Обзорная статья
УДК 616.712.1-001.5-089.84
https://doi.org/10.35266/2949-3447-2025-2-3

CC BY

ХИРУРГИЧЕСКАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ КАРКАСА ГРУДНОЙ КЛЕТКИ ПРИ МНОЖЕСТВЕННЫХ ПЕРЕЛОМАХ РЕБЕР: ДИАГНОСТИКА, ТЕХНОЛОГИИ И КОНСТРУКЦИИ

***Сергей Валерьевич Глиняный*[1, 2]✉, *Евгений Иванович Петров*[1, 2], *Владимир Васильевич Дарвин*[2, 3]**

[1]*Сургутская клиническая травматологическая больница, Сургут, Россия*
[2]*Сургутский государственный университет, Сургут, Россия*
[3]*Сургутская окружная клиническая больница, Сургут, Россия*

Аннотация. Закрытая травма груди традиционно занимает лидирующие места как среди всех повреждений, так и среди причин летальности. Проведен анализ научной литературы российских и зарубежных авторов, посвященной лечению торакальной травмы с акцентом на хирургические методы стабилизации каркаса грудной клетки при множественных переломах ребер, в электронных информационных ресурсах eLIBRARY.RU и PubMed с глубиной поиска, преимущественно не превышающей 10 лет.

Хирургические методы фиксации множественных переломов ребер используются с начала 1900-х гг. и в последние десятилетия становятся все более популярными среди практикующих врачей. Возможности хирургической стабилизации каркаса грудной клетки при лечении пострадавших с множественными переломами ребер совершенствовались по мере развития индустрии остеосинтеза и появления новых технологий. Разнообразие хирургических способов лечения множественных переломов ребер подчеркивает как востребованность решения данной проблемы, так и неудовлетворенность хирургов результатами лечения предложенных методик. Актуальные вопросы хирургической стабилизации реберного каркаса требуют дальнейшего изучения с целью повышения качества оказания специализированной помощи пациентам с торакальной травмой.

Ключевые слова: травма груди, переломы ребер, остеосинтез, стабилизация
Шифр специальности: 3.1.9. Хирургия.

Для цитирования: Глиняный С. В., Петров Е. И., Дарвин В. В. Хирургическая стабилизация каркаса грудной клетки при множественных переломах ребер: диагностика, технологии и конструкции // Вестник СурГУ. Медицина. 2025. Т. 18, № 2. С. 23–32. https://doi.org/10.35266/2949-3447-2025-2-3.

Review article

SURGICAL CHEST WALL STABILIZATION WITH MULTIPLE RIB FRACTURES: DIAGNOSTICS, TECHNOLOGIES AND CONSTRUCTIONS

***Sergey V. Glinany*[1, 2]✉, *Evgeny I. Petrov*[1, 2], *Vladimir V. Darvin*[2, 3]**

[1]*Surgut Clinical Traumatological Centre, Surgut, Russia*
[2]*Surgut State University, Surgut, Russia*
[3]*Surgut Regional Clinical Hospital, Surgut, Russia*

Abstract. Closed chest injury traditionally takes a leading position both among all injuries and among the causes of mortality. The article analyses the scientific literature of Russian and foreign authors regarding the treatment of thoracic injury, emphasizing surgical methods for stabilizing the chest wall with multiple rib fractures. We used the electronic information resources eLIBRARY.RU and PubMed, primarily searching the last 10 years.

Since the early 1900s, practitioners have used surgical methods to fix multiple rib fractures, and these methods have grown increasingly popular in recent decades. The possibilities of surgical chest wall stabilization in the treatment of patients with multiple rib fractures have improved with the development of the osteosynthesis industry and the emergence of new technologies. The variety of surgical methods for multiple rib fractures treatment emphasizes both the demand for solving this problem and surgeons' dissatisfaction with the treatment results of the proposed methods. Further research into the topical issues surrounding surgical rib cage stabilization is needed to elevate the quality of specialized care for patients with thoracic injuries.

Keywords: chest injury, rib fracture, osteosynthesis, stabilization
Code: 3.1.9. Surgery.

For citation: Glinany S. V., Petrov E. I., Darvin V. V. Surgical chest wall stabilization with multiple rib fractures: Diagnostics, technologies and constructions. *Vestnik SurGU. Meditsina.* 2025;18(2):23–32. https://doi.org/10.35266/2949-3447-2025-2-3.

ВВЕДЕНИЕ

Среди пострадавших, проходящих лечение в условиях стационаров различных уровней, травма грудной клетки диагностируется у 10–20 % и занимает третье место после повреждений опорно-двигательного аппарата и черепно-мозговых травм. Она представляет серьезную угрозу для жизни пострадавших с летальностью, достигающей 17–30 % [1–3]. Наиболее распространенным видом повреждений при закрытой травме грудной клетки являются переломы ребер, которые наблюдаются у 40–92 % пациентов с торакальной травмой [4–7], при этом множественные переломы ребер и грудины с нарушением стабильности каркасности грудной клетки диагностируются у 4,0–13,5 % [2, 8].

Основой патогенеза жизнеугрожающих состояний при закрытой травме грудной клетки является нарушение функции внешнего дыхания, которое развивается в следствии нарушения каркасности грудной клетки при множественных или флотирующих переломах ребер [9–11].

Повреждение каркаса грудной клетки влечет за собой снижение вентиляции легких, избыточного скопления патологического легочного секрета, повреждение ткани легочной паренхимы осколками перелома, что в свою очередь нарушает газообмен и нормальную механику дыхания, особенно при наличии подвижного сегмента поврежденной грудной клетки [12–14].

Тяжесть травмы грудной клетки определяется как нарушением целостности реберного каркаса, так и наличием повреждений внутренних органов [15–18], частота встречаемости которых составляет от 25 до 56 %, тогда как множественные переломы ребер увеличивают этот показатель до 90 % [19–21].

Лечение множественных переломов ребер в подавляющем большинстве случаев подлежит консервативному лечению, которое заключается в адекватном обезболивании, кислородной поддержке или проведении ИВЛ, бронходилатационную терапию, санацию трахеобронхиального дерева и, при наличии внутриплевральных осложнений, проведение дренирования плевральной полости [22–24].

Накопленный опыт применения метода хирургической фиксации переломов ребер при нарушении каркаса грудной клетки показал его преимущества, которые заключаются в облегчении ухода за пострадавшим, восстановлением функции легких, сокращении времени пребывания на ИВЛ, уменьшении болей и снижении летальности [3, 4, 25–27].

Травма грудной клетки часто требует продолжительного лечения как в стационаре, так и на амбулаторном этапе. Тем не менее более чем у половины пострадавших сохраняются различные деформации грудной клетки, а в 38 % случаях тяжелая торакальная травма приводит к инвалидности [3, 11, 28].

Выбор оптимального метода остеосинтеза, сроки выполнения операции, показания и противопоказания, мультидисциплинарный подход специалистов различного профиля и анализ полученных результатов лечения – вот основные аспекты современного менеджмента хирургической стабилизации каркаса грудной клетки при множественной торакальной травме.

Цель – поиск литературных и анализ полученных данных, посвященных лечению торакальной травмы, с акцентом на хирургические методы стабилизации каркаса грудной клетки при множественных переломах ребер.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведен анализ научной литературы российских и зарубежных авторов, посвященной лечению торакальной травмы, с акцентом на хирургические методы стабилизации каркаса грудной клетки при множественных переломах ребер в электронных информационных ресурсах eLIBRARY.RU и PubMed с глубиной поиска, преимущественно не превышающей 10 лет.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Инструментальная диагностика повреждений грудной клетки и предоперационное планирование. Важнейшим и наиболее доступным скрининговым методом диагностики торакальной травмы является стандартная рентгенография грудной клетки, которая обычно недооценивает количество имеющихся переломов ребер, но дает точную информацию о наличии пневмоторакса или гемоторакса [29–31].

Некоторые исследования показывают, что при диагностике переломов ребер ультразвуковое исследование может быть более информативным, чем рентгенография грудной клетки, однако это все еще требует подтверждения клиническими рандомизированными контролируемыми исследованиями [32, 33].

Компьютерная томография наиболее информативна для топографической и количественной характеристик переломов ребер. Для точной диагностики внутриплевральных повреждений могут быть применены опции ангиографии и контрастирование. Выполнение компьютерной томографии с 3D-реконструкцией, а также использование различных режимов позволяет эффективно проводить диагностику торакальной травмы [34, 35].

В ходе предоперационного планирования используются различные приспособления, целью которых является определение точной интраоперационной локализации перелома. Так, одни исследователи практикуют нанесение специальной пленки в сочетании с методом объемной компьютерной томографии для определения хирургического разреза, что

позволяет уменьшить доступ, сократить время операции, уменьшить послеоперационную боль у пациентов и снизить вероятность возникновения сопутствующих осложнений [35].

Группой авторов разработана и рекомендована к практическому применению сетка для маркировки операционного поля, использование которой, по результатам авторов разработки, улучшает топическую диагностику переломов ребер и способствует оптимизации хирургического доступа [6].

Показания к оперативному лечению. В последнее время выделяются три основные подхода к лечению пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер. Эти подходы зависят от специальности врача, оказывающего помощь данным пациентам. Хирургическая направленность сосредоточена на лечении повреждений внутренних органов, травматологическая акцентирована на устранении нестабильности и деформаций грудной клетки, реаниматологическая – на лечении острой дыхательной недостаточности. Одной из базовых стратегий лечения пациентов множественной травмой грудной клетки является формирование мультидисциплинарного подхода. При этом законодательно не регламентирован единый алгоритм диагностики и лечения, что затрудняет подход при оказании врачами различных специальностей комплексной помощи торакальным пациентам [36–38].

Существует определенная осторожность в применении хирургических методов стабилизации переломов ребер грудной клетки, что вполне объясняется отсутствием однозначных показаний, различиях в подходах лечения на уровне различных клиник, а также высокими расходами и ресурсоемкостью использования различных методик [3, 4, 36].

В то же время современная парадигма оказания помощи пострадавшим с множественными и флотирующими переломами ребер и грудины подразумевает активную хирургическую тактику по стабилизации повреждений каркаса грудной клетки с привлечением передовых технологий остеосинтеза [6, 39].

На протяжении длительного периода времени флотирующая грудная клетка считалась основным и зачастую единственным показанием для фиксации переломов ребер. Множество исследований убедительно подтверждают эффективность хирургической стабилизации реберного клапана [40, 41].

В большинстве исследований наличие флотирующих переломов ребер доминирует в качестве показаний для хирургической стабилизации, при этом отмечается целесообразность оперативного лечения пациентов с множественными переломами ребер без формирования реберного клапана. Анализ результатов лечения таких пострадавших пациентов показывает существенное улучшение качества жизни, снижение у них болевого синдрома и большую частоту восстановления трудоспособности в сравнении с пациентами, получавшими консервативное лечение [3, 4, 42–45].

А. С. Бенян и соавт. по результатам анализа хирургического лечения 68 пострадавших с множественными переломами ребер также рекомендуют расширение показаний к оперативному лечению переломов ребер. Среди прочих показаний к остеосинтезу, авторы выделяют множественные переломы ребер с визуально выраженной деформацией грудной клетки, смещение костных отломков ребер, сопровождающееся повреждением париетальной плевры и некупируемым пневмо- или гемотораксом, необходимость фиксации переломов ребер как заключительный этап торакотомии в тех случаях, когда она выполняется для устранения внутриплевральных повреждений [46, 47].

Ложные суставы ребер, сопровождающиеся хроническим болевым синдромом, являются относительно редким показанием для остеосинтеза, но, как отмечают исследователи, фиксация ложного реберного сустава позволяет снизить потребление обезболивающих препаратов и ускорить активизацию пациента после оперативного вмешательства [47, 48].

Количество переломов ребер, подлежащих остеосинтезу, на сегодня является предметом дискуссии. Согласно различным источникам, при множественных переломах ребер необходимо восстанавливать в первую очередь наиболее смещенные ребра, так как они зачастую вызывают выраженный болевой синдром. Многие исследователи указывают, что в большинстве случаев не требуется фиксация всех поврежденных ребер [49].

Что касается топографических показаний, то многие авторы утверждают, что наибольшую устойчивость грудной клетки обеспечивают ребра с четвертого по девятое, именно поэтому они чаще всего повреждаются и должны в первую очередь рассматриваться для остеосинтеза [50, 51].

Оптимальные сроки хирургического лечения. Сроки для проведения оперативной фиксации ребер, по данным различных авторов, варьируют в широких пределах от 1 до 12 суток. Наиболее оптимальными для проведения оперативного вмешательства являются вторые – четвертые сутки после травмы, так как в эти сроки, как правило, не возникает трудностей при проведении репозиции фрагментов сломанных ребер [3, 6, 30].

FM. Pieraccі и соавт. [46] проанализировали 551 случай в многоцентровом исследовании и сравнили результаты хирургической стабилизации реберного каркаса в разные временные промежутки (< 1 дня, 1–2 дня и 3–10 суток после травмы); они обнаружили, что остеосинтез переломов ребер в течение 24 часов после травмы занимал наименьшее операционное время.

В случаях сочетанной травмы, когда повреждение груди сочетается с тяжелой черепно-мозговой травмой, повреждением органов брюшной полости и опорно-двигательного аппарата целесообразно соблюдать принцип хирургии контроля повреждений [52].

Технологии и конструкции для хирургической стабилизации переломов ребер. До появления современных медицинских технологий прогноз при травмах грудной клетки был довольно неблагоприятным. В первой половине XX века лечение таких травм в основном состояло из неоперативных методов, включая использование внешних фиксирующих повязок, позиционирование пациента и вытяжение с помощью пулевых зажимов, прикрепленных к ребрам и грудине [46]. Эти подходы снижали подвижность в области перелома, но требовали от пациента длительного постельного режима, ограничивали

нормальную дыхательную экскурсию грудной клетки, что приводило к возникновению серьезных осложнений.

Первое сообщение об успешном случае хирургического лечения пациента при флотирующих переломах ребер было представлено T. Jones и соавт. в 1926 г. [46]. Авторы описали вытяжение за поврежденные ребра с использованием пулевых щипцов на примере лечения ребенка с множественными переломами ребер. Примечательно, что публикация вышла за 25 лет до того, как была представлена механическая вентиляция легких в качестве метода лечения тяжелой торакальной травмы.

Jaslow в 1946 г. описывает довольно необычную и в то же время инновационную технику стабилизации реберного каркаса, используя в качестве фиксатора металлический крючок от вешалки. Имеющий резьбу с одной стороны, своеобразный фиксатор вводился в кость на пять оборотов и в последующим крюк соединяли с грузом, создавая подвесную систему вытяжения, сроком на восемь дней [46].

Первая публикация, описавшая искусственную вентиляцию легких (ИВЛ) с позитивным давлением на выдохе как метод лечения повреждений грудной клетки, была сделана Carter и соавт. в 1951 г. Применение ИВЛ в качестве постоянной внутренней стабилизации каркаса грудной клетки впервые описана Avery и соавт. в 1955 г. [46], однако следует отметить, что данный метод не обеспечивает постоянной и надежной фиксации. Также известно, что при дыхательных экскурсиях происходит увеличение частоты вторичных повреждений ткани легких фрагментами ребер [53].

Отдельные публикации указывают на то, что лечение пострадавших с множественными переломами ребер прежде всего должно быть направлено не на восстановление каркасности грудной клетки, но на восстановление функции дыхания, справедливо полагая, что одна из ведущих задач в лечении пострадавших состоит в обеспечении достаточной оксигенации организма, т. к. выраженная гипоксемия приводит к серьезным и часто необратимым функциональным нарушениям жизненно важных органов и обладает потенциально летальным действием [54].

В работах других авторов отмечена необходимость сочетания ИВЛ с хирургической стабилизацией множественных переломов ребер [1].

Вполне ожидаемо, что консервативные подходы к лечению переломов ребер не устраивали хирургов высокой частотой осложнений и недостаточно хорошими результатами. Реализация идеи хирургической стабилизации реберного каркаса при множественных переломах ребер впервые была представлена в начале 1960-х гг. История применения различных методик лечения переломов ребер имитирует движение маятника. После значительного внимания в 1950-х и 1960-х гг. происходит снижение интереса к проблеме хирургической стабилизации переломов ребер вплоть до внедрения пластинчатых систем в 1980-х гг. После этого вновь утраченный интерес удалось возродить появлением новых современных специализированных имплантов.

Известные способы хирургической стабилизации грудной клетки можно фундаментально разделить на методы внешней и внутренней фиксации. Если принципы внешней фиксации направлены на обеспечение стабильности поврежденного каркаса грудной клетки, тогда как применение внутренней фиксации переломов ребер оказывает восстановление целости поврежденной кости [13, 16, 51].

Для достижения стабильности реберного каркаса при множественной травме грудной клетки широко используется способ внеочагового остеосинтеза с использованием различных комбинаций спиц, стержней и фиксаторов. Существует множество модификаций данного метода, которые предполагают использование в качестве точки опоры неповрежденные участки ребер, ключицы, грудину и подвздошные кости. Устанавливаемые конструкции удаляются в среднем через 3–4 недели, после верификации консолидации переломов ребер. Методы внеочагового остеосинтеза ребер выгодно отличаются малотравматичностью, модульностью, возможностью частичного и не требующего анестезии удаления. Однако следует отметить относительную нестабильность фиксации, достаточную трудоемкость, определенную сложность активизации больных с наличием зачастую громоздких внешних конструкций, а также высокую частоту инфекционных осложнений, которые могут потребовать досрочного демонтажа внешних фиксаторов [43].

Оперативное вмешательство с использованием внутренних фиксаторов впервые было описано D. Elkin и F. Cooper в 1943 г., когда для стабилизации переломов ребер во время торакотомии применялись металлическая проволока или швы [46].

Широко известна технология, предусматривающая фиксацию переломов ребер танталовыми скрепками при помощи специальных аппаратов СГР-20 или СРКЧ-22. Авторы отмечают достаточную репозицию и фиксацию переломов ребер, что способствует восстановлению реберного каркаса [1].

За последние десятилетия многократно описывалась методика фиксации переломов ребер с различными вариациями проведения и количества имплантируемых спиц Киршнера, которые длительное время представляются наиболее доступным имплантами, преимущественно с хорошими результатами лечения пострадавших.

Впервые использовать для фиксации переломов ребер спицы Киршнера предлагает в 1967 г. французский хирург Dor [46].

К. Г. Жестков и соавт. использовали спицы, которые имплантировались подкожно с целью стабилизации флотирующих переломов ребер. Фиксацию сломанных ребер к спице при помощи наложения швов выполняли, используя торакоскопическую визуализацию [29].

Многие авторы, сравнивающие результаты консервативного лечения пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер с результатами у пациентов, перенесших фиксацию повреждений спицами Киршнера, отмечали положительные аспекты в виде уменьшения продолжительности ИВЛ и времени пребывания в ОРИТ, снижения количества гнойно-септических осложнений и летальности [10, 14, 21].

Стоит отметить, что основными недостатками спицевого остеосинтеза переломов ребер являются ротационная нестабильность и миграция фиксато-

ров, которые могут сопровождаться потерей репозиции перелома и повреждением окружающих мягких тканей [46].

В качестве имплантов для интрамедуллярного остеосинтеза R. R. Crutcher и соавт. (1956) предлагал использовать костные штифты, а K. P. Klassen (1949) – острые стержни, с целью повышения ротационной стабильности остеосинтеза были разработаны пластины «Rehbein» с прямоугольным поперечным сечением, при этом пластину фиксировали к ребру швами для профилактики миграции металлоконструкции [46].

Первое сообщение о результатах использования пластин для хирургической фиксации переломов ребер при травмах грудной клетки, принадлежавшее W. Sillar (1961), рассматривалось как многообещающее направление в хирургии повреждений грудной клетки, в котором использовались базовые принципы остеосинтеза в травматологии [46]

Разработанная и представленная в 1973 г. хирургом R. Judet пластина, названная в часть автора, фиксировалась с захватом фрагментов перелома при помощи крючков, которые сжимались щипцами. H. Tanaka и соавт. (2002) в своем исследовании результатов лечения 18 пациентов, которым выполнялась фиксация переломов ребер пластинами «Judet», отметили высокую эффективность использования данного импланта [3, 4, 41, 53].

F. Paris и соавт. в 1975 г. представили различные методы фиксации накостной фиксации, а также впервые предложили использовать методику малоинвазивного остеосинтеза с применением длинных пластин, которая заключается в размещении фиксатора над переломами ребер через два небольших доступа [46].

Предложенная в 1981 г. немецким хирургом R. Labitzke титановая пластина, имеющая ассиметрично расположенные скобы для фиксации конструкции к ребрам, не смогла обеспечить достаточной стабильности, но ее конструктивная особенность позволила снизить риск повреждения плевры и легкого [46].

Бурное развитие индустрии остеосинтеза отразилось в разработке современных пластин. В 2008 г. J. R. Sales и соавт. представили специально спроектированные фиксаторы для минимально инвазивной фиксации одиночных переломов ребер, в результате их работы была разработана и сконструирована U-образная пластина под названием «RibLoc» [46, 55, 56].

В 2008 г. группой авторов из Франции представлена линейка имплантов, объединенных в систему стабилизации грудной клетки «Stratos» («Strasbourg thoracic osteosynthesis system»), которая была предназначена исключительно для хирургической фиксации переломов ребер и деформаций грудной стенки [46, 55].

Современная система для остеосинтеза реберного каркаса «Matrix Rib Fixation System» представлена набором анатомических реберных титановых пластин и шин, которые полностью повторяют биомеханические характеристики ребер. Многие авторы указывают на удобство использования данных имплантов, сокращение времени операции и получение положительных результатов лечения пациентов [55].

Изучение ближайших и отдаленных результатов использования современных фиксаторов демонстрирует значительные позитивные аспекты лечения пострадавших, но в тоже время дороговизна фиксаторов и трудности логистики заставляют задуматься над разработкой более доступных имплантов [6, 51, 57].

В последние годы для преодоления недостатков открытого остеосинтеза с помощью торакотомии стали применять эндоскопическую и минимально инвазивную хирургическую технику [30, 56, 57].

А. А. Пронских и соавт. (2014) предложили использовать пластины с угловой стабильностью для фиксации переломов ребер. Оперативное восстановление каркасности грудной клетки путем открытой репозиции и последующей фиксации проводили под контролем торакоскопии [1].

В современных реалиях применение технологии 3D-печати для подготовки модели ребра перед операцией может оказаться полезным для снижения частоты неудовлетворительных результатов лечения. Однако все еще существуют некоторые ограничения применения технологии 3D-печати при хирургической фиксации переломов ребер, такие как длительный процесс изготовления модели и высокая стоимость материала [30, 57].

Одним из современных направлений является использование биодеградируемых имплантов, которые используются для предотвращения длительного нахождения в месте перелома и имеют дополнительное преимущество в виде резорбции импланта, что исключает необходимость операции по удалению фиксатора у пациента. В литературе имеются сообщения о хороших результатах их использования при переломах различных локализаций, включая ребра, однако имеются публикации о высоких показателях отторжения имплантатов [30, 57]. Показания к использованию биодеградируемых имплантов в настоящее время ограничены и результаты применения требуют дальнейшего изучения.

Таким образом, в настоящее время известно достаточное количество способов хирургической стабилизации переломов ребер при нарушении каркаса грудной клетки переломов ребер, при этом не все из них отвечают актуальным требованиям оказания специализированной торакальной помощи, зачастую предполагая использование дорогостоящих материалов и сопутствующего специализированного операционного оборудования. В связи с этим является обоснованным поиск и разработка методов фиксации, обладающих такими характеристиками, как малоинвазивность, воспроизводимость, относительно небольшая ресурсоемкость и экономичность.

Преимущества хирургической стабилизации перед консервативным лечением. За последнее десятилетие появилось все больше исследований, демонстрирующих превосходные результаты стабилизации каркаса грудной клетки при множественных переломах ребер по сравнению с консервативным лечением [3, 36, 46].

Множество публикаций продемонстрировало многообещающие эффекты хирургической фиксации с развитием меньшим количеством внутриплевральных осложнений, сниженной потребностью в искусственной вентиляции легких, более низкой смертностью, меньшей продолжительностью пребывания в больнице и отделении интенсивной терапии, сниженной

потребностью в анальгезии и более быстрым возвращением к нормальной активности [3, 4, 35, 51].

Оценив показатели отдаленного периода торакальной травмы, авторы отметили повышение качества жизни пациентов после хирургической фиксации ребер, сравнивая пострадавших, получивших консервативное лечение [12, 24].

Появление множества современных имплантов для фиксации переломов ребер, сопутствующих девайсов для диагностики и предоперационного планирования, внедрение малоинвазивной и видеоторакоассоциированной методик, а также обилие исследований, сравнивающих хирургическую стабилизацию с традиционным консервативным лечением, демонстрируют высокий интерес хирургов к проблеме оперативного восстановления каркаса грудной клетки [3, 4, 35, 57].

Современное состояние проблемы хирургической фиксации ребер. За последние несколько десятилетий стандартный подход к лечению переломов ребер менялся, и до недавнего времени консервативное лечение переломов ребер было нормой. Достижениями в области реанимации и интенсивной терапии отмечено расширение возможностей консервативного лечения. Модернизация аппаратуры открыла возможность использования пневматической внутренней стабилизации реберного каркаса путем проведения ИВЛ в сочетании с различными режимами ПДКВ [3, 4, 6, 46].

Тем не менее, согласно данным международного сообщества, интерес специалистов к хирургической стабилизации грудной стенки изменился, и в последние годы оперативная фиксация переломов ребер продемонстрировала свою эффективность в лечении острых деформаций грудной стенки, вызванных тупой травмой [3, 4, 26, 28, 30].

Несмотря на то, что нет единого консенсуса в выборе специальности врача, который будет проводить операцию по стабилизации реберного каркаса, есть понимание, что диагностика и лечение множественных переломов ребер – сложная междисциплинарная задача. Объединяя достижения современной хирургии, травматологии и реаниматологии – формируется комплексный подход к выбору оптимальных протоколов лечения [6, 36, 45, 56, 57].

Предложено достаточное количество различных имплантов, отличных как по дизайну и способам фиксации, так и по материалам изготовления. Однако некоторые из них, учитывая их высокую стоимость, не всегда могут позволить себе клиники, занимающиеся лечением пациентов с травмой грудной клетки. Зачастую большинство предложенных методик хирургического лечения торакальной травмы имеют достаточно ограниченное практическое применение, фактически используются «автономно» в отдельных стационарах и не имеют массового применения. Определение оптимальных показаний, объема и сроков для выполнения остеосинтеза переломов ребер, выбор оптимального импланта и специальности оперирующего хирурга, выстраивание и обоснование лечебной траектории в формировании стандартов и клинических рекомендаций являются на сегодня основными спорными вопросами современной торакальной хирургии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При торакальных травмах, сопровождающихся нарушениями каркаса грудной клетки, наблюдается не только анатомическое повреждение, но и быстрое развитие функциональных расстройств внешнего дыхания, что является одной из причин осложнений и высокой смертности среди пострадавших.

Хирургическая стабилизация переломов ребер с использованием различных имплантов представляется эффективным методом лечения пациентов с множественной травмой грудной клетки, неоспоримыми преимуществами отодвигая на второй план ставшее традиционным консервативное лечение.

Восстановление каркаса грудной клетки с целью обеспечения естественного безболезненного дыхания у пострадавших представляется актуальной проблемой медицины, которая стоит на стыке трех дисциплин: хирургия, травматология и анестезиология.

Разнообразие хирургических методов лечения множественных переломов ребер подчеркивает, как востребованность решения данной проблемы, так и неудовлетворенность хирургов и пациентов результатами лечения предложенных способов.

Кроме того, большинство предложенных технологий имеют ограниченное практическое применение, фактически используются в отдельных стационарах и не имеют широкого распространения по ряду причин.

Представляется, что оптимальный метод остеосинтеза при переломах ребер в настоящее время должен быть легко и рутинно воспроизводимым, малотравматичным, а импланты и сопутствующее оснащение – недорогим и доступным.

Зачастую высокие требования к эффективности применяемых протоколов лечения и улучшения качества жизни пострадавших диктуют необходимость поиска новых и модернизации существующих методов оказания помощи пациентам с травмой грудной клетки.

Исходя из всего вышесказанного, можно сказать, что проблема выбора наиболее подходящего хирургического метода восстановления каркасности грудной клетки при множественных переломах ребер до настоящего времени остается востребованной и актуальной.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Пронских А. А. Хирургическое лечение повреждений грудной клетки у пациентов с политравмой : автореф. дис. … канд. мед. наук. Новосибирск, 2015. 22 с.
2. Вагнер Е. А. Хирургия повреждений груди : моногр. М. : Медицина, 1981. 288 с.
3. Schuurmans J., Goslings J. C., Schepers T. Operative management versus non-operative management of rib fractures in flail chest injuries: A systematic review // European Journal of Trauma Emergency Surgery. 2017. Vol. 43. P. 163–168. https://doi.org/10.1007/s00068-016-0721-2.
4. Uchida K., Nishimura T., Takesada H. et al. Evaluation of efficacy and indications of surgical fixation for multiple rib fractures: A propensity-score matched analysis // European Journal of Trauma Emergency Surgery. 2017. Vol. 43. P. 541–547. https://doi.org/10.1007/s00068-016-0687-0.
5. Икрамов А. И., Турсунова Г. Б., Гулямов Б. Т. Современные клинико-диагностические аспекты закрытых травм органов грудной клетки // Вестник экстренной медицины. 2011. № 4. С. 74–76.
6. Liang Y.-S., Yu K.-C., Wong C.-S. et al. Does surgery reduce the risk of complications among patients with multiple rib fractures? A meta-analysis // Clinical Orthopaedics and Related Research. 2019. Vol. 477, no. 1. P. 193–205. https://doi.org/10.1097/corr.0000000000000495.
7. Fitzpatrick D. C., Denard P. J., Phelan D. et al. Operative stabilization of flail chest injuries: review of literature and fixation options // European Journal of Trauma Emergency Surgery. 2010. Vol. 36. P. 427–433. https://doi.org/10.1007/s00068-010-0027-8.
8. Spronk I., Van Wijck S. F. M., Van Lieshout E. M. M. et al. Rib fixation for multiple rib fractures: Healthcare professionals perceived barriers and facilitators to clinical implementation // World Journal of Surgery. 2023. Vol. 47, no. 7. P. 1692–1703. https://doi.org/10.1007/s00268-023-06973-y.
9. Кислов М. А., Григорьева Е. Н., Крупин К. Н. Выбор квалифицирующего признака в случае перелома ребра, участвующего в дыхании // Судебная медицина. 2017. Т. 3, № 2. С. 41–42.
10. Цеймах Е. А., Бондаренко А. В., Меньшиков А. А. и др. Случай успешного применения остеосинтеза при фрагментарных переломах ребер у больного с тяжелой травмой груди // Туберкулез и болезни легких. 2016. Т. 94, № 10. С. 67–72.
11. Flagel B. T., Luchette F. A., Reed R. L. et al. Half-a-dozen ribs: The breakpoint for mortality // Surgery. 2015. Vol. 138, no. 4. P. 717–723. https://doi.org/10.1016/j.surg.2005.07.022.
12. May L., Hillermann C., Patil S. Rib fracture management // BJA Education. 2016. Vol. 16, no. 1. P. 26–32. https://doi.org/10.1093/bjaceaccp/mkv011.
13. Majak P., Næss P. A. Rib fractures in trauma patients: Does operative fixation improve outcome? // Current Opinion in Critical Care. 2016. Vol. 22, no. 6. P. 572–577. https://doi.org/10.1097/mcc.0000000000000364.
14. Dehghan N., Mah J. M., Schemitsch E. H. et al. Operative stabilization of flail chest injuries reduces mortality to that of stable chest wall injuries // Journal of Orthopaedic Trauma. 2018. Vol. 32, no. 1. P. 15–21. https://doi.org/10.1097/bot.0000000000000992.
15. Liman S. T., Kuzucu A., Tastepe A. I. et al. Chest injury due to blunt trauma // European Journal of Cardio-Thoracic Surgery. 2003. Vol. 23. P. 374–378. https://doi.org/10.1016/s1010-7940(02)00813-8.
16. Lin F. C.-F, Li R.-Y., Tung Y.-W. et al. Morbidity, mortality, associated injuries, and management of traumatic rib fractures // Journal of the Chinese Medical Association. 2016. Vol. 79, no. 6. P. 329–334. https://doi.org/10.1016/j.jcma.2016.01.006.
17. Xu J.-Q., Qui P.-L., Yu R.-G. et al. Better short-term efficacy of treating severe flail chest with internal fixation surgery compared

REFERENCES

1. Pronskikh A. A. Khirurgicheskoe lechenie povrezhdeniy grudnoy kletki u patsientov s politravmoi. Extended abstract of Cand. Sci. (Medicine) Thesis. Novosibirsk; 2015. 22 p. (In Russ.).
2. Vagner E. A. Khirurgiya povrezhdeniy grudi. Monograph. Moscow: Meditsina; 1981. 288 p. (In Russ.).
3. Schuurmans J., Goslings J. C., Schepers T. Operative management versus non-operative management of rib fractures in flail chest injuries: A systematic review. *European Journal of Trauma Emergency Surgery*. 2017;43:163–168. https://doi.org/10.1007/s00068-016-0721-2.
4. Uchida K., Nishimura T., Takesada H. et al. Evaluation of efficacy and indications of surgical fixation for multiple rib fractures: A propensity-score matched analysis. *European Journal of Trauma Emergency Surgery*. 2017;43:541–547. https://doi.org/10.1007/s00068-016-0687-0.
5. Ikramov A. I., Tursunova G. B., Gulyamov B. T. Modern clinical-diagnostic aspects of closed chest injuries. *The Bulletin of Emergency Medicine*. 2011;(4):74–76. (In Russ.).
6. Liang Y.-S., Yu K.-C., Wong C.-S. et al. Does surgery reduce the risk of complications among patients with multiple rib fractures? A meta-analysis. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2019;477(1):193–205. https://doi.org/10.1097/corr.0000000000000495.
7. Fitzpatrick D. C., Denard P. J., Phelan D. et al. Operative stabilization of flail chest injuries: Review of literature and fixation options. *European Journal of Trauma Emergency Surgery*. 2010;36:427–433. https://doi.org/10.1007/s00068-010-0027-8.
8. Spronk I., Van Wijck S. F. M., Van Lieshout E. M. M. et al. Rib fixation for multiple rib fractures: Healthcare professionals perceived barriers and facilitators to clinical implementation. *World Journal of Surgery*. 2023;47(7):1692–1703. https://doi.org/10.1007/s00268-023-06973-y.
9. Kislov M. A., Grigoreva E. N., Krupin K. N. The choice of the aggravating circumstance in the case of fracture of the rib involved in respiration. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2017;3(2):41–42. (In Russ.).
10. Tseymakh E. A., Bondarenko A. V., Menshikov A. A. et al. The clinical case of successful osteosynthesis of comminuted fractured ribs in the patient with severe chest injury. *Tuberculosis and Lung Diseases*. 2016;94(10):67–72. (In Russ.).
11. Flagel B. T., Luchette F. A., Reed R. L. et al. Half-a-dozen ribs: The breakpoint for mortality. *Surgery*. 2015;138(4):717–723. https://doi.org/10.1016/j.surg.2005.07.022.
12. May L., Hillermann C., Patil S. Rib fracture management. *BJA Education*. 2016;16(1):26–32. https://doi.org/10.1093/bjaceaccp/mkv011.
13. Majak P., Næss P. A. Rib fractures in trauma patients: Does operative fixation improve outcome? *Current Opinion in Critical Care*. 2016;22(6):572–577. https://doi.org/10.1097/mcc.0000000000000364.
14. Dehghan N., Mah J. M., Schemitsch E. H. et al. Operative stabilization of flail chest injuries reduces mortality to that of stable chest wall injuries. *Journal of Orthopaedic Trauma*. 2018;32(1):15–21. https://doi.org/10.1097/bot.0000000000000992.
15. Liman S. T., Kuzucu A., Tastepe A. I. et al. Chest injury due to blunt trauma. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2003;23:374–378. https://doi.org/10.1016/s1010-7940(02)00813-8.
16. Lin F. C.-F, Li R.-Y., Tung Y.-W. et al. Morbidity, mortality, associated injuries, and management of traumatic rib fractures. *Journal of the Chinese Medical Association*. 2016;79(6):329–334. https://doi.org/10.1016/j.jcma.2016.01.006.
17. Xu J.-Q., Qui P.-L., Yu R.-G. et al. Better short-term efficacy of treating severe flail chest with internal fixation surgery compared

with conservative treatments // European Journal of Medical Research. 2015. Vol. 20, no. 1. P. 55.

18. Цеймах Е. А. Бомбизо В. А., Гонтарев И. Н. Миниинвазивные технологии в комплексном лечении больных политравмой с доминирующими повреждениями груди : моногр. Барнаул : Алтайский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2013. 216 с.
19. Плаксин С. А., Котельникова Л. П. Двусторонние посттравматические диафрагмальные грыжи // Вестник хирургии им. И. И. Грекова. 2015. Т. 174, № 1. С. 47–51. https://doi.org/10.24884/0042-4625-2015-174-1-47-51.
20. Порханов В. А., Завражнов А. А., Афаунов А. А. и др. Анализ факторов, оказывающих влияние на уровень летальности среди пациентов в остром периоде политравмы, госпитализированных в региональный многопрофильный стационар // Медицинский вестник Юга России. 2016. № 4. С. 39–44.
21. Dehghan N., Mestral C., McKee M. D. et al. Flail chest injuries: A review of outcomes and treatment practices from the National Trauma Data Bank // Journal of Trauma and Acute Care Surgery. 2014. Vol. 76, no. 2. P. 462–468. https://doi.org/10.1097/ta.0000000000000086.
22. Wijffels M. M. E., Prins J. T. H., Polinder S. et al. Early fixation versus conservative therapy of multiple, simple rib fractures (FixCon): Protocol for a multicenter randomized controlled trial // World Journal of Emergency Surgery. 2019. Vol. 14. 11 p. https://doi.org/10.1186/s13017-019-0258-x.
23. He W., Yang Y., Salonga R. et al. Surgical stabilization of multiple rib fractures in an Asian population: a systematic review and meta-analysis // Journal of Thoracic Disease. 2023. Vol. 15, no. 9. P. 4961–4975.
24. 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 // The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care. 2009. Vol. 66, no. 3. P. 875–879. https://doi.org/10.1097/ta.0b013e318190c3d3.
25. Granetzny A., El-Aal M. A., Emam E. et al. Surgical versus conservative treatment of flail chest. Evaluation of the pulmonary status // Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery. 2005. Vol. 4, no. 6. P. 583–587. https://doi.org/10.1510/icvts.2005.111807.
26. Richardson J. D., Franklin G. A., Heffley S. et al. Operative fixation of chest wall fractures: an underused procedure? // The American Surgeon. 2007. Vol. 73, no. 6. P. 591–596. https://doi.org/10.1177/000313480707300611.
27. Athanassiadi K., Theakos N., Kalantzi N. et al. Prognostic factors in flail-chest patients // European Journal of Cardio-Thoracic Surgery. 2010. Vol. 38, no. 4. P. 466–471. https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2010.02.034.
28. Gordy S., Fabricant L., Ham B. et al. The contribution of rib fractures to chronic pain and disability // The American Journal of Surgery. 2014. Vol. 207, no. 5. P. 659–663. https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2013.12.012.
29. Воскресенский О. В., Береснева Э. А., Шарифулин Ф. А. и др. Предоперационное рентгенологическое исследование в выборе тактики лечения при ранении груди // Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова. 2011. № 9. С. 15–21.
30. Lodhia J. V., Konstantinidis K., Papagiannopoulos K. Surgical management of multiple rib fractures/flail chest // Journal of Thoracic Disease. 2019. Vol. 11, no. 4. P. 1668–1675. https://doi.org/10.21037/jtd.2019.03.54.
31. Chardoli M., Hasan-Ghaliaee T., Akbari H. et al. Accuracy of chest radiography versus chest computed tomography in hemodynamically stable patients with blunt chest trauma // Chinese Journal of Traumatology. 2013. Vol. 16, no. 6. P. 351–354.
32. Battle C., Hayward S., Eggert S. et al. Comparison of the use of lung ultrasound and chest radiography in the diagnosis of rib fractures: A systematic review // Emergency Medicine Journal. 2019. Vol. 36, no. 3. P. 185–190. https://doi.org/10.1136/emermed-2017-207416.

with conservative treatments. *European Journal of Medical Research*. 2015;20(1):55.

18. Tseymakh E. A., Bombizo V. A., Gontarev I. N. Miniinvazivnye tekhnologii v kompleksnom lechenii bolnykh politravmoi s dominiruyushchimi povrezhdeniyami grudi. Monograph. Barnaul: Altay State Medical University; 2013. 216 p. (In Russ.).
19. Plaksin S. A., Kotel'nikova L. P. Bilateral post-traumatic diaphragmatic hernias. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2015;174(1):47–51. https://doi.org/10.24884/0042-4625-2015-174-1-47-51. (In Russ.).
20. Porkhanov V. A., Zavrazhnov A. A., Afaunov A. A. et al. Analysis of factors influencing the mortality rate among patients with polytrauma in the early stage hospitalized in regional multidisciplinary hospital. *Medical Herald of the South of Russia*. 2016;(4):39–44. (In Russ.).
21. Dehghan N., Mestral C., McKee M. D. et al. Flail chest injuries: A review of outcomes and treatment practices from the National Trauma Data Bank. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2014;76(2):462–468. https://doi.org/10.1097/ta.0000000000000086.
22. Wijffels M. M. E., Prins J. T. H., Polinder S. et al. Early fixation versus conservative therapy of multiple, simple rib fractures (FixCon): Protocol for a multicenter randomized controlled trial. *World Journal of Emergency Surgery*. 2019;14:11. https://doi.org/10.1186/s13017-019-0258-x.
23. He W., Yang Y., Salonga R. et al. Surgical stabilization of multiple rib fractures in an Asian population: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Thoracic Disease*. 2023;15(9):4961–4975.
24. 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. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*. 2009;66(3):875–879. https://doi.org/10.1097/ta.0b013e318190c3d3.
25. Granetzny A., El-Aal M. A., Emam E. et al. Surgical versus conservative treatment of flail chest. Evaluation of the pulmonary status. *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery*. 2005;4(6):583–587. https://doi.org/10.1510/icvts.2005.111807.
26. Richardson J. D., Franklin G. A., Heffley S. et al. Operative fixation of chest wall fractures: an underused procedure? *The American Surgeon*. 2007;73(6):591–596. https://doi.org/10.1177/000313480707300611.
27. Athanassiadi K., Theakos N., Kalantzi N. et al. Prognostic factors in flail-chest patients. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2010;38(4):466–471. https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2010.02.034.
28. Gordy S., Fabricant L., Ham B. et al. The contribution of rib fractures to chronic pain and disability. *The American Journal of Surgery*. 2014;207(5):659–663. https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2013.12.012.
29. Voskresenskii O. V., Beresneva E. A., Sharifullin F. A. et al. The preoperative thoracic X-ray for tactical decisions for the thoracic injuries treatment. *Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2011;(9):15–21. (In Russ.).
30. Lodhia J. V., Konstantinidis K., Papagiannopoulos K. Surgical management of multiple rib fractures/flail chest. *Journal of Thoracic Disease*. 2019;11(4):1668–1675. https://doi.org/10.21037/jtd.2019.03.54.
31. Chardoli M., Hasan-Ghaliaee T., Akbari H. et al. Accuracy of chest radiography versus chest computed tomography in hemodynamically stable patients with blunt chest trauma. *Chinese Journal of Traumatology*. 2013;16(6):351–354.
32. Battle C., Hayward S., Eggert S. et al. Comparison of the use of lung ultrasound and chest radiography in the diagnosis of rib fractures: A systematic review. *Emergency Medicine Journal*. 2019;36(3):185–190. https://doi.org/10.1136/emermed-2017-207416.
33. Gilbertson J., Pageau P., Ritcey B. et al. Test characteristics of chest ultrasonography for rib fractures following blunt chest

33. Gilbertson J., Pageau P., Ritcey B. et al. Test characteristics of chest ultrasonography for rib fractures following blunt chest trauma: A systematic review and meta-analysis // Annals of Emergency Medicine. 2022. Vol. 79, no. 6. P. 529–539. https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2022.02.006.
34. Агафонова Н. В., Конев С. В., Алексеева А. Г. Лучевые методы диагностики травматических повреждений органов грудной клетки у пациентов с политравмой, проблемы диагностики // Многопрофильная больница: интеграция специальностей : материалы XVIII Всерос. науч.-практ. конф., 11–12 сентября 2014 г., г. Ленинск-Кузнецкий. Кемерово : Примула, 2014. С. 57–58.
35. Xia H.-G., Zhu D.-Q., Li J. et al. Application of fracture body surface localization film combined with CT volume rendering in the minimally invasive rib fractures internal fixation // European Review for Medical and Pharmacological Sciences. 2020. Vol. 24. P. 12948–12954.
36. Корымасов Е. А., Бенян А. С., Пушкин С. Ю. Философия хирургии множественных и флотирующих переломов рёбер // Вестник хирургии имени И. И. Грекова. 2016. Т. 175, № 3. С. 106–110.
37. Molnar T. F. Surgical management of chest wall trauma // Thoracic Surgery Clinics. 2010. Vol. 20, no. 4. P. 475–485. https://doi.org/10.1016/j.thorsurg.2010.07.004.
38. Muhm M., Härter J., Weiss C. et al. Severe trauma of the chest wall: Surgical rib stabilization versus non-operative treatment // European Journal of Trauma and Emergency Surgery. 2013. Vol. 39. P. 257–265. https://doi.org/10.1007/s00068-013-0262-x.
39. 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, no. 2. P. 232–238. https://doi.org/10.1016/j.injury.2012.08.011.
40. Swart E., Laratta J., Slobogean G. et al. Operative treatment of rib fractures in flail chest injuries: A meta-analysis and cost-effectiveness analysis // Journal of Orthopaedic Trauma. 2017. Vol. 31, no. 2. P. 64–70. https://doi.org/10.1097/bot.0000000000000750.
41. 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 // The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care. 2002. Vol. 52, no. 4. P. 727–732. https://doi.org/10.1097/00005373-200204000-00020.
42. Girsowicz E., Falcoz P.-E., Santelmo N. et al. Does surgical stabilization improve outcomes in patients with isolated multiple distracted and painful non-flail rib fractures? // Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery. 2012. Vol. 14, no. 3. P. 312–315. https://doi.org/10.1093/icvts/ivr028.
43. Войновский А. Е., Шабалин А. Ю. Метод стабилизации грудной клетки при повреждениях груди с нарушением каркасной функции стержневым аппаратом внешней фиксации // Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н. И. Пирогова. 2012. Т. 7, № 3. С. 28–32.
44. DeFreest L., Tafen M., Bhakta A. et al. Open reduction and internal fixation of rib fractures in polytrauma patients with flail // The American Journal of Surgery. 2016. Vol. 211, no. 4. P. 761–767.
45. Бенян А. С., Корымасов Е. А., Пушкин С. Ю. и др. Обоснование расширения показаний к остеосинтезу ребер при закрытой травме грудной клетки // Анналы хирургии. 2015. № 4. С. 27–33.
46. Pieracci F. M., Majercik S., Ali-Osman F. et al. Consensus statement: Surgical stabilization of rib fractures rib fracture colloquium clinical practice guidelines // Injury. 2017. Vol. 48, no. 2. P. 307–321. https://doi.org/10.1016/j.injury.2016.11.026.
47. Бенян А. С., Медведчиков-Ардия М. А. Ложный реберный сустав: обзор литературы // Политравма. 2021. № 4. С. 76–81.
48. de Jong M. B., Houwert R. M., van Heerde S. et al. Surgical treatment of rib fracture nonunion: A single center experience // Injury. 2018. Vol. 49, no. 3. P. 599–603. https://doi.org/10.1016/j.injury.2018.01.004.

trauma: A systematic review and meta-analysis. *Annals of Emergency Medicine*. 2022;79(6):529–539. https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2022.02.006.
34. Agafonova N. V., Konev S. V., Alekseeva A. G. Luchevye metody diagnostiki travmaticheskikh povrezhdenii organov grudnoi kletki u patsientov s politravmoi, problemy diagnostiki. In: *Proceedings of 18th All-Russian Research-to-Practice Conference "Mnogoprofilnaya bolnitsa: integratsiya spetsialnostey"*, September 11–12, 2014, Leninsk-Kuznetskiy. Kemerovo: Primula; 2014. p. 57–58. (In Russ.).
35. Xia H.-G., Zhu D.-Q., Li J. et al. Application of fracture body surface localization film combined with CT volume rendering in the minimally invasive rib fractures internal fixation. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*. 2020;24:12948–12954.
36. Korymasov E. A., Benyan A. S., Pushkin S. Yu. Filosofiia khirurgii mnozhestvennykh i flotiruyushchikh perelomov reber. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2016;175(3):106–110. (In Russ.).
37. Molnar T. F. Surgical management of chest wall trauma. *Thoracic Surgery Clinics*. 2010;20(4):475–485. https://doi.org/10.1016/j.thorsurg.2010.07.004.
38. Muhm M., Härter J., Weiss C. et al. Severe trauma of the chest wall: surgical rib stabilization versus non-operative treatment. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 2013;39:257–265. https://doi.org/10.1007/s00068-013-0262-x.
39. 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. https://doi.org/10.1016/j.injury.2012.08.011.
40. Swart E., Laratta J., Slobogean G. et al. Operative treatment of rib fractures in flail chest injuries: A meta-analysis and cost-effectiveness analysis. *Journal of Orthopaedic Trauma*. 2017;31(2):64–70. https://doi.org/10.1097/bot.0000000000000750.
41. 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. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*. 2002;52(4):727–732. https://doi.org/10.1097/00005373-200204000-00020.
42. Girsowicz E., Falcoz P.-E., Santelmo N. et al. Does surgical stabilization improve outcomes in patients with isolated multiple distracted and painful non-flail rib fractures? *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery*. 2012;14(3):312–315. https://doi.org/10.1093/icvts/ivr028.
43. Voynovsky A. E., Shabalin A. U. The chest fixation and stabilization for thoracic trauma with flail chest using rod type device for external fixation. *Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center*. 2012;7(3):28–32. (In Russ.).
44. DeFreest L., Tafen M., Bhakta A. et al. Open reduction and internal fixation of rib fractures in polytrauma patients with flail. *The American Journal of Surgery*. 2016;211(4):761–767.
45. Benyan A. S., Korymasov E. A., Pushkin S. Yu. et al. Argumentation for the extension of indications for ribs osteosynthesis in patients with blunt chest trauma. *Annals of surgery.* 2015;(4):27–33. (In Russ.).
46. Pieracci F. M., Majercik S., Ali-Osman F. et al. Consensus statement: Surgical stabilization of rib fractures rib fracture colloquium clinical practice guidelines. *Injury*. 2017;48(2):307–321. https://doi.org/10.1016/j.injury.2016.11.026.
47. Benyan A. S., Medvedchikov-Ardiia M. A. The false rib joint: A literature review. *Polytrauma*. 2021;(4):76–81. (In Russ.).
48. de Jong M. B., Houwert R. M., van Heerde S. et al. Surgical treatment of rib fracture nonunion: A single center experience. *Injury*. 2018;49(3):599–603. https://doi.org/10.1016/j.injury.2018.01.004.
49. Lafferty P. M., Anavian J., Will R. E. Operative treatment of chest wall injuries: indications, technique, and outcomes. *The Journal of*

49. Lafferty P. M., Anavian J., Will R. E. Operative treatment of chest wall injuries: indications, technique, and outcomes // The Journal of Bone & Joint Surgery. 2011. Vol. 93, no. 1. P. 97–110. https://doi.org/10.2106/jbjs.i.00696.
50. Forward D. P., Ollivere B. J., Ng J. W. G. et al. Current concepts in rib fracture fixation // Bone & Joint 360. 2016. Vol. 5, no. 5. P. 2–7.
51. Gao J. M., Du D. Y., Liu C. P. et al. Damage control surgery for treatment of flail chest combined with multiple trauma // Chinese Journal of Traumatology. 2013. Vol. 29. P. 343–347.
52. Bemelman M., Poeze M., Blokhuis T. J. et al. Historic overview of treatment techniques for rib fractures and flail chest // European Journal of Trauma and Emergency Surgery. 2010. Vol. 36. P. 407–415. https://doi.org/10.1007/s00068-010-0046-5.
53. Шень Н. П., Давыдова Н. С., Смелая Т. В. и др. Оценка эффективности различных хирургических методик ранней стабилизации реберного каркаса в сравнении с консервативной тактикой лечения и предикторы неблагоприятного исхода у пациентов с тяжелой сочетанной травмой // Вестник анестезиологии и реаниматологии. 2024. Т. 21, № 1. С. 53–64. https://doi.org/10.24884/2078-5658-2024-21-1-53-64.
54. Siemieniuk R. A. C., Chu D. K., Kim L. H.-Y. et al. Oxygen therapy for acutely ill medical patients: A clinical practice guideline // BMJ. 2018. Vol. 363. https://doi.org/10.1136/bmj.k4169.
55. Mitchell J. D. Blunt chest trauma: Is there a place for rib stabilization? // Journal of Thoracic Disease. 2017. Vol. 9, Suppl. 3. P. S211–S217. https://doi.org/10.21037/jtd.2017.04.05.
56. Vyhnánek F., Jirava D., Očadlík M. et al. Surgical stabilization of flail chest injury: Indications, technique and results // Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae Čechoslovaca. 2015. Vol. 82, no. 4. P. 303–307.
57. Xia H., Zhu D., Li J. et al. Current status and research progress of minimally invasive surgery for flail chest // Experimental and Therapeutic Medicine. 2020. Vol. 19, no. 1. P. 421–427. https://doi.org/10.3892/etm.2019.8264.

Bone & Joint Surgery. 2011;93(1):97–110. https://doi.org/10.2106/jbjs.i.00696.
50. Forward D. P., Ollivere B. J., Ng J. W. G. et al. Current concepts in rib fracture fixation. *Bone & Joint 360*. 2016;5(5):2–7.
51. Gao J. M., Du D. Y., Liu C. P. et al. Damage control surgery for treatment of flail chest combined with multiple trauma. *Chinese Journal of Traumatology*. 2013;29:343–347.
52. Bemelman M., Poeze M., Blokhuis T. J. et al. Historic overview of treatment techniques for rib fractures and flail chest. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 2010;36:407–415. https://doi.org/10.1007/s00068-010-0046-5.
53. Shen N. P., Davydova N. S., Smelaya T. V. et al. Evaluation of the effectiveness of various surgical techniques for early stabilization of the rib cage in comparison with conservative treatment tactics and predictors of an unfavorable outcome in patients with severe combined trauma. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*. 2024;21(1):53–64. https://doi.org/10.24884/2078-5658-2024-21-1-53-64. (In Russ.).
54. Siemieniuk R. A. C., Chu D. K., Kim L. H.-Y. et al. Oxygen therapy for acutely ill medical patients: A clinical practice guideline. *BMJ*. 2018;363. https://doi.org/10.1136/bmj.k4169.
55. Mitchell J. D. Blunt chest trauma: Is there a place for rib stabilization? *Journal of Thoracic Disease*. 2017;9(S3):S211–S217. https://doi.org/10.21037/jtd.2017.04.05.
56. Vyhnánek F., Jirava D., Očadlík M. et al. Surgical stabilization of flail chest injury: Indications, technique and results. *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae Čechoslovaca*. 2015;82(4):303–307. (In Czech).
57. Xia H., Zhu D., Li J. et al. Current status and research progress of minimally invasive surgery for flail chest. *Experimental and Therapeutic Medicine*. 2020;19(1):421–427. https://doi.org/10.3892/etm.2019.8264.

Информация об авторах
С. В. Глиняный – аспирант;
https://orcid.org/0009-0004-8360-8309,
trauma86@mail.ru✉
Е. И. Петров – аспирант;
https://orcid.org/0009-0002-9763-0596,
trauma-ort86@mail.ru
В. В. Дарвин – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой хирургических болезней;
https://orcid.org/0000-0002-2506-9798,
darvinvv@surgutokb.ru

About the authors
S. V. Glinany – Postgraduate;
https://orcid.org/0009-0004-8360-8309,
trauma86@mail.ru✉
E. I. Petrov – Postgraduate;
https://orcid.org/0009-0002-9763-0596,
trauma-ort86@mail.ru
V. V. Darvin – Doctor of Sciences (Medicine), Professor, Head of Surgical Diseases Department;
https://orcid.org/0000-0002-2506-9798,
darvinvv@surgutokb.ru