированы респираторные осложнения, в 8% – имела потребность в выполнении трахеостомии.

Полученные результаты сопоставимы с результатами лечения пациентов при использовании специализированных пластин. Так, А.А. Меньшиков при анализе результатов оперативного лечения 36 пациентов с использованием специализированных реберных пластин с угловой стабильностью производства фирм «Остеомед» и «Synthes» получил среднюю длительность ИВЛ  $(3,4 \pm 0,8)$  сут. Срок госпитализации пациентов составил  $(18,0 \pm 1,8)$  сут, длительность нахождения в реанимации –  $(4,3 \pm 0,6)$  сут [4]. G.J. Kocher и соавт., оценив результаты лечения 105 пациентов, которым была выполнена хирургическая стабилизация реберного каркаса с использованием системы «Matrix rib», получили среднюю длительность ИВЛ 4 сут, средний срок нахождения в ОРИТ – 4,5 сут. Средняя летальность составила 4,9%, частота развития бронхолегочных осложнений – 8,2% [10].

Использование биодеградируемых пинов обеспечивает более широкие возможности фиксации простых переломов ребер, особенно локализованных у края лопатки, сокращает размер хирургических доступов, снижает травматичность, устраняет необходимость удаления имплантата. На наш взгляд, перспективным вариантом фиксации при фрагментарных переломах ребер является использование биодеградируемых пинов большей длины (400 мм) для обеспечения адекватного шинирования зоны перелома, но в настоящее время данный способ не опробован. Также не определено оптимальное количество фиксируемых ребер при использовании биодеградируемых пинов, учитывая меньшую жесткость используемого материала по сравнению с ти-

тановыми пластинами. К сожалению, произвести сравнительный анализ наших результатов остеосинтеза при переломах ребер биодegradуемыми пинами с результатами других хирургов не представляется возможным ввиду отсутствия подобных публикаций в доступной нам научной литературе.

В рамках дальнейших исследований необходимо увеличение численности пациентов в группах с изолированной травмой груди, сочетанной травмой и политравмой, а также сравнение результатов оперативного и консервативного лечения пациентов, что и будет являться предметом наших дальнейших исследований.

### Заключение

Внедрение в практику работы отделений активной хирургической тактики по отношению к пациентам с множественными переломами

ребер и реберным клапаном позволило обеспечить быстрое восстановление каркасности грудной клетки и перевод пациентов, нуждавшихся в искусственной вентиляции легких, на самостоятельное дыхание. Наш опыт показал, что использование стандартных, а неспециальных пластин является допустимым вариантом, позволяющим быстро стабилизировать пациента с тяжелой травмой реберного каркаса. Использование биодegradуемых пинов для фиксации переломов ребер также является перспективным направлением, позволяющим снизить травматичность операции, облегчающим фиксацию переломов ребер в области края лопатки и устраняющим необходимость удаления имплантата.

Подгруппы пациентов малочисленны. Для более достоверного статистического анализа следует провести когортное исследование с включением большего количества пациентов.

### Литература

1. Беленький И.Г., Майоров Б.А., Исаев М.В. [и др.]. Хирургическое лечение переломов ребер // Современные проблемы науки и образования. 2021. № 4. URL: <https://science-education.ru/>. DOI: 10.17513/spno.31035.
2. Брюсов П.Г., Тулупов А.Н., Самохвалов И.М. [и др.]. Закрытая травма грудной клетки: клинич. рекомендации / Минздрав России. М., 2022. 78 с. URL: [https://cr.minzdrav.gov.ru/recomend/728\\_1](https://cr.minzdrav.gov.ru/recomend/728_1).
3. Исаев М.В., Майоров Б.А., Смирнов С.С., Сергеев Г.Д. Наш опыт хирургической стабилизации реберного каркаса при множественных переломах ребер и реберном клапане // Неотложная хирургия им. И.И. Джанелидзе. 2022. № 2(7). С. 69–74. DOI: 10.54866/27129632\_2022\_2\_69.
4. Меньшиков А.А., Цеймах Е.А., Бондаренко А.В. Остеосинтез флотирующих переломов ребер при политравме // Политравма. 2022. № 1. С. 21–27.
5. Пронских Ал.А., Кравцов С.А., Пронских А.А. Оперативное восстановление каркасности грудной клетки у пациента с тяжелой закрытой травмой груди при политравме // Политравма. 2014. № 2. С. 65–69.
6. Bottlang M., Long W.B., Phelan D. [et al.]. Surgical stabilization of flail chest injuries with MatrixRIB implants: a prospective observational study // Injury. 2013. Vol. 44, N 2. P. 232–238. DOI: 10.1016/j.injury.2012.08.011.
7. Fagevik Olsén M., Sloba M., Klarin L. [et al.]. Physical function and pain after surgical or conservative management of multiple rib fractures – a follow-up study // Scand. J. Trauma Resusc. Emerg. Med. 2016. Vol. 24, N 1. P. 128. DOI: 10.1186/s13049-016-0322-4.
8. He Z., Zhang D., Xiao H. [et al.]. The ideal methods for the management of rib fractures // J. Thorac. Dis. 2019. Vol. 11, Suppl. 8. P. S1078–S1089. DOI: 10.21037/jtd.2019.04.109.
9. Kent R., Woods W., Bostrom O. Fatality risk and the presence of rib fractures // Ann. Adv. Automot Med. 2008. N 52. P. 73–82.
10. Kocher G.J., Sharafi S., Azenha L.F., Schmid R.A. Chest wall stabilization in ventilator-dependent traumatic flail chest patients: who benefits? // Eur. J. Cardiothorac. Surg. 2017. Vol. 51, N 4. P. 696–701. DOI: 10.1093/ejcts/ezw365.
11. Marasco S., Quayle M., Summerhayes R. [et al.]. An assessment of outcomes with intramedullary fixation of fractured ribs // J. Cardiothorac. Surg. 2016. Vol. 11, N 1. P. 126. DOI: 10.1186/s13019-016-0510-3.
12. Mayberry J.C., Ham L.B., Schipper P.H. [et al.]. Surveyed opinion of American trauma, orthopedic, and thoracic surgeons on rib and sternal fracture repair // J. Trauma. 2009. Vol. 66, N 3. P. 875–879. DOI: 10.1097/TA.0b013e318190c3d3.
13. Sawyer E., Wullschlegel M., Muller N., Muller M. Surgical Rib Fixation of Multiple Rib Fractures and Flail Chest: A Systematic Review and Meta-analysis // J. Surg. Res. 2022. N 276. P. 221–234. DOI: 10.1016/j.jss.2022.02.055.
14. Schuurmans J., Goslings J.C., Schepers T. Operative management versus non-operative management of rib fractures in flail chest injuries: a systematic review // Eur. J. Trauma Emerg. Surg. 2017. Vol. 43, N 2. P. 163–168. DOI: 10.1007/s00068-016-0721-2.

15. Tanaka H., Yukioka T., Yamaguti Y. [et al.]. Surgical stabilization of internal pneumatic stabilization? A prospective randomized study of management of severe flail chest patients // J. Trauma. 2002. Vol. 52, N 4. P. 727–732. DOI: 10.1097/00005373-200204000-00020.

Поступила 31.01.2024 г.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

**Участие авторов:** Б.А. Майоров, М.В. Исаев – разработка концепции и дизайна исследования, сбор, анализ и интерпретация данных, написание статьи; И.Г. Беленький, Г.Д. Сергеев – разработка концепции и дизайна исследования, подготовка окончательного варианта статьи; А.Н. Тулупов – утверждение окончательного варианта статьи.

**Для цитирования.** Майоров Б.А., Исаев М.В., Беленький И.Г., Сергеев Г.Д., Тулупов А.Н. Оперативное лечение пациентов с множественными переломами ребер и реберным клапаном // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2024. № 1. С. 42–49. DOI: 10.25016/2541-7487-2024-0-1-42-49.

## Surgical treatment of patients with multiple rib fractures and flail chest

Mayorov B.A.<sup>1,2</sup>, Isaev M.V.<sup>3</sup>, Belen'kii I.G.<sup>1,2</sup>, Sergeev G.D.<sup>1,2</sup>, Tulupov A.N.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Saint Petersburg I.I. Dzhanlidze Research Institute of Emergency Medicine  
(3A, Budapeshtskaya Str., 192242, St. Petersburg, Russia);

<sup>2</sup> Saint Petersburg State University (7-9, Universitetskaya emb., 199034, St. Petersburg, Russia);

<sup>3</sup> Interdistrict Clinical Hospital of Gatchina (15A, Roshchinskaya Str., 188643, Gatchina, Leningrad region, Russia)

Boris Aleksandrovich Mayorov – PhD Med. Sci., junior research associate of trauma, orthopedics and vertebrology department, Saint-Petersburg I.I. Dzhanlidze Research Institute of Emergency medicine (3, lit. A, Budapeshtskaya Str., 192242, St. Petersburg, Russia); associate professor of general surgery department, Saint-Petersburg State University (7–9, Universitetskaya emb., St. Petersburg, 199034, Russia). ORCID: 0000-0003-1559-1571, e-mail: bmayorov@mail.ru;

Maksim Vadimovich Isaev – head of trauma and orthopedics department of Interdistrict Clinical Hospital of Gatchina (15A, Roshchinskaya Str., Gatchina, Leningrad region, 188300, Russia). ORCID: 0000-0002-2797-1929, e-mail: doctor.isaev@mail.ru;

✉ Igor' Grigor'evich Belen'kii – Dr. Med. Sci., head of trauma, orthopedics and vertebrology department, Saint-Petersburg I.I. Dzhanlidze Research Institute of Emergency medicine (3, lit. A, Budapeshtskaya Str., 192242, St. Petersburg, Russia); professor of general surgery department, head of trauma and orthopedics course, Saint-Petersburg State University (7–9, Universitetskaya emb., St. Petersburg, 199034, Russia). ORCID: 0000-0001-9951-5183, e-mail: belenkiy.trauma@mail.ru;

Gennadii Dmitrievich Sergeev – PhD Med. Sci., senior research associate of trauma, orthopedics and vertebrology department, Saint-Petersburg I.I. Dzhanlidze Research Institute of Emergency medicine (3, lit. A, Budapeshtskaya Str., 192242, St. Petersburg, Russia); teaching assistant of general surgery department, Saint-Petersburg State University (7–9, Universitetskaya emb., St. Petersburg, 199034, Russia), ORCID: 0000-0002-8898-503X, e-mail: gdsergeev@gmail.com

Aleksandr Nikolaevich Tulupov – Dr. Med. Sci. Prof., honored doctor of the Russian Federation, head of polytrauma department of Saint Petersburg I.I. Dzhanlidze Research Institute of Emergency medicine (3, lit. A, Budapeshtskaya Str., 192242, St. Petersburg, Russia), ORCID: 0000-0003-2696-4847, e-mail: altul@yandex.ru

### Abstract

**Introduction.** Chest injuries are top third by incidence among body injuries and second top among causes of death in trauma patients. Over the last two decades, a few publications by foreign and Russian investigators have studied the advantages of early surgical rib cage stabilization over conservative treatment. However, by now the efficacy of active surgical strategy has not been convincingly proven in multiple rib fractures, including the use of standard plate osteosynthesis for small segments, as well as absorbable pins.

**The study objective** is to present early results of surgical treatment of multiple rib fractures and rib valve using standard  $1/3$  tubular and reconstruction plates and absorbable pins in level 1 and 2 trauma centers without a referral thoracic surgery department.

**Methods.** The study included 26 patients who underwent surgical rib cage stabilization for multiple rib fractures and/or flail chest in 2018–2023. Those included 15 patients with polytrauma (ISS over 17 points), 5 patients with combined trauma (ISS under 17 points), and 6 patients with isolated chest trauma. One-stage fixation of 1 to 5 ribs was performed.

**Results and analysis.** The overall median of hospital stay was 16.5 (min. 6 to max 50) days, ICU stay was 3 (0 to 25) days, days of ventilation support was 0 (0 to 18) days, and need for oxygen support was 0 (0 to 16) days. The mean pleural cavity drain duration was  $(8.1 \pm 3.8)$  days. Respiratory complications were observed in 11 % of cases. In 8 % of cases tracheostomy was required.

**Discussion.** Active surgical strategy with rib osteosynthesis allows to quickly and effectively stabilize the condition of patients with severe thoracic trauma. Standard osteosynthesis plates for small segments with angular stability screws allow to achieve fixation stability of damaged ribs, contributing to the restoration of normal chest excursion, better pain syndrome control and prevention of complications. More profound studies of conventional osteosynthesis and various subtypes are

required in the future to compare between the results of different osteosynthesis methods, on the one hand, and the results of surgical and conservative treatment, on the other hand.

**Conclusion.** Absorbable pins and standard osteosynthesis plates (rather than special ones) in rib fractures enable quick stabilization of patients with severe chest injury.

**Keywords:** emergency situation, traffic accidents, trauma, rib fracture, flail chest, rib osteosynthesis, absorbable pins.

#### References

1. Belen'kii I.G., Maiorov B.A., Isaev M.V. [et al.]. Khirurgicheskoe lechenie perelomov reber [Surgical Treatment of Multiple Rib Fractures]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. 2021; (4). DOI: 10.17513/spno.31035 (In Russ.)
2. Bryusov P.G., Tulupov A.N., Samokhvalov I.M. [et al.]. Klinicheskie rekomendatsii Minzdrava RF (2021) "Zakrytaya travma grudnoi kletki" [Clinical Recommendations of Ministry of Health of Russian Federation]. URL: [https://cr.minzdrav.gov.ru/recomend/728\\_1](https://cr.minzdrav.gov.ru/recomend/728_1). (In Russ.)
3. Isaev M.V., Maiorov B.A., Smirnov S.S., Sergeev G.D. Nash opyt khirurgicheskoi stabilizatsii rebernogo karkasa pri mnozhestvennykh perelomakh reber i rebernom klapane [Our Experience of Surgical Stabilization of the Rib Cage in Multiple Rib Fractures and Costal Valve]. *Neotlozhnaya khirurgiya im. I.I. Dzhanelidze* [The Journal of Emergency Surgery Named after I.I. Dzhanelidze]. 2022; (2): 69–74. DOI 10.54866/27129632\_2022\_2\_69. (In Russ.)
4. Men'shikov A.A., Tseimakh E.A., Bondarenko A.V. Osteosintez flotiruyushchikh perelomov reber pri politravme [Osteosynthesis of Fragmentary Rib Fractures in Patients with Polytrauma]. *Politravma* [Polytrauma]. 2022; (1):21–27. (In Russ.)
5. Pronskikh A.A., Kravtsov S.A., Pronskikh A.A. Operativnoe vosstanovlenie karkasnosti grudnoi kletki u patsienta s tyazheloi zakrytoi travmoi grudi pri politravme [Surgical Restoration of Chest Structure in Patient with Closed Chest Injury with Polytrauma]. *Politravma* [Polytrauma]. 2014; (2):65–69. (In Russ.)
6. Bottlang M., Long W.B., Phelan D. [et al.]. Surgical stabilization of flail chest injuries with MatrixRIB implants: a prospective observational study. *Injury*. 2013; 44(2):232–238. DOI: 10.1016/j.injury.2012.08.011.
7. Fagevik Olsén M., Slobo M., Klarin L. [et. al.]. Physical function and pain after surgical or conservative management of multiple rib fractures - a follow-up study. *Scand. J. Trauma Resus.c Emerg. Med.* 2016; 24(1):128. DOI:10.1186/s13049-016-0322-4.
8. He Z., Zhang D., Xiao H. [et al.]. The ideal methods for the management of rib fractures. *J. Thorac. Dis.* 2019; 11(8):S1078–S1089. DOI: 10.21037/jtd.2019.04.109.gr
9. Kent R, Woods W, Bostrom O. Fatality risk and the presence of rib fractures. *Ann Adv Automot Med.* 2008; (52):73–82.
10. Kocher G.J., Sharafi S., Azenha L.F., Schmid R.A. Chest wall stabilization in ventilator-dependent traumatic flail chest patients: who benefits? *Eur. J. Cardiothorac Surg.* 2017; 51(4):696–701. DOI: 10.1093/ejcts/ezw365.
11. Marasco S., Quayle M., Summerhayes R. [et al.]. An assessment of outcomes with intramedullary fixation of fractured ribs. *J. Cardiothorac. Surg.* 2016; 11(1):126. DOI: 10.1186/s13019-016-0510-3.
12. Mayberry J.C., Ham L.B., Schipper P.H. [et al.]. Surveyed opinion of American trauma, orthopedic, and thoracic surgeons on rib and sternal fracture repair. *J. Trauma.* 2009; 66(3):875–879. DOI: 10.1097/TA.0b013e318190c3d3.
13. Sawyer E., Wullschlegel M., Muller N., Muller M. Surgical Rib Fixation of Multiple Rib Fractures and Flail Chest: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Surg Res.* 2022; (276):221–234. DOI: 10.1016/j.jss.2022.02.055.
14. Schuurmans J., Goslings J.C., Schepers T. Operative management versus non-operative management of rib fractures in flail chest injuries: a systematic review. *Eur. J. Trauma Emerg. Surg.* 2017; 43(2):163–168. DOI: 10.1007/s00068-016-0721-2.
15. Tanaka H., Yukioka T., Yamaguti Y. [et. al.]. Surgical stabilization of internal pneumatic stabilization? A prospective randomized study of management of severe flail chest patients. *J. Trauma.* 2002; 52(4):727–732. DOI: 10.1097/00005373-200204000-00020.

Received 31.01.2024

**For citing:** Mayorov B.A., Isaev M.V., Belen'kii I.G., Sergeev G.D., Tulupov A.N. Operativnoe lechenie pacientov s mnozhestvennyimi perelomami reber i rebernym klapanom. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh.* 2024; (1):42–49. (In Russ.)

Mayorov B.A., Isaev M.V., Belen'kii I.G., Sergeev G.D., Tulupov A.N. Surgical treatment of patients with multiple rib fractures and flail chest. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations.* 2024; (1):42–49. DOI: 10.25016/2541-7487-2024-0-1-42-49.