

УДК 617.541

<https://doi.org/10.52420/umj.24.3.127><https://elibrary.ru/KDSITX>

Малоинвазивная хирургическая стабилизация реберного каркаса в лечении множественных переломов ребер: технология, оценка результатов (клиническое наблюдение)

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

✉ trauma86@mail.ru

Аннотация

Введение. Наиболее распространенным видом повреждений при закрытой травме грудной клетки являются переломы ребер, которые наблюдаются у 40–92 % пострадавших. При закрытой травме груди 82 % пациентов со множественными переломами ребер имеет осложненный внутриплевральными повреждениями характер травмы. Предложенные методики хирургической стабилизации переломов ребер имеют как положительные, так и отрицательные стороны. Представляется, что оптимальный метод остеосинтеза при переломах ребер в настоящее время должен быть легко и рутинно воспроизводимым, малотравматичным, а импланты и сопутствующее оснащение недорогими и доступными.

Материалы и методы. Коллективом авторов разработан и внедрен в клиническую практику способ малоинвазивной ретроградной интрамедуллярной временной фиксации переломов ребер (патент на изобретение № 2828149 от 7 октября 2024 г.). Предложенная хирургическая технология используется для стабильной фиксации фрагментов переломов ребер в целях восстановления каркасности грудной клетки, раннего возобновления самостоятельного дыхания, предупреждения развития осложнений, повышения комфортности и качества жизни для пациента в послеоперационном периоде, улучшения результатов лечения пациентов с повреждением грудной клетки.

Результаты и обсуждение. Представлен клинический случай для детализации и описания преимуществ предложенного метода хирургической стабилизации реберного каркаса. Пациент 40 лет со множественной осложненной торакальной травмой, после проведенного хирургического лечения находился в стационаре в течение 11 койко-дней, после чего выписан на амбулаторное лечение в удовлетворительном состоянии. Период нетрудоспособности составил 65 дней. В ходе лечения осложнения не возникли.

Заключение. Представленный клинический случай наглядно подтверждает эффективность хирургической стабилизации каркаса грудной клетки при флотирующих и множественных переломах ребер, а также демонстрирует успешное внедрение в клиническую практику способа малоинвазивной ретроградной интрамедуллярной временной фиксации переломов ребер, обладающий такими преимуществами, как воспроизводимость, небольшая ресурсоемкость и экономичность.

Ключевые слова: травма груди, переломы ребер, остеосинтез, стабилизация, малоинвазивная хирургия

Конфликт интересов. В. В. Дарвин — член редакционной коллегии «Уральского медицинского журнала», не принимал участия в рассмотрении и рецензировании материала, а также принятии решения о его публикации. Остальные авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов.

Соответствие принципам этики. Исследование выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики и принципами Хельсинкской декларации. Все пациенты подписали информированное согласие на включение и участие в исследовании, обработку персональных данных и публикацию результатов в анонимном виде. Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом Сургутского государственного университета (протокол № 43 от 26 марта 2025 г.).

Для цитирования: Глиняный С. В., Петров Е. И., Дарвин В. В. Малоинвазивная хирургическая стабилизация реберного каркаса в лечении множественных переломов ребер: технология, оценка результатов (клиническое наблюдение) // Уральский медицинский журнал. 2025. Т. 24, № 3. С. 127–138. DOI: <https://doi.org/10.52420/umj.24.3.127>. EDN: <https://elibrary.ru/KDSITX>.

Minimally Invasive Surgical Stabilization of the Rib Cage in the Treatment of Multiple Rib Fractures: Technology, Evaluation of Results (Clinical Observation)

Sergey V. Glinany^{1,2✉}, Evgeny I. Petrov^{1,2}, Vladimir V. Darvin^{2,3}

¹ Surgut Clinical Trauma Hospital, Surgut, Russia

² Surgut State University, Surgut, Russia

³ Surgut District Clinical Hospital, Surgut, Russia

✉ trauma86@mail.ru

Abstract

Introduction. The most common type of injury with a closed chest injury is rib fractures, which are observed in 40–92 % of victims. With a closed chest injury, 82 % of patients with multiple rib fractures have a nature of injury complicated by intrapleural injuries. It seems that the optimal method of osteosynthesis for rib fractures should currently be easily and routinely reproducible, low-traumatic, and implants and related equipment inexpensive and affordable.

Materials and methods. A team of authors has developed a method of minimally invasive osteosynthesis, which is used for stable fixation of rib fracture fragments in order to restore the rib cage framework, early restoration of independent breathing, prevention of complications, increasing comfort and quality of life for the patient in the postoperative period, improving the treatment results for patients with chest injuries.

Results and discussion. A clinical case is presented to detail and describe the advantages of the proposed method of surgical stabilization of the rib cage. A 40-year-old patient with multiple complicated thoracic injury was hospitalized for 11 days after surgical treatment, after which he was discharged for outpatient treatment in satisfactory condition. No complications were received during the treatment.

Conclusion. The presented clinical case clearly confirms the effectiveness of surgical stabilization of the chest skeleton in cases of floating and multiple rib fractures, and also demonstrates the successful introduction into clinical practice of minimally invasive retrograde intramedullary temporary fixation of rib fractures, which has advantages such as minimally invasiveness, reproducibility, relatively low resource consumption and cost-effectiveness.

Keywords: chest injury, rib fractures, osteosynthesis, stabilization, minimally invasive surgery

Conflict of interest. Vladimir V. Darvin is an editorial board member of *Ural Medical Journal*, and he did not participate in reviewing the material or making a decision about its publication. The other authors declare the absence of obvious or potential conflict of interest.

Conformity with the principles of ethics. The study was conducted in accordance with the standards of good clinical practice and the principles of the Declaration of Helsinki. All patients signed an informed consent to be included and participate in the study, to process personal data, and to publish the results anonymously. The research protocol was approved by the Local Ethics Committee of the Surgut State University (Protocol No. 43 dated 26 March 2025).

For citation: Glinany SV, Petrov EI, Darvin VV. Minimally invasive surgical stabilization of the rib cage in the treatment of multiple rib fractures: Technology, evaluation of results (clinical observation). *Ural Medical Journal*. 2025;24(3):127–138. DOI: <https://doi.org/10.52420/umj.24.3.127>. EDN: <https://elibrary.ru/KDSITX>.

Введение

Торакальная травма выявляется у 10–20 % пациентов, находящихся на стационарном лечении, и занимает 3-е место по распространенности после переломов опорно-двигательного аппарата и черепно-мозговых травм. Она представляет собой серьезную угрозу для жизни пострадавших, а ее летальность достигает 17–30 % [1, 2].

Наиболее распространенным видом повреждений при закрытой травме грудной клетки являются переломы ребер, которые наблюдаются у 40–92 % пострадавших [3–6]. Согласно общепринятой классификации [7], при закрытой травме груди, в зависимости от количества поврежденных ребер, выделяют единичные (нарушение целостности 1–2 ребер), множественные (переломы 3 и более ребер) и флотирующие переломы (переломы 2 и более ребер по 2 анатомическим линиям), а также односторонние и двусторонние, осложненные и неосложненные. Множественные переломы ребер встречаются у 10–79 % пострадавших с торакальной травмой и сопровождаются нарушением каркаса грудной клетки [8, 9], флотирующие переломы ребер с грубым нарушением стабильности грудной клетки диагностируются у 4,0–13,5 % пациентов [2, 10, 11].

Наиболее тяжелым видом повреждения реберного каркаса при закрытой травме грудной клетки считаются флотирующие переломы ребер, которые нарушают связь поврежденных ребер с позвоночником. Это приводит к образованию подвижного фрагмента грудной клетки («реберной створки»), дыхательные движения которого противоположены движениям остальной грудной клетки, что называется парадоксальным дыханием. Частота таких тяжелых повреждений среди закрытой травмы грудной клетки составляет 20 %, летальность достигает 46 % [11–13].

При закрытой травме груди без переломов ребер частота развития пневмоторакса и (или) гемоторакса составляет порядка 7 %, у пациентов с единичными переломами достигает 25 %, 82 % больных со множественными переломами ребер имеет осложненный внутриплевральными повреждениями характер травмы [14].

Компьютерная томография (КТ) наиболее информативна для топографической и количественной характеристики переломов ребер. Для точной диагностики внутриплевральных повреждений могут быть применены опции ангиографии и контрастирование. Выполнение КТ с 3D-реконструкцией, а также использование различных режимов позволяют эффективно проводить диагностику торакальной травмы [15, 16].

Пострадавшие со множественными переломами ребер в подавляющем большинстве в настоящее время подлежат консервативному лечению, которое включает в себя адекватное обезболивание, кислородную поддержку или искусственную вентиляцию легких (ИВЛ) с положительным давлением конца выдоха, бронходилатационную терапию, санацию трахеобронхиального дерева и — при наличии внутриплевральных осложнений — проведение дренирования плевральной полости [17–19].

История применения различных методов лечения переломов ребер напоминает движение маятника. В 1950–1960-х гг. этому вопросу уделялось внимание, но затем интерес к нему стал снижаться до появления пластинчатых систем в 1980-х гг. После концентрации внимания к этой теме вновь была снижена до недавнего времени, когда появление новых специализированных материалов стало способствовать возвращению в практику хирургических методов лечения переломов ребер.

Известные способы хирургической стабилизации грудной клетки можно фундаментально разделить на методы внешней и внутренней фиксации. Если принципы внешней

фиксации направлены на стабилизацию поврежденного каркаса грудной клетки, то применение внутренней фиксации переломов ребер обеспечивает восстановление целостности поврежденной кости [20].

За последние десятилетия многократно описывались методики фиксации переломов ребер с различными вариациями проведения и количества имплантируемых спиц Киршнера, которые представляются наиболее доступными имплантами, преимущественно с хорошими результатами лечения пострадавших. Впервые фиксацию переломов ребер спицами Киршнера предложили в 1967 г. французский хирург В. До и др. (*фр.* V. Dor et al.) [21].

Многие авторы, оценивающие результаты консервативного лечения у пациентов со множественными и флотирующими переломами ребер и лиц, перенесших фиксацию повреждений спицами Киршнера, отмечают положительные аспекты в виде уменьшения продолжительности ИВЛ и времени пребывания в отделении реанимации и интенсивной терапии, снижения количества гнойно-септических осложнений и летальности [22–24].

Стоит отметить, что основными проблемами существующих технологий остеосинтеза переломов ребер спицами является нестабильная ротационная фиксация отломков и миграция конструкций, которая сопровождается потерей репозиции перелома и повреждением окружающих мягких тканей [25, 26].

Представляется, что оптимальный метод остеосинтеза при переломах ребер в настоящее время должен быть легко и рутинно воспроизводимым, малотравматичным, а импланты и сопутствующее оснащение недорогими и доступными. Исходя из всего представленного выше, можно сказать, что проблема выбора наиболее подходящего хирургического метода восстановления каркасности грудной клетки до настоящего времени остается важной и актуальной.

Цель работы — представить и оценить результаты применения разработанного способа малоинвазивной хирургической фиксации переломов ребер у пациента с множественными переломами ребер.

Материалы и методы

В окружном центре торакальной хирургии Сургутской клинической травматологической больницы (СКТБ) в период с января 2021 г. по декабрь 2023 г. проведено лечение 490 пациентов с закрытой травмой грудной клетки, сопровождающейся переломами ребер.

Тяжесть состояния пострадавших определяется не только характеристикой и топографией переломов костей скелета грудной клетки, но и степенью тяжести повреждения внутриплевральных органов. Неосложненные переломы определены у 114/490 (23,2 %) пациентов, остальные 376/490 (72,8 %) пострадавших имели те или иные повреждение органов груди.

Подавляющее большинство (377/490 (76,9 %)) пострадавших — мужчины трудоспособного возраста, что определяет социальную и материальную важность рассматриваемой проблемы.

Нами разработан и внедрен в клиническую практику способ малоинвазивной ретроградной интрамедуллярной временной фиксации переломов ребер¹. Предложенная хирур-

¹ Патент № 2828149 С1 Российская Федерация, МПК А61В 17/72. Способ малоинвазивной ретроградной интрамедуллярной временной фиксации переломов ребер : № 2024104191 : заявл. 20.02.2024 : опубл. 07.10.2024 / Глиняный С. В., Петров Е. И., Дарвин В. В., Корженевский В. К. ; заявитель СурГУ. 9 с. EDN: <https://elibrary.ru/CQLHGJ>.

гическая технология используется для стабильной фиксации фрагментов переломов ребер в целях восстановления каркасности грудной клетки, раннего возобновления самостоятельного дыхания, предупреждения развития осложнений, повышения комфортности и качества жизни для пациента в послеоперационном периоде, улучшения результатов лечения пациентов с повреждением грудной клетки.

Положение больного на операционном столе — на здоровом боку; в случае двустороннего повреждения стабилизации начинается со стороны с более тяжелой травмой. При изолированном остеосинтезе переломов ребер без выполнения ревизии органов плевральной полости не требуется проведение однологочной интубации, что снижает техническую сложность выполнения анестезии.

В качестве интраоперационного определения и маркировки локализации переломов ребер, необходимых для стабилизации, используется электронно-оптический преобразователь или портативный аппарат для проведения ультразвукового исследования — в зависимости от предпочтений и навыков хирурга. Выполняется разметка предполагаемого хирургического доступа (или доступов) с учетом планируемого для остеосинтеза количества переломов ребер с использованием инъекционных игл и специального хирургического маркера (рис. 1).



Рис. 1. Разметка предполагаемого хирургического доступа с использованием электронно-оптического преобразователя

Если ранее установлен дренаж в плевральную полость, то он закрывается наложением зажима на дренажную трубку и временно, на период проведения операции, фиксируется к телу пациента пластырем так, чтобы не препятствовал доступу. Оперирующий хирург и ассистент располагаются напротив друг друга. После обработки операционного поля и ограничения стерильными простынями начинается операция. Хирургический доступ выполняется с учетом предоперационной разметки. Выделив место перелома ребра интрамедуллярно в передний фрагмент, используя дрель, проводится спица Киршнера 1,5×250,0 мм острым концом до тех пор, пока спица, пройдя до изгиба ребра и уперевшись в него, не перфорирует передний кортикальный слой, выйдет из кости, пройдет мягкие ткани и выйдет на поверхность кожи (рис. 2, а). Далее спицу проводят по каналу, пока противоположный конец спицы не окажется в месте перелома у переднего фрагмента (рис. 2, б). После ручной репозиции отломков однозубым крючком и бельевой цапкой под визуальным контролем спицу проводят ретроградно в задний фрагмент перелома ребра до упора (рис. 2, в). Остав-

шийся неимплантированный участок спицы укорачивается на расстоянии 1 см от кожи, конец спицы длиной 0,5 см загибается для профилактики миграции спицы, погружается под кожу из прокола размером 2–3 мм (рис. 2, г). Аналогичным образом проводится стабилизация всех запланированных переломов. Операционная рана последовательно послойно ушивается, накладываются асептические повязки. Возобновляется функционирование системы дренирования плевральной полости при необходимости.

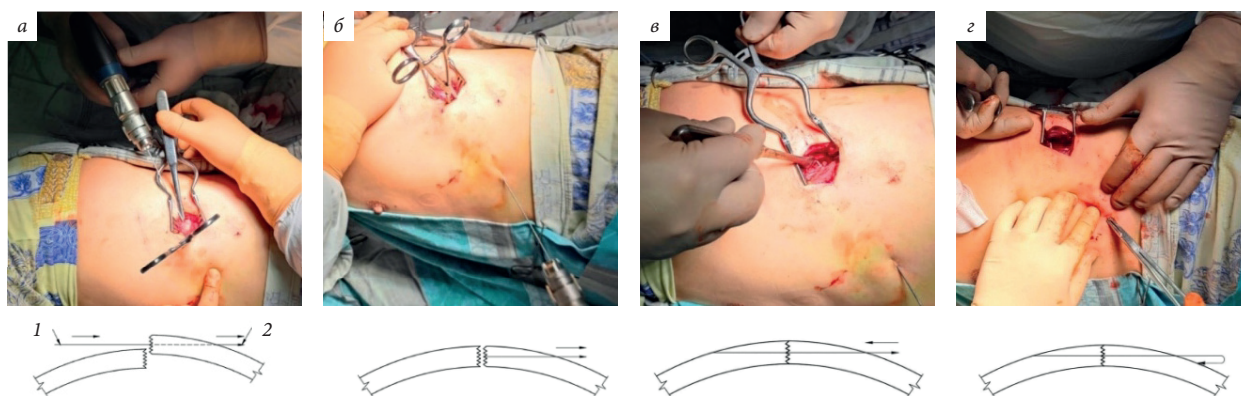


Рис. 2. Этапы оперативного лечения. Интраоперационные фото (архив С. В. Гляниного) и схема операции (патент на изобретение № 2828149 от 7 октября 2024 г.¹):

- а — введение спицы Киршнера (1 и 2 — тупой и острый концы); б — проведение спицы в передний фрагмент ребра; в — проведение спицы в задний фрагмент ребра; г — обработка неимплантированного участка спицы

По предложенной методике в торакальном центре СКТБ прооперировано 11 пациентов. С учетом небольшого числа наблюдений детализацию и преимущества предложенного метода представим в формате описания клинического случая.

Пациент М. 40 лет доставлен в экстренном порядке бригадой скорой помощи в приемно-диагностическое отделение СКТБ 17 ноября 2024 г. с диагнозом — закрытая травма грудной клетки; перелом ребер слева. Обстоятельства травмы — падение с приставной лестницы высотой около 2,5 м. В приемно-диагностическом отделении СКТБ осмотрен дежурным торакальным хирургом. Пациент предъявлял жалобы на выраженные боли в грудной клетке слева (оценка по визуально-аналоговой шкале боли (ВАШ) — 8–9 баллов), однократно обезболен трамадолом. При поступлении состояние пациента удовлетворительное, сознание ясное; артериальное давление — 150/100 мм рт. ст.; пульс — 86 уд./мин.; частота дыхательных движений — 22 в мин. При пальпации грудной клетки определялась болезненность слева в проекции 5–8-го ребер по передней, средней и задней подмышечным линиям; 8–10-го — средней и задней подмышечным, лопаточной и паравертебральной линиям. Подкожная эмфизема мягких тканей грудной клетки слева в проекции 8–10-го ребер по средней и задней подмышечным линиям. Костная и воздушная крепитация определялась в проекции 8, 9 ребер. Отмечено укорочение перкуторного звука в задне-нижних отделах грудной клетки слева. Аускультативно дыхание было ослабленным слева, проводилось по всем легочным полям. Выполнены общие анализы крови и мочи, электрокардиография, ультразвуковое исследование плевральных полостей, мультиспиральная КТ органов грудной полости с 3D-реконструкцией (рис. 3).

¹ Патент № 2828149 С1 Российская Федерация, МПК А61В 17/72.

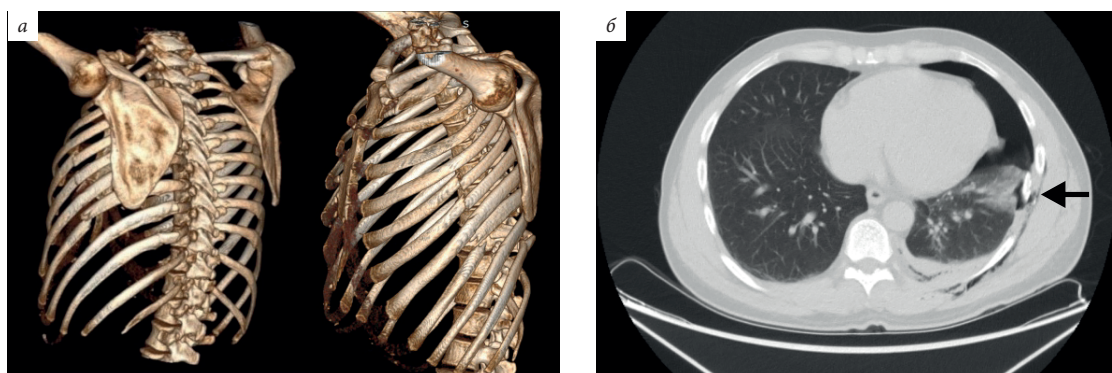


Рис. 3. Мультиспиральная КТ грудной клетки пострадавшего до начала лечения:

а — 3D-реконструкция; б — скан на уровне перелома 8-го ребра слева

Результаты

С учетом полученных данных установлен клинический диагноз — закрытая травма грудной клетки; переломы 5–11-го ребер слева; флотирующие переломы 8-го, 9-го ребер слева; пневмогемоторакс слева; ушиб левого легкого; эмфизема мягких тканей левой половины грудной клетки.

17 ноября 2024 г. выполнена экстренная операция — дренирование плевральной полости слева. В 5-м межреберье по передней подмышечной линии осуществлена пункция левой плевральной полости, получен воздух, установлен дренаж 24 FR, налажена активная система аспирации по Бюлау; отделяемое по дренажу — воздух, небольшое количество крови; проба Рувилуа — Грегуара отрицательная. В течение 2 суток по дренажу отделяемое в виде 200 мл крови и воздуха.

Пострадавший госпитализирован в палату интенсивной терапии торакального отделения. Анализ газового состава артериальной крови показал снижение сатурации кислородом до 90 %, парциального давления кислорода до 77 мм рт. ст. и повышение парциального давления углекислого газа артериальной крови до 44 мм рт. ст. С учетом сатурации гемоглобина на фоне дыхания атмосферным воздухом 90 % выполнена высокопоточная назальная оксигенация увлажненной и подогретой кислородно-воздушной смесью с фракцией вдыхаемого кислорода 45 % и величиной потока 6 л/мин. Для адекватного обезболивания использованы трамадол и «Кеторол».

При проведении предоперационного планирования решено стабилизировать наиболее смещенные 5, 6 и 8-е ребра слева. 19 ноября 2024 г. после предоперационной подготовки пациента для стабилизации каркаса грудной клетки выполнена операция — интрамедуллярный спицевой остеосинтез переломов 5, 6 и 8-го ребер слева. Положение пациента во время проведения операции на правом боку. Анестезиологическое пособие — интубационный наркоз с ИВЛ. Интраоперационно при помощи электронно-оптического преобразователя определены переломы 5, 6 и 8-го ребер. Хирургическим маркером обозначены доступы к переломам. Выполнен разрез длиной 7 см в области реберной дуги по среднеподмышечной линии слева в проекции переломов 5-го и 6-го ребер, которые были последовательно стабилизированы. Фиксация 8-го ребра выполнена через отдельный разрез (5 см). После стабилизации 8-го ребра, несмотря на флотирующий компонент перелома, клинически подвижности и смещения костных отломков в месте перелома 9-го ребра не определяется. Принято решение о завершении операции. Раны последовательно послойно ушиты. Дли-

тельность операции составила 60 мин., кровопотеря 15 мл. Положение пациента на операционном столе, вид послеоперационных ран по окончании операции представлены на рис. 4. Пациент экстубирован в палате реанимационно-анестезиологического отделения через 1 ч. после операции, однократно обезболен наркотическим анальгетиком, на следующее утро переведен в отделение хирургии.



Рис. 4. Положение пациента на операционном столе, вид послеоперационной раны (для сравнения уложена линейка в 10 см)

Послеоперационный период протекал без осложнений. На контрольных рентгенограммах определены удовлетворительное положение отломков и адекватное положение металлоконструкций. На 2-е сутки после операции пациент отметил умеренные боли в грудной клетке слева (4–5 баллов по ВАШ) и субъективное облегчение при дыхании, в качестве анальгезирующей терапии использованы нестероидные противовоспалительные средства. Пациенту назначена физиотерапия и дыхательная гимнастика. Анализ газового состава артериальной крови на 5-е сутки госпитализации показал восстановление сатурации кислородом до 95 %, подъем парциального давления кислорода до 82 мм рт. ст. и снижение парциального давления углекислого газа артериальной крови до 36 мм рт. ст.

Установленный плевральный дренаж удален на 6-е сутки. Контрольная КТ, выполненная на 6-е сутки после операции (рис. 5), и рентгенография органов грудной клетки, выполненная на 10-е сутки после операции (рис. 6, а), верифицировали купирование пневмоторакса, а также подтвердили адекватное положение имплантов и костных фрагментов.

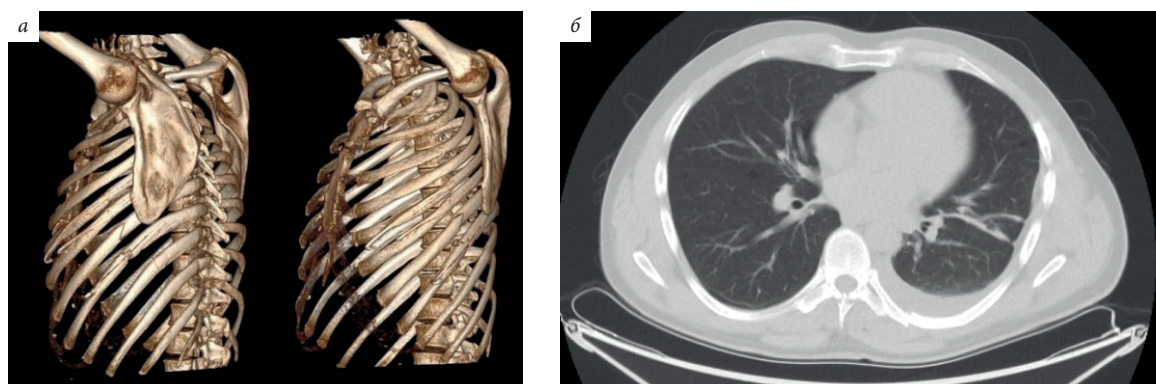


Рис. 5. КТ грудной клетки на 7-е сутки после операции:
а — 3D-реконструкция; б — скан

Пациент выписан на 11-е сутки после снятия кожных швов и выполнения контрольной рентгенографии, на момент выписки болевой синдром практически купирован (0–2 балла по ВАШ).

Через 8 недель после операции выполнено удаление спиц под местной анестезией в формате госпитализации 1 дня. На контрольных рентгенограммах после удаления спиц в сроки через 8 недель после операции верифицированы консолидации переломов ребер и отсутствие внутриплевральных осложнений (рис. 6, б). Срок нетрудоспособности составил 65 дней, пациент вернулся к профессии монтажника.

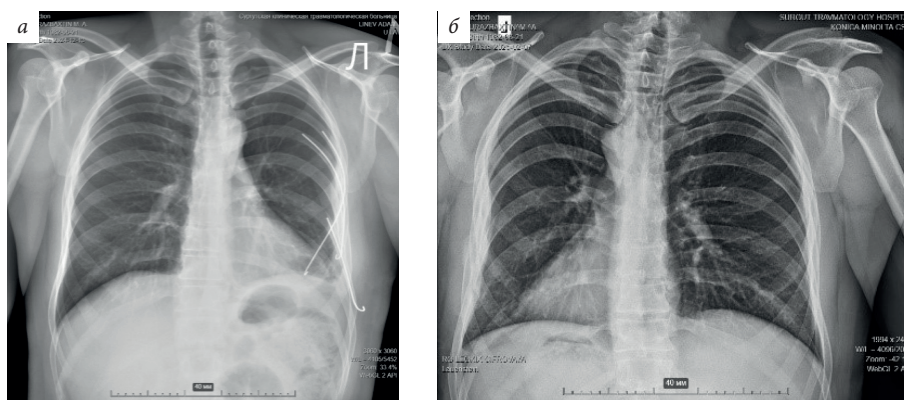


Рис. 6. Рентгенография легких пациента:

а — на 10-е сутки после операции; б — после удаления спиц через 8 недель

Обсуждение

Хирургическая стабилизация каркаса грудной клетки при множественных и флотирующих переломах ребер, осложненных внутриплевральными повреждениями становится все более популярной и востребованной у хирургов в последнее время. Предложенное множество тактических подходов и имплантационных технологий для остеосинтеза только подтверждает возросший интерес к фиксации переломов ребер, вызванный в первую очередь обилием преимуществ перед консервативным лечением.

Однако некоторые из фиксаторов с учетом их высокой стоимости, а также необходимости дополнительного оборудования и навигации не всегда применяются в клиниках, занимающихся лечением пациентов с травмой грудной клетки. Зачастую большинство предложенных методик хирургического лечения торакальной травмы имеет ограниченное практическое применение, фактически используется в отдельных стационарах и не имеет массового применения.

Предложенная методика фиксации поврежденных ребер может стать одним из шагов на пути решения проблемы выбора наиболее оптимального хирургического метода восстановления каркасности грудной клетки при множественной торакальной травме.

Заключение

Описанный клинический случай наглядно подтверждает эффективность хирургической стабилизации каркаса грудной клетки при флотирующих и множественных переломах ребер.

Успех лечения пострадавших с травмой груди зависит как от рациональности выбора метода стабилизации реберного каркаса, так и купирования внутриплевральных осложне-

ний. Немаловажным маркером адекватного подхода к лечению пострадавших является безболезненное активное дыхание и снижение потребности пациентов в анальгетиках, в т. ч. наркотических.

Приведенный клинический пример демонстрирует успешное внедрение в клиническую практику способа малоинвазивной ретроградной интрамедуллярной временной фиксации переломов ребер, обладающий такими преимуществами, как воспроизводимость, небольшая ресурсоемкость и экономичность. Изучение и анализ результатов лечения пострадавших с использованием предложенной методики, несомненно, будет освещен в дальнейших исследованиях.

Список источников | References

1. Pronskikh AA, Shatalin AV, Pronskikh AA. Early surgical restoration of the chest frame as a prevention of respiratory complications in patients with polytrauma. *Journal of Siberian Medical Sciences*. 2015;(2):13. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/VXOJAR>.
2. Schuurmans J, Goslings JC, Schepers T. Operative management versus non-operative management of rib fractures in flail chest injuries: A systematic review. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 2017;43(2):163–168. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00068-016-0721-2>.
3. May L, Hillermann C, Patil S. Rib fracture management. *BJA Education*. 2016;16(1):26–32. DOI: <https://doi.org/10.1093/bjaceaccp/mkv011>.
4. Spronk I, Van Wijck SFM, Van Lieshout EMM, Verhofstad MHJ, Prins JTH, Wijffels MME, et al.; FixCon Study Group. Rib fixation for multiple rib fractures: Healthcare professionals perceived barriers and facilitators to clinical implementation. *World Journal of Surgery*. 2023;47(7):1692–1703. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00268-023-06973-y>.
5. Adegboye VO, Ladipo JK, Brimmo IA, Adebo AO. Blunt chest trauma. *The African Journal of Medical Sciences*. 2002;31(4):315–320. PMID: <https://pubmed.gov/15027770>.
6. Bergeron E, Lavoie A, Clas D, Moore L, Ratte S, Tetreault S, et al. Elderly trauma patients with rib fractures are at greater risk of death and pneumonia. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*. 2003;54(3):478–485. DOI: <https://doi.org/10.1097/01.TA.0000037095.83469.4C>.
7. Wagner EA. *Khirurgiya povrezhdenii grudi* [Breast injury surgery]. Moscow: Meditsina; 1981. 288 p.
8. Dehghan N, Mah JM, Schemitsch EH, Nauth A, Vicente M, McKee MD. Operative stabilization of flail chest injuries reduces mortality to that of stable chest wall injuries. *Journal of Orthopaedic Trauma*. 2018;32(1):15–21. DOI: <https://doi.org/10.1097/bot.0000000000000992>.
9. Lodhia JV, Konstantinidis K, Papagiannopoulos K. Surgical management of multiple rib fractures/flail chest. *Journal of Thoracic Disease*. 2019;11(4):1668–1675. DOI: <https://doi.org/10.21037/jtd.2019.03.54>.
10. Athanassiadi K, Theakos N, Kalantzi N, Gerazounis M. Prognostic factors in flail-chest patients. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2010;38(4):466–471. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2010.02.034>.
11. Zehr M, Klar N, Malthaner RA. Risk score for predicting mortality in flail chest. *The Annals of Thoracic Surgery*. 2015;100(1):223–228. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2015.03.090>.
12. Dehghan N, Mestral CDe, McKee MD, Schemitsch EH, Nathens A. Flail chest injuries: A review of outcomes and treatment practices from the National Trauma Data Bank. *The Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2014;76(2):462–468. DOI: <https://doi.org/10.1097/TA.000000000000086>.
13. Bauman ZM, Grams B, Yanala U, Shostrom V, Waibel B, Evans CH, et al. Rib fracture displacement worsens over time. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 2021;47(6):1965–1970. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00068-020-01353-w>.
14. Serife TL, Kuzucu A, Tastepe AI, Gulay NU, Topcu S. Chest injury due to blunt trauma. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2003;23(3):374–378. DOI: [https://doi.org/10.1016/s1010-7940\(02\)00813-8](https://doi.org/10.1016/s1010-7940(02)00813-8).
15. Chardoli M, Hasan-Ghaliiae T, Akbari H, Rahimi-Movaghar V. 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. DOI: <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1008-1275.2013.06.007>.
16. Brink M, Deunk J, Dekker HM, Kool DR, Edwards MJR, Van Vugt AB, et al. Added value of routine chest MDCT after blunt trauma: Evaluation of additional findings and impact on pa-

- tient management. *American Journal of Roentgenology*. 2008;190(6):1591–1598. DOI: <https://doi.org/10.2214/ajr.07.3277>.
17. Wijffels MME, Prins JTH, Polinder S, Blokhuis TJ, De Loos ER, Den Boer RH, 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;14:38. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13017-019-0258-x>.
 18. He W, Yang Y, Salonga R, Powell L, Greiffenstein P, Prins JTH, 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. DOI: <https://doi.org/10.21037/jtd-23-1117>.
 19. Mayberry JC, Ham LB, Schipper PH, Ellis TJ, Mullins RJ. 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. DOI: <https://doi.org/10.1097/ta.0b013e318190c3d3>.
 20. Fitzpatrick DC, Denard PJ, Phelan D, Long WB, Madey SM, Bottlang M. Operative stabilization of flail chest injuries: Review of literature and fixation options. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 2010;36(5):427–433. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00068-010-0027-8>.
 21. Akil A, Ziegeler S, Reichelt J, Semik M, Müller MC, Fischer S. Rib osteosynthesis is a safe and effective treatment and leads to a significant reduction of trauma associated pain. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 2019;45:623–630. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00068-018-01062-5>.
 22. Granetzny A, El-Aal MA, Emam E, Shalaby A, Boseila A. Surgical versus conservative treatment of flail chest. Evaluation of the pulmonary. *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery*. 2005;4(6):583–587. DOI: <https://doi.org/10.1510/icvts.2005.111807>.
 23. Bemelman M, van Baal M, Yuan JZ, Leenen L. The role of minimally invasive plate osteosynthesis in rib fixation: A review. *The Korean Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2016;49(1):1–8. DOI: <https://doi.org/10.5090/kjtcs.2016.49.1.1>.
 24. Ahmed Z, Mohyuddin Z. Management of flail chest injury: Internal fixation versus endotracheal intubation and ventilation. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 1995;110(6):1676–1680. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0022-5223\(95\)70030-7](https://doi.org/10.1016/s0022-5223(95)70030-7).
 25. Engel C, Krieg JC, Madey SM, Long WB, Bottlang M. Operative chest wall fixation with osteosynthesis plates. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*. 2005;58(1):181–186. DOI: <https://doi.org/10.1097/01.ta.0000063612.25756.60>.
 26. Bemelman M, Poeze M, Blokhuis TJ, Leenen LP. Historic overview of treatment techniques for rib fractures and flail chest. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 2010;36(5):407–415. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00068-010-0046-5>.

Информация об авторах

Сергей Валерьевич Глиняный  — заведующий ортопедо-травматологическим отделением № 1, травматолог-ортопед, Сургутская клиническая травматологическая больница, Сургут, Россия; ассистент кафедры хирургических болезней, медицинский институт, Сургутский государственный университет, Сургут, Россия.

E-mail: trauma86@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-8360-8309>

Евгений Иванович Петров — травматолог-ортопед ортопедо-травматологического отделения № 1, Сургутская клиническая травматологическая больница, Сургут, Россия; аспирант кафедры хирургических болезней, медицинский институт, Сургутский государственный университет, Сургут, Россия.

E-mail: trauma-ort86@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-9763-0596>

Владимир Васильевич Дарвин — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой хирургических болезней, медицинский институт, Сургутский государственный университет, Сургут, Россия; главный внештатный хирург, Сургутская окружная клиническая больница, Сургут, Россия.

E-mail: darvinvv@surgutokb.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2506-9798>

Information about the authors

Sergey V. Glinany[✉] — Head of the Orthopedic and Traumatology Department No. 1, Orthopedic Traumatologist, Surgut Clinical Trauma Hospital, Surgut, Russia; Assistant of the Department of Surgical Diseases, Medical Institute, Surgut State University, Surgut, Russia

E-mail: trauma86@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-8360-8309>

Evgeny I. Petrov — Orthopedic-Traumatologist of the Orthopedic and Traumatology Department No. 1, Surgut Clinical Trauma Hospital, Surgut, Russia; Postgraduate Student of the Department of Surgical Diseases, Medical Institute, Surgut State University, Surgut, Russia.

E-mail: trauma-ort86@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-9763-0596>

Vladimir V. Darvin — Doctor of Sciences (Medicine), Professor, Head of the Department of Surgical Diseases, Medical Institute, Surgut State University, Surgut, Russia; Chief Freelance Surgeon, Surgut District Clinical Hospital, Surgut, Russia.

E-mail: darvinvv@surgutokb.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2506-9798>

Рукопись получена: 2 апреля 2025. Одобрена после рецензирования: 5 мая 2025. Принята к публикации: 30 мая 2025.

Received: 2 April 2025. Revised: 5 May 2025. Accepted: 30 May 2025.