

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Самарский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации**

**На правах рукописи**

**БЕНЯН Армен Сисакович**

**СОВРЕМЕННАЯ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННАЯ ХИРУРГИЧЕСКАЯ  
ТАКТИКА У ПАЦИЕНТОВ С МНОЖЕСТВЕННЫМИ И  
ФЛОТИРУЮЩИМИ ПЕРЕЛОМАМИ РЕБЕР**

**14.01.17 - Хирургия**

**Диссертация на соискание ученой степени  
доктора медицинских наук**

**Научный консультант -  
доктор медицинских наук,  
профессор Корымасов Е.А.**

**Самара, 2017 г.**

## Оглавление

	Стр.
Оглавление .....	2
Введение .....	4
Глава 1 Обзор литературы .....	16
1.1. Клиническая картина и диагностика множественных и флотирующих переломов ребер .....	16
1.2. Тактические и методологические вопросы лечения пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер .....	27
1.3. Способы стабилизации грудной клетки .....	31
1.4. Показания и противопоказания к хирургической стабилизации грудной клетки и оперативной фиксации ребер..	54
1.5. Роль и место торакоскопии в диагностике и лечении внутригрудных повреждений .....	59
Глава 2 Материал и методы исследования .....	65
2.1. Общая характеристика пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер .....	65
2.2. Методы исследования .....	81
Глава 3 Общая характеристика методов лечения у пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер .....	95
3.1. Методы лечения пациентов в группе сравнения .....	95
3.2. Основные положения разработанной дифференцированной хирургической тактики у пациентов основной группы .....	100
3.3. Методы лечения пациентов в основной группе .....	107
Глава 4 Непосредственные результаты применения различных компонентов разработанной хирургической тактики у пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер .....	131

4.1. Сравнительная оценка непосредственных результатов различных способов стабилизации грудной клетки у пациентов группы сравнения и основной группы .....	131
4.2. Сравнительная оценка непосредственных результатов лечения внутривидеоторакоскопических повреждений у пациентов группы сравнения и основной группы .....	190
Глава 5 Интегральная оценка эффективности разработанной хирургической тактики у пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер .....	212
Заключение .....	223
Список литературы .....	272
Приложения .....	325

## Введение

### Актуальность проблемы

Тотальная экспансия самых разнообразных техногенных достижений в жизни человечества сопровождается ростом травматизма и его влиянием на демографические и социальные показатели [Агаджанян В.В., 2006; Порханов В.А. и соавт., 2016; Thomas M.O. et al., 2009; Tariq U.M. et al., 2011; Schulz-Drost S. et al., 2016]. Механическая травма является одной из ведущих проблем современной медицины и третьей по значимости причиной смертности населения, а в структуре причин летальности и инвалидности в возрастной группе до 40 лет она занимает первое место, опережая сердечно-сосудистые, онкологические и инфекционные заболевания вместе взятые [Багненко С.Ф. и соавт., 2009; Котельников Г.П., Труханова И.Г., 2009; Абакумов М.М., 2011; Левченко Т.В. и соавт., 2014; Subhani S.S. et al., 2014].

Травма органов грудной клетки составляет 10 - 12% от всех механических повреждений [Жестков К.Г. и соавт., 2006; Самохвалов И.М. и соавт., 2011; Плаксин С.А., Черкасов В.А., 2014; Mauberry J.C. et al., 2009; Al-Koudmani I. et al., 2012; Kasotakis G. et al., 2017]. В общей структуре политравмы торакальная травма встречается у 23 – 56,9% пострадавших, при этом закрытые повреждения груди составляют 92% от всей торакальной травмы. В качестве доминирующего вида повреждения закрытая травма грудной клетки присутствует у 9% пациентов с политравмой с показателями летальности около 30% [Андон Л.Г. и соавт., 2011; Пронских А.А. и соавт., 2014; Ikonen A. et al., 2013]. По данным Z. Ahmed и Z. Mohyuddin (1995), тяжелая закрытая травма груди ответственна за 25% летальных исходов, связанных с травмой, и является компонентом танатогенеза еще у 25% погибших. Причем у 60% пострадавших смерть наступает на месте катастрофы, у 21,7% - во время транспортировки и у 18,3% - после госпитализации [Багненко С.Ф., Тулупов А.Н., 2009; Steinwall D. et al., 2012].

Тяжесть травмы грудной клетки в равной степени обусловлена нарушениями целостности грудинно-реберного каркаса и повреждениями

внутренних органов [Даниелян Ш.Н. и соавт., 2011; Цеймах Е.А. и соавт., 2013; Landreneau R.J. et al., 1991; Xu J.Q. et al., 2015]. Переломы ребер являются наиболее частым повреждением при закрытой травме грудной клетки и встречаются у 35 - 92% пострадавших. Их наличие считается значимым показателем тяжести повреждений, так как отражает силу основного удара, приходящегося на грудную стенку. При переломах более 6 ребер летальность достигает 15% [Авзалетдинов А.М. и соавт., 2011; Bergeron E. et al., 2003; Flagel V.T. et al., 2005; Vyhnanek F. et al., 2015].

Одной из наиболее тяжелых форм закрытой травмы грудной клетки являются множественные и флотирующие переломы ребер, частота которых достигает 20% от всех травм грудной клетки, а летальность составляет 10 - 46% [Davignon K. et al., 2004; Gunduz M. et al., 2005; Zehr M. et al., 2015]. По сводным данным, у погибших от травмы груди флотирующие переломы ребер встречаются в 52,1 – 63,6% случаев [Dongel I. et al., 2013; Dehghan N. et al., 2014]. Множественные и флотирующие переломы ребер в 80 – 90% случаев сопровождаются внутриплевральными повреждениями: гемоторакс и пневмоторакс, ушиб легких и сердца, повреждения диафрагмы [Герасименко А.И. и соавт., 2002; Алиев С.А. и соавт., 2010; Руденко М.С. и соавт., 2012; Athanassiadi K. et al., 2010; Freixinet Gilart J. et al., 2011; Wang S. et al., 2011].

Проблема лечения множественных и флотирующих переломов ребер еще далеко не решена, что связано с особенностями торакальных повреждений, недостаточным знанием специалистами современных способов диагностики и лечебной тактики. В большинстве научных работ делается акцент на лечение флотирующих переломов ребер, при этом отмечается, что пациенты с множественными переломами ребер также представляют собой весьма важную проблему [Бисенков Л.Н., 2004; Абакумов М.М., 2011; Войновский А.Е., Шабалин А.Ю., 2012; Рутенбург Г.М. и соавт., 2012; Тулупов А.Н. и соавт., 2014; Bulger E.M. et al., 2004; Iwasaki Y. et al., 2006; Ferguson M.K., 2011; DeFreest L. et al., 2015; Wu N. et al., 2015].

В последнее время сформировались 3 принципиально разные лечебные доктрины в зависимости от специальности врача, который занимается пациентами с множественными и флотирующими переломами ребер: хирургическая – направленная на лечение повреждений внутренних органов, травматологическая – на лечение нестабильности и деформаций костного каркаса грудной клетки, реаниматологическая - на лечение острой дыхательной недостаточности (ОДН). При этом отсутствуют единые лечебно-диагностические алгоритмы, которые позволили бы комплексно подойти к оказанию помощи этой категории пациентов [Casos S.R., Richardson J.D., 2006; Rico F.R. et al., 2007; Molnar T.F., 2010; Muhm M. et al., 2013; Zhang Y. et al., 2015].

### **Степень разработанности темы исследования**

Достигнутые отечественными хирургическими школами успехи в лечении пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер одновременно высветили достаточно много нерешенных проблем.

Благодаря фундаментальным исследованиям пермской школы хирургов были разработаны основные аспекты патогенеза и танатогенеза травмы груди, вопросы ее диагностики и лечения, предложена классификация [Вагнер Е.А. и соавт., 1990; Черкасов В.А. и соавт., 2004; Плаксин С.А. и соавт., 2012].

Проблемы лечения травмы груди в военное время нашли отражение в работах И.М. Самохвалова и соавт. (2011), Л.Н. Бисенкова и соавт. (2015), П.Г. Брюсова (2015), которые обосновали ведущую роль торакоскопии при внутриплевральных повреждениях, исследовали эффективность различных режимов искусственной вентиляции легких (ИВЛ) при ушибе легких и ОДН.

Опыт Санкт-Петербургского НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе позволил создать концепцию оказания помощи пострадавшим с сочетанной травмой [Шапот Ю.Б. и соавт., 2007; Багненко С.Ф. и соавт., 2009; Тулупов А.Н. и соавт., 2014], а благодаря исследованиям Московского НИИ скорой помощи им. Н.И. Склифосовского разработана стратегия лечения острого

периода торакальной травмы и ее инфекционных осложнений [Воскресенский О.В. и соавт., 2011; Абакумов М.М., 2013; Даниелян Ш.Н. и соавт., 2013].

В нашей стране достаточно хорошо разработаны торакоскопическая фиксация отломков ребер при флотирующих переломах [Жестков К.Г. и соавт., 2006], реконструктивные операции при травматической деформации груди [Вишневецкий А.А. и соавт., 2005], созданы современные протоколы ведения пострадавших с тяжелой травмой груди и политравмой [Агаджанян В.В., 2008; Пронских А.А. и соавт., 2014], изучена роль изменений системы гемостаза в формировании морбидного статуса у пострадавших с тяжелой травмой грудной клетки и предложены мероприятия по ее коррекции [Колесников В.В. и соавт., 2013; Цеймах Е.А. и соавт., 2013].

Однако приводимые в ряде работ методы лечения множественных и флотирующих переломов ребер являются порой противоположными [Плечев В.В., Фатихов Р.Г., 2003; Белоконев В.И. и соавт., 2013; Котов И.И. и соавт., 2014; Tanaka H. et al., 2002; Balci A.E. et al., 2004; Granetzny A. et al., 2005; Moreno De La Santa Barajas P. et al., 2011; Marasco S.F. et al., 2013; Yasuda R. et al., 2015; Qui M. et al., 2016; Swart E. et al., 2017].

Отмечается определенная сдержанность в выборе хирургических методов лечения, что связано с отсутствием четко обозначенных показаний к фиксации переломов ребер, ресурсоемкостью технологий, различием во взглядах и подходах отечественных хирургических школ.

В работах, посвященных комплексному лечению сочетанной травмы при множественных повреждениях, большее внимание уделяется иным повреждениям, чем переломам ребер - одновременно упоминаются вполне современные системы остеосинтеза костей конечностей и относительно устаревшие методы лигатурной фиксации поврежденных ребер [Ладейщиков В.М., 2008; Калинин А.Г., 2009; Хмара А.Д. и соавт., 2012]. Даже в среде приверженцев хирургического лечения множественных и флотирующих переломов ребер многие вопросы нуждаются в актуализации - отсутствует стандартизация техники остеосинтеза ребер, не отработана технология его

сочетанного проведения с внутривидеальными миниинвазивными манипуляциями [Жестков К.Г. и соавт., 2006; Пронских А.А. и соавт., 2015; Zegg M. et al., 2012; Majercik S. et al., 2014; Zaidenberg E.E. et al., 2015].

Требуют уточнения показания к применению других способов стабилизации грудной клетки - скелетного вытяжения, внутренней пневматической стабилизации, осуществляемой путем ИВЛ, внешней фиксации [Бурлука В.В., 1996; Соколов В.А., 2004; Round J.A., Mellor A.J., 2010; Ota H. et al., 2015]. Ни в одном современном исследовании не рассматривается этапность и преемственность в применении разных лечебных методов у пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер, отсутствует научное обоснование сочетанного их применения [Агаджанян В.В., 2008; Todd S.R. et al., 2006; Nirula R. et al., 2010; Kesinger M. et al., 2013; Marasco S. et al., 2015].

Обозначенные проблемы требуют разработки единой методологии и тактики хирургического лечения пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер, чему и посвящена данная работа.

### **Цель исследования**

Повышение эффективности медицинской помощи пациентам с множественными и флотирующими переломами ребер путем разработки и внедрения дифференцированной хирургической тактики, основанной на многофакторном анализе характеристик травмы и условий оказания медицинской помощи.

### **Задачи**

1. Изучить частоту и причины неудовлетворительных результатов лечения пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер.

2. Разработать и внедрить дифференцированную хирургическую тактику у пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер, а также лечебно-диагностические алгоритмы при различных клинических вариантах, основанные на многофакторном анализе характеристик травмы и условий оказания медицинской помощи.

3. Провести сравнительный анализ непосредственных результатов применения различных способов стабилизации грудной клетки у пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер.

4. Определить эффективность внутренней пневматической стабилизации как компонента дифференцированной хирургической тактики у пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер.

5. Изучить непосредственные результаты разработанной дифференцированной хирургической тактики у пациентов с изолированной травмой груди и у пациентов с доминирующим повреждением груди при сочетанной травме.

6. Определить оптимальные хирургические доступы при проведении остеосинтеза ребер.

7. Усовершенствовать оперативную технику остеосинтеза ребер и торакоскопии.

8. Оценить эффективность внедрения дифференцированной хирургической тактики с использованием принципов доказательной медицины.

### **Научная новизна**

Разработана и предложена дифференцированная хирургическая тактика у пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер.

Доказано преимущество остеосинтеза ребер в достижении стабилизации грудной клетки и восстановлении целостности грудинно-реберного каркаса, в том числе у пациентов с тяжелой сочетанной травмой.

Обоснован выбор способа остеосинтеза в зависимости от вида и локализации перелома ребер.

Предложены оптимальные хирургические доступы при проведении остеосинтеза ребер и технические приспособления, облегчающие их выполнение. Доказано преимущество выполнения разреза в проекции линии переломов. Впервые разработана рентгеноконтрастная сетка для маркировки операционного поля и выбора оптимального доступа (Патент РФ на полезную модель №152847 от 20.06.2015 г.).

Обосновано этапное и сочетанное применение различных способов стабилизации грудной клетки при множественных и флотирующих переломах ребер.

Определены роль и место внутренней пневматической стабилизации в лечении пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер.

Впервые предложен способ стабилизации грудной клетки при флотирующих переломах ребер с использованием принципа лечения ран отрицательным давлением (Патент РФ на изобретение №2578182 от 20.03.2016 г.).

Обосновано сочетанное применение остеосинтеза ребер и торакоскопии.

Впервые разработан троакар для облегчения выполнения миниинвазивных операций в труднодоступных зонах (Патент РФ на полезную модель №154109 от 20.08.2015 г.).

Впервые разработано устройство для проведения эндоскопических операций (Патент РФ на полезную модель №152849 от 20.06.2015 г.).

Впервые разработано устройство для внеочаговой фиксации множественных и флотирующих переломов ребер и грудины (Патент РФ на полезную модель №134778 от 27.11.2013 г.).

### **Теоретическая и практическая значимость**

Использование дифференцированной хирургической тактики у пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер позволяет выбрать наиболее оптимальный способ восстановления целостности поврежденных ребер и стабилизации грудной клетки, снизить частоту послеоперационных осложнений и летальность.

Преимущество в применении различных методов стабилизации грудной клетки на этапах оказания хирургической помощи является главным фактором в достижении стабилизации общего состояния пострадавших и тем самым обеспечивает переносимость пациентом окончательных стабилизирующих вмешательств на этапе специализированной торакальной хирургической помощи.

Применение остеосинтеза ребер с использованием анатомических реберных пластин позволяет эффективно восстановить целостность ребер и достичь стабилизации грудной клетки, что обуславливает сокращение сроков ИВЛ, снижение частоты осложнений и летальности.

Предложенная сетка для маркировки операционного поля улучшает топографическую диагностику переломов ребер и способствует оптимизации хирургического доступа. Разработанные троакары и устройство для проведения эндоскопических операций усовершенствуют технику остеосинтеза и торакоскопии путем уменьшения длины хирургического доступа, обеспечения точных прецизионных манипуляций в плевральной полости и, тем самым, снижают травматичность вмешательств.

Выполнение торакоскопии дает окончательное представление о характере внутриплевральных повреждений, минимизирует операционную травму, позволяет надежно реализовать весь необходимый объем восстановительных манипуляций.

Сочетание хирургических методов стабилизации грудной клетки и различных методов ИВЛ (внутренней пневматической стабилизации) обеспечивает более эффективное восстановление самостоятельного дыхания и купирование внутриплевральных посттравматических состояний.

Временная стабилизация грудной клетки с использованием методов внешней фиксации и методов лечения ран отрицательным давлением способствует снижению неблагоприятных эффектов флотации грудной клетки и профилактике внутриплевральных осложнений.

### **Методология и методы исследования**

Методология диссертационного исследования была выработана путем оценки актуальности и степени разработанности темы, основанной на изучении литературных и статистических данных. Планирование научной работы включало в себя определение объектов исследования, цели, задач, а также перечня современных методов диагностики и лечения и статистической обработки результатов.

Предметом научного исследования стали пациенты с множественными и флотирующими переломами рёбер. Для объективизации исходных данных и полученных в ходе лечения результатов у пациентов были использованы методы лучевой, ультразвуковой, лабораторной диагностики. Статистический анализ и математическая обработка результатов лечения проводились с помощью современных компьютерных технологий и с использованием принципов доказательной медицины.

### **Положения, выносимые на защиту**

1. Хирургическая тактика у пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер основана на этапном и сочетанном применении различных способов стабилизации грудной клетки и лечения внутриплевральных повреждений, а также на максимально быстром выполнении высокотехнологичных вмешательств на этапе специализированной торакальной хирургической помощи.

2. Выбор лечебно-диагностического алгоритма у пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер зависит от клинического варианта переломов ребер, характера внутриплевральных повреждений, тяжести сочетанных повреждений и условий оказания медицинской помощи.

3. Остеосинтез ребер с применением анатомических реберных пластин является наиболее эффективным способом хирургической фиксации переломов ребер и стабилизации грудной клетки.

4. Оптимальным хирургическим доступом при проведении остеосинтеза является разрез в проекции линии переломов ребер, при этом необходимо применение специального хирургического инструментария.

5. Предложенная дифференцированная хирургическая тактика целесообразна как при изолированной травме груди, так и при доминирующем повреждении груди у пациентов с сочетанной травмой.

### **Степень достоверности результатов исследования**

Достоверность полученных результатов и выводов научного исследования определяется использованием достаточного количества

клинического материала, современных и информативных методов исследования и статистической обработки данных с применением критериев доказательной медицины.

На основании проведенной проверки первичной документации установлено, что все материалы диссертации достоверны и получены автором лично. Автор принимал непосредственное участие на всех этапах проведенного исследования.

### **Апробация результатов исследования**

Материалы диссертации были доложены на II Московском Международном конгрессе травматологов и ортопедов «Повреждения при дорожно-транспортных происшествиях и их последствия: нерешенные вопросы, ошибки и осложнения» (Москва, 2011); на XXI, XXV Национальных конгрессах по болезням органов дыхания (Уфа, 2011; Москва, 2015); на 877, 886-м, 902-м заседаниях Самарского областного научно-практического общества хирургов (Самара, 2010, 2012, 2013); на 22-м Ежегодном конгрессе Европейского респираторного общества (Вена, Австрия, 2012); на V, VII Межрегиональных научно-практических конференциях «Тольяттинская осень» «Неотложные состояния в практике многопрофильного стационара» (Тольятти, 2012, 2014); на III, IV, V Международных конгрессах «Актуальные направления современной кардио-торакальной хирургии» (Санкт-Петербург, 2013, 2014, 2015); на 23-м Мировом конгрессе кардиоторакальных хирургов (Сплит, Хорватия, 2013); на II Конгрессе травматологов и ортопедов «Травматология и ортопедия столицы. Настоящее и будущее» (Москва, 2014); на XVIII Всероссийской научно-практической конференции «Многопрофильная больница: интеграция специальностей» (Ленинск-Кузнецкий, 2014); на X Юбилейном Всероссийском съезде травматологов-ортопедов (Москва, 2014); на XII Съезде хирургов России (Ростов-на-Дону, 2015); на VI Ежегодной межрегиональной научно-практической конференции с международным участием «Инновационные технологии в лечении ран и раневой инфекции» (Санкт-Петербург, 2015); на Крымском форуме травматологов-ортопедов 2016

«Основные направления отечественной травматологии и ортопедии» (Ялта, 2016); на Всероссийской конференции «Оказание скорой медицинской и неотложной медицинской помощи раненым и пострадавшим при массовом поступлении», 3-го съезде врачей неотложной медицины (Москва, 2016); на международной конференции травматологов-ортопедов «Применение современных технологий лечения в российской травматологии и ортопедии» (Москва, 2016); на II Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные технологии в неотложной торакальной хирургии и травматологии» (Самара, 2016).

### **Внедрение результатов исследования**

Основные тактические подходы, разработанные в диссертации, были внедрены в работу хирургического торакального, общехирургического и травматологического отделений ГБУЗ «Самарская областная клиническая больница им. В.Д. Середавина», отделения торакальной хирургии ГБУЗ СО «Тольяттинская городская клиническая больница №5», хирургического отделения №7 ГБУЗ «Самарская городская клиническая больница №1 им. Н.И. Пирогова», хирургического отделения ГБУЗ «Самарская городская клиническая больница №2 им. Н.А. Семашко» и подтверждены актами внедрения.

Результаты проведенных исследований используются в учебном процессе на кафедре хирургии института профессионального образования ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России.

### **Личный вклад автора**

Личный вклад соискателя диссертации заключается в изучении актуальности и дефиниции проблемы лечения пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер, разработке концепции научного исследования, определении цели, задач и методологии научной работы, обосновании предложенной тактики лечения пациентов, самостоятельном проведении большинства операций, проведении анализа полученных данных с

последующей статистической обработкой, формулировке заключительных выводов и практических рекомендаций.

### **Связь темы диссертации с планом основных научно-исследовательских работ университета**

Диссертационная работа соответствует инициативному плану НИР ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России, комплексной теме кафедры хирургии института профессионального образования: «Организация специализированной помощи и дифференцированная тактика при повреждениях и заболеваниях органов грудной клетки» (Регистрационный номер АААА-А16-116050560040-8). Диссертационное исследование соответствует паспорту научной специальности 14.01.17 – Хирургия.

### **Публикации по теме диссертации**

Результаты научных исследований изложены в 75 публикациях, из которых - 23 статьи в журналах, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации для публикаций результатов кандидатских и докторских диссертаций. Получен 1 Патент РФ на изобретение и 4 Патента РФ на полезные модели.

### **Объем и структура диссертации**

Диссертация изложена на 334 страницах машинописного текста, состоит из введения, обзора литературы, 4 глав собственных результатов, заключения, выводов и практических рекомендаций, перспектив дальнейшей разработки темы, библиографического указателя, приложений. Библиографический список включает 475 источников литературы, из них 135 отечественных и 340 иностранных. Работа иллюстрирована 68 таблицами и 41 рисунком.

## **Глава 1. Обзор литературы**

### **1.1. Клиническая картина и диагностика множественных и флотирующих переломов ребер**

#### **Терминология и классификация**

Перелом – нарушение целости ребра, вызванное физической силой или патологическим процессом. Множественными считаются переломы 3 и более ребер с одной стороны грудной клетки. При локализации линии множественных переломов по передней или боковой поверхностям и наличии выраженного смещения отломков возникают нарушения каркасности грудной клетки и тяжелые повреждения внутренних органов, что часто обозначается термином «stove-in chest» - «раздавленная грудная клетка» [Котельников Г.П., Миронов С.П., 2011; Bloomer R. et al., 2004; Bastos R. et al., 2008; Paydar S. et al., 2012; Huber S. et al., 2014].

При наличии флотирующих (множественных двойных, фрагментарных) переломов ребер, сопровождающихся формированием патологически подвижных частей грудной клетки, развивается нестабильность всей грудной клетки, клинически проявляющаяся феноменом «парадоксального дыхания» и приводящая к возникновению ОДН и гемодинамическим расстройствам. Считается, что для возникновения флотации необходимо наличие переломов не менее 2 ребер по 2 линиям [Вагнер Е.А., 1969; Borelly J., Aazami M.H., 2005; Simon B. et al., 2012; Tanahashi M., Niwa H., 2015].

В англоязычной терминологии принято единое обозначение флотирующих переломов - «flail chest», тогда как в среде отечественных авторов до сих пор не существует унифицированного подхода к определению этого состояния [Karev D.V., 1997; Pettiford B.L. et al., 2007; Cataneo A.J. et al., 2015]. В фундаментальных исследованиях Е.А. Вагнера (1981) используется термин «реберная створка», А.А. Вишнеvский и соавт. (2005) применяют понятие «окончатые переломы ребер», В.В. Ключевский (1991) и Н.Г. Ушаков (2010) – «рёберный клапан». В последние годы торакальные хирурги используют термины «флотирующие переломы ребер», «флотирующие

реберные клапаны», «флотирующие реберные фрагменты» [Жестков К.Г. и соавт., 2006; Маслов В.И., Тахтамыш М.А., 2007; Колкин Я.Г. и соавт., 2009].

В основу классификации закрытой травмы груди Е.А. Вагнером и соавт. (1981) было положено разделение травматических проявлений в зависимости от наличия или отсутствия повреждений костного каркаса груди и внутренних органов, а также подчеркивался изолированный или сочетанный характер травмы.

Согласно классификации Г.Н. Цыбуляк (1995), в зависимости от локализации повреждений различают передний (грудинно-реберный), переднебоковой, боковой и задний реберный клапан.

Что же касается англоязычной интерпретации, то в классификациях и шкалах обозначается лишь одно- или двусторонний характер флотирующих переломов - «unilateral flail chest» или «bilateral flail chest». При этом III степени тяжести повреждения грудной стенки по шкале Injury Severity Score (ISS) соответствует флотация менее 3 ребер с одной стороны, IV степени – флотация более 3 ребер с одной стороны, а V степени – флотация более 3 ребер с двух сторон [Baker S.P. et al., 1974; Moore E.E. et al., 1992; Ahmad M.A. et al., 2010].

В 2016 году была предложена новая радиографическая шкала переломов ребер «Rib Score», целью которой была корреляция качественно-количественных характеристик переломов ребер с прогнозированием осложнений. В этой шкале I варианту соответствуют переломы 6 и более ребер, II варианту – двусторонние переломы, III варианту – флотирующие переломы, IV варианту – переломы 3 и более ребер со смещением, V варианту – перелом I ребра, VI варианту – не менее 1 перелома в трех анатомических зонах [Charman V.C. et al., 2016].

### **Эпидемиология, статистика**

Множественные переломы ребер характеризуются смещением отломков, деформациями грудной клетки, повреждением внутриплевральных органов и ведут к нарушению каркасности грудной клетки [Simon B. et al., 2012].

Появление флотации (патологической подвижности) грудной стенки означает серьезную травму, приводящую более чем в половине случаев к дыхательной недостаточности и необходимости вентиляционной поддержки [Velmahos G.C. et al., 2002]. Критериями значимости флотирующего перелома считаются участие в акте дыхания скелетной мускулатуры (поверхностных мышц груди и шеи), частоту дыхания (ЧД) более 30 в 1 минуту, парциальное давление углекислого газа в артериальной крови ( $P_aCO_2$ ) более 50 мм рт.ст., сатурация артериальной крови кислородом ( $SpO_2$ ) менее 90% [Багненко С.Ф., Тулупов А.Н., 2009]. При множественных односторонних переломах жизненная емкость легких на стороне повреждения уменьшена на 30%, при реберной створке – на 50% [Вагнер Е.А. и соавт., 1990; Fagevik Olsen M. et al., 2013]. Сходные данные были получены в современных экспериментальных исследованиях G.P. Slobogean et al. (2015).

Частота возникновения флотации грудной клетки зависит не только от количества и локализации переломов ребер, но и от степени повреждения межреберных мышц, а также от конституциональных особенностей пострадавшего [Крюков В.Н., Кашулин А.М., 1975; Ciraulo D.L. et al., 1994; Carrello M., De Troyer A., 1997]. Флотация грудной клетки встречается у 20% пациентов с изолированной закрытой травмой груди и у 70,4% пациентов с сочетанной травмой [Багненко С.Ф., Тулупов А.Н., 2009; Di Fabio D. et al., 1995; Liman S.T. et al., 2003]. В структуре пациентов с нестабильной грудной клеткой передний «реберный клапан» встречается у 17,1%, боковой «реберный клапан» - у 78%, задний «реберный клапан» - у 4,9% пострадавших [Измайлов Е.П. и соавт., 2011].

Тяжесть пострадавших с множественными и флотирующими переломами ребер в равной степени определяется нарушениями каркасной функции грудной клетки и сочетанными повреждениями внутренних органов [Даниелян Ш.Н. и соавт., 2013; Adebajo S.A., 1993; Athanassiadi K. et al., 2004; Garcia Villar C. et al., 2014]. Повреждения внутриплевральных органов и развитие ряда специфических осложнений при множественных и флотирующих

переломах ребер обусловлены постоянной травматизацией отломками ребер. Такие повреждения, как разрыв аорты, разрывы трахеи и крупных бронхов, перелом грудины сами по себе обуславливают летальность до 47,9%, а высокая частота гемо- и пневмоторакса, ушиба легких, патологических ателектазов и пневмонии отражается на течении травмы и развитии осложнений [Порханов В.А. и соавт., 2016; Ciraulo D.L. et al., 1994; Carter R.R. et al., 2011; Liu J. et al., 2011; Dehghan N. et al., 2014]. Имеется прямая зависимость между количеством переломов ребер и частотой пневмоторакса и эмфиземы средостения. Так, если при переломах 1-2 ребер пневмоторакс был диагностирован в 10,3% случаев, то при множественных переломах – в 18,1%, а при двусторонних – в 26,3% случаев [Авзалетдинов А.М. и соавт., 2011; Lu M.S. et al., 2008]. То же касается и травмы диафрагмы. С.А. Алиев и соавт. (2010) у 79,3% пострадавших с травмой диафрагмы отметили наличие множественных переломов ребер, при том, что частота разрывов диафрагмы при закрытой травме грудной клетки составляет всего 0,5 – 6,8% [Омаров И.Ш., 2007; Плаксин С.А., Котельникова Л.П., 2015]. Исходя из этих статистических данных, R.V. Lee et al. (1990) указывают на необходимость госпитализации пациентов с переломами 3 и более ребер в травмоцентр I уровня.

Об исходной тяжести травмы у пострадавших с множественными и флотирующими переломами ребер также свидетельствуют результаты патологоанатомического исследования: у погибших с закрытой травмой грудной клетки в сроки от 3 до 24 часов причинами смерти были повреждения ребер с флотацией, а также гемо- и пневмоторакс. Практически у всех погибших обнаружены полосчатые ателектазы, соответствующие западающим ребрам, вклинение отломков в паренхиму легкого (6,5%), клапанный пневмоторакс (2,6%) [Клевно В.А., 1994; Жестков К.Г. и соавт., 2011; Moreno De La Santa P. et al., 2013]. В целом же летальность при множественных и флотирующих переломах ребер колеблется в пределах 11-30%, в отдельных случаях достигая 40-46% [Sirmali M. et al., 2003].

На результаты лечения пациентов с переломами ребер существенное влияние оказывает и возраст. Сравнительный анализ 4 групп пациентов выявил, что наибольшие показатели летальности наблюдаются в группе пациентов старше 44 лет и переломами более 4 ребер [Holcomb J.V. et al., 2003; Battle C.E., Evans P.A., 2015]. M. Zehr et al. (2015) предложили шкалу риска летального исхода у пациентов с флотирующими переломами ребер на основании анализа 5 факторов риска: возраст, шкала комы Глазго, ИВЛ, сердечно-легочная реанимация, количество сопутствующих заболеваний. Авторами было установлено, что в зависимости от количества баллов показатели летальности могут варьироваться от 1 до 46%. Свою шкалу оценки различных факторов у пациентов с флотирующими переломами ребер, и их влияние на тактику лечения предложили и С.М. Pressley et al. (2012), а Р. Mommsen et al. (2012) провели сравнение различных шкал в отношении прогностических факторов.

Закрытая травма грудной клетки закономерно характеризуется достаточно высоким процентом внутриплевральных и системных инфекционных осложнений, развитие которых вносит существенный вклад в развитие неблагоприятных исходов [Даниелян Ш.Н., 2014; Yeо T.P., 2001]. Так, доказано, что частота легочных осложнений при сочетанной травме груди достигает 86,4%, причем в 20% случаев они выявляются позднее 7 суток после травмы, что указывает также и на трудности их диагностики [Агаларян А.Х., Агаджанян А.В., 2006; Yun J.H., Kim H.Y., 2013]. Т.В. Левченко и соавт. (2014) провели ретроспективный анализ госпитальной летальности у пострадавших с политравмой. Всего летальность составила 16%. Доминирующая торакальная травма как причина смерти зарегистрирована у 22,5% умерших пациентов. В структуре причин смерти у пострадавших с доминирующей торакальной травмой острый респираторный дистресс-синдром (ОРДС) и пневмония были у 53,3%, синдром полиорганной недостаточности (СПОН) – у 20%, сепсис – у 13,3% пациентов [Lien Y.-C. et al., 2009].

Еще одним частым поздним осложнением множественных и флотирующих переломов, встречающимся у 64% пациентов, являются деформации грудной клетки, проявляющиеся разными степенями дыхательной недостаточности, персистирующим болевым синдромом и нарушениями трудоспособности. По данным разных авторов, до 22% выживших пациентов в связи с этой причиной остаются инвалидами [Beal S.L., Oreskovich M.R., 1985; Kishikawa M. et al., 1993; Shelat V.G. et al., 2012; Fabricant L. et al., 2013; Marasco S. et al., 2015].

Таким образом, очевидно, что неудовлетворительные непосредственные и отдаленные результаты лечения пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер в немалой степени связаны с исходной тяжестью травмы грудной клетки. Это подчеркивает актуальность проблемы и обуславливает необходимость непрерывного усовершенствования имеющихся методов лечения.

### **Диагностика**

В диагностике множественных и флотирующих переломов ребер основополагающими элементами являются: определение количества, локализации и характера переломов, выявление повреждений внутриплевральных органов и сочетанных повреждений, оценка функционального влияния повреждений на показатели респираторной, сердечно-сосудистой систем и гомеостаза. Подобный многофакторный анализ позволяет провести объективную интерпретацию тяжести травмы с анатомической и патофизиологической точек зрения, и лежит в основе дифференциации лечебных подходов в пределах единой хирургической тактики.

Клиническое обследование пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер основано на классических физикальных методах: осмотр, пальпация, перкуссия, аускультация. Сбор жалоб и анамнеза проводят для выявления ведущих симптомов и синдромов (боль, одышка, кашель, кровохарканье), уточнения обстоятельств получения травмы,

первичной оценки степени тяжести повреждений. Осмотр позволяет диагностировать вынужденное положение тела пациента, наличие деформаций и изменения контуров грудной клетки, кровоизлияния в мягкие ткани, прерывистое дыхание, одышку, вовлечение вспомогательной дыхательной мускулатуры в акт дыхания. При пальпации определяют симптомы тканевой эмфиземы, крепитации отломков ребер. Перкуссия позволяет оценить наличие внутриплевральных патологических синдромов – пневмоторакс, гидроторакс, смещение средостения. Аускультативная картина соответствует ослаблению везикулярного дыхания, появлению шумов трения и плеска плевры. При наличии клинической картины повреждения других органов и систем осмотр производят совместно с другими специалистами в составе мультидисциплинарной бригады [Бисенков Л.Н., 2004; Сигал Е.И. и соавт., 2012; Ferguson M.K., 2011].

Обзорная рентгенография грудной клетки, являясь старейшим из лучевых методов диагностики заболеваний и повреждений груди, до сих пор остается одним из самых распространённых методов скрининговой диагностики у пациентов с закрытой травмой грудной клетки [Воскресенский О.В. и соавт., 2011; Dinh M. et al., 2008; Chardoli M. et al., 2013]. Однако она имеет низкую чувствительность и специфичность, особенно у пациентов с сочетанной травмой и находящихся в критическом состоянии [Hoffstetter P. et al., 2014; Park J.V. et al., 2015]. При этом возрастает роль мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ), которая позволяет в минимальные сроки осуществить диагностику всех повреждений и определить лечебную тактику. А выполнение мультипланарных и трехмерных реконструкций дает возможность наглядно представить локализацию, размеры выявленных изменений и соотношение с окружающими органами и структурами организма [Агафонова Н.В., Конев С.В., 2010; Bugaev N. et al., 2016].

Выполнение МСКТ позволяет выявлять непосредственные повреждения органов, определять точные топографические границы зон повреждений, оценивать степень посттравматических изменений. При наличии повреждений

легких визуализируют зоны ушибов, геморрагического пропитывания, наличие пневматоцеле, исследуют трахею и крупные бронхи на предмет разрыва, а также оценивают наличие фоновой патологии, способной внести свой вклад в формирование посттравматических патологических состояний [Sangster G.P. et al., 2007; Mollberg N.M. et al., 2012].

Классификация тяжести ушиба легких также основывается на данных МСКТ легких: средняя степень – ушиб до 20% объема легкого, тяжелая степень – ушиб более 20% объема легкого [Miller P.R. et al., 2001]. S. Wang et al. (2011) предложили несколько иную интерпретацию: легкая степень – ушиб менее 1/3 объема легкого, средняя степень – ушиб до 2/3 объема легкого, тяжелая степень – ушиб более 2/3 объема легкого.

МСКТ дает абсолютно точные ответы на вопросы о количестве и локализации повреждений костных структур – наличие переломов ребер, определение линий переломов, степень смещения отломков, индикация фрагментарных переломов. Возможность 3D-моделирования с помощью мультипланарной реконструкции позволяет точно представить пространственные и объемные характеристики переломов. Так, переломы ребер выявлены у 31,5% пациентов, у которых рутинное рентгенологическое обследование не обнаружило признаков переломов, у 30,7% выявлены пневмо- и гидроторакс, также не диагностированные ранее. Кроме того, такие повреждения как разрыв паренхимы легкого (5,2%), разрыв купола диафрагмы (3,5%) также диагностируются только при выполнении МСКТ [Vyhnaneck F. et al., 2011; Bier G. et al., 2015]. В отношении гемоторакса при этом исследовании определяют объем излившейся в плевральную полость крови, соотношение жидкого и свернувшегося компонентов, его осумкование в труднодоступных местах. Хорошей визуализацией метод обладает и при наличии перикардального выпота, гемоперикарда. Учитывая то, что при проведении томографии в зону сканирования неизбежно попадают и органы верхнего этажа брюшной полости, то информация об их состоянии также является вспомогательным элементом в определении объема и тяжести повреждений.

Особым видом МСКТ является КТ-ангиография, с помощью которой возможна детекция повреждения крупных сосудистых структур средостения и сердца.

Комплексное применение обзорной рентгенографии и МСКТ у пациентов с торакальной травмой в раннем посттравматическом периоде позволяет получить более полное представление о характере всех повреждений.

Таким образом, МСКТ является «золотым стандартом» в диагностике повреждений органов грудной клетки, снижает количество диагностических ошибок, способствует раннему выявлению осложнений и определяет тактику лечения [Агафонова Н.В. и соавт., 2014; Daly M. et al., 2008; Livingstone D.H. et al., 2008; Peters S. et al., 2010; Kea B. et al., 2013]. Чувствительность её равна 98%, специфичность – 100%, диагностическая ценность метода – 98%. Все это позволяет рассматривать МСКТ при травме грудной клетки в качестве основного диагностического метода с максимальной разрешающей способностью [Кармазановский Г.Г. и соавт., 2012; Кочергаев О.В. и соавт., 2014; Ishibashi H. et al., 2008; Kaewlai R. et al., 2008; Pulley B.R. et al., 2015].

В комплексе диагностических мероприятий у пациентов с закрытой травмой грудной клетки важную роль играет и ультразвуковое исследование (УЗИ). Метод позволяет диагностировать повреждения внутренних паренхиматозных органов и большинство внутриплевральных и внутрибрюшных посттравматических состояний (пневмоторакс, гемоторакс, гемоперитонеум). Кроме достаточно высокой диагностической ценности УЗИ является незаменимым методом у наиболее тяжелой нетранспортабельной категории пациентов, а также для оценки динамики изменений в процессе лечения [Клюшкин И.В. и соавт., 2007].

Высокоточным диагностическим методом, сочетающим в себе и большие лечебные возможности, является торакоскопия. По данным С.Ф. Багненко и соавт. (2007), чувствительность торакоскопии составляет 94,8%, специфичность – 87,8%, положительная прогностичность – 96,8%, отрицательная прогностичность – 80,9%, диагностическая точность – 93,7%. Диагностические возможности торакоскопии особенно актуальны в ранней диагностике

источника и темпа кровотечения у 71,8% пациентов, снижении количества недиагностированных повреждений с 9,6% до 3,6% [Агаларян А.Х., Агаджанян А.В., 2006]. Метод позволяет не только визуализировать практически все внутриплевральные повреждения, но и оценить их степень, выявить сопутствующую патологию, определить возможности их одномоментного устранения, а также провести сравнение полученной информации с данными предоперационного обследования. Повреждения диафрагмы распознаются при торакоскопии в 98% случаев, гемоторакс - в 99%, внутриперикардальная патология - в 92% случаев. Частота диагностических ошибок при проведении торакоскопии составляет менее 0,8% [Коротков Н.И. и соавт., 2006; Воскресенский О.В. и соавт., 2011; Рутенбург Г.М. и соавт., 2012; Abolhoda A. et al., 1997; Freeman R.K. et al., 2001; Fabbrucci P. et al., 2008].

Лабораторные методы у пострадавших с множественными и флотирующими переломами ребер важны для получения информации об объеме кровопотери, характере и выраженности расстройств газообмена, нарушениях водно-электролитного баланса, состоянии свертывающей системы крови. Стандартная линейка обследования включает в себя общий и биохимический анализы крови, общий анализ мочи, мультимодальное исследование бронхиального секрета и плеврального экссудата (общий анализ, цитологическое исследование, бактериологическое исследование). Динамическое исследование уровня гемоглобина при эвакуации гемоторакса путем пункции или дренирования плевральной полости позволяет судить о наличии продолжающегося кровотечения. Изучение показателей системы гемостаза необходимо для прогнозирования возможного развития тромботических и инфекционных осложнений. В тяжелых случаях при развитии СПОН проводится диагностика показателей системной воспалительной реакции: прокальцитонина, лактатдегидрогеназы, креатинфосфокиназы, С-реактивного белка, миоглобина [Колесников В.В. и соавт., 2013; Kouritas V. et al., 2012; Ghasoup A. et al., 2013].

Наиболее современным и объективным методом оценки степени ОДН, в последующем позволяющим также оценить эффективность примененных лечебных методов, является исследование газового состава крови. Снижение значений парциального давления кислорода в артериальной крови ( $P_{aO_2}$ ) и повышение  $P_{aCO_2}$  являются наиболее показательными критериями развития и прогрессирования дыхательной недостаточности [Garzon A.A. et al., 1966; Granetzny A. et al., 2005; Bakowitz M. et al., 2012]. Это тем более актуально, что применение более доступных методов исследования функции внешнего дыхания у пациентов с травмой грудной клетки в остром периоде имеет свои ограничения и, ввиду этого, малую диагностическую ценность. Применение спирометрии обосновано в отдаленные сроки, когда изучение показателей жизненной и функциональной емкости легких в динамике позволяет оценить влияние перенесенной травмы и методов лечения на реабилитацию.

В аспекте оценки возможностей хирургического лечения пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер помимо определения объема и характера повреждений, немалый интерес представляет и топическая диагностика переломов ребер. У этих пациентов достаточно часто имеются определенные объективные сложности с проецированием переломов на поверхность кожи, связанные с наличием подкожной эмфиземы, гематом мягких тканей, деформаций грудной клетки. В этих условиях достаточно сложным представляется сопоставление данных физикальных (осмотр, перкуссия, пальпация, аускультация) и инструментальных (рентгенография, МСКТ, УЗИ) методов исследования, что необходимо для адекватного планирования локализации и длины оперативного доступа [Turk F. et al., 2010]. Это, в свою очередь, диктует необходимость усовершенствования методов диагностики, применения специальных приемов, направленных на улучшение топической диагностики переломов ребер [Chan S.S. et al., 2009].

## **1.2. Тактические и методологические вопросы лечения пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер**

Разработка методов лечения множественных и флотирующих переломов ребер до сих пор является предметом острой дискуссии [Багненко С.Ф. и соавт., 2009; Althausen P.L. et al., 2011]. В зависимости от тяжести травмы грудной клетки и особенностей переломов ребер применяются консервативные и хирургические методы [Котельников Г.П., Миронов С.П., 2011]. При этом выбор метода лечения зачастую определяется без учета особенностей сочетанного повреждения костного каркаса и внутриплевральных органов, отдельно рассматриваются показания к внутриплевральным вмешательствам и к операциям на костных структурах. Также не прослеживается наличия системного подхода в выборе способа лечения непосредственно нестабильности грудной клетки. Вследствие того, что проблема находится на стыке травматологии и торакальной хирургии, существует определенная разрозненность лечебных мероприятий [Keel M., Meier C., 2007; Vemelman M. et al., 2010]. Общие и торакальные хирурги традиционно занимаются вопросами повреждений внутренних органов, в то время как уделом травматологов являются повреждения костного каркаса грудной клетки. Узкая специализация проявляется тем, что в настоящее время травматологи довольно ограниченно владеют навыками операций на грудной клетке, а торакальные хирурги не знакомы с современными принципами фиксации переломов [Fitzpatrick D.C. et al., 2010; Wiese M.N. et al., 2015].

Достаточно распространенным является мнение, что хирургические методы лечения флотирующих переломов ребер чрезвычайно травматичны, осуществление операционного доступа через травмированные мягкие ткани дает неприемлемо высокий риск гнойных осложнений, а методы «внешней фиксации» не обеспечивают необходимую стабилизацию грудной клетки и сопровождаются ограничением подвижности больного, что обуславливает развитие тяжелой гипостатической пневмонии [Жестков К.Г. и соавт., 2011; Fagevik Olsen M. et al., 2013]. Именно поэтому наиболее часто применяемым

оперативным вмешательством у пациентов с закрытой травмой груди по-прежнему остается дренирование плевральной полости [Авзалетдинов А.М. и соавт., 2011; Altintop I. et al., 2014; Dehghan N. et al., 2014].

Суть наиболее распространенного реаниматологического подхода у пациентов с флотирующими переломами ребер и ОДН заключается в применении различных режимов ИВЛ с целью достижения внутренней пневматической стабилизации грудной клетки [Малхасян И.Э., 2009; Nishiumi N. et al., 2007; Yasuda R. et al., 2015]. Однако результаты такого подхода также нельзя признать удовлетворительными в связи с появлением множества осложнений, с необходимостью трахеостомии, с длительным пребыванием в отделениях реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ), с развитием внутрибольничных инфекций [Tanaka H. et al., 2001; Chiumello D. et al., 2013]. В отдаленном периоде у выживших пациентов часто присутствуют деформации грудной клетки, проявляющиеся дыхательной недостаточностью и хроническим болевым синдромом [Khandelwal G. et al., 2011]. К тому же, в немалом количестве исследований ИВЛ предстает в виде метода лечения только легочных повреждений, или же является вспомогательным при условии применения и других методик, что создает определенные трудности в понимании определяющей роли каждого из них.

Консервативные методы лечения множественных и флотирующих переломов ребер также достаточно широко известны и включают в себя анальгезию, бронхо- и муколитическую терапию, профилактику тромботических и инфекционных осложнений, большой спектр методов физиотерапии и лечебной физкультуры. В качестве мероприятий местной терапии рекомендуется применение бандажирования или тугого бинтования грудной клетки. При этом очевидно, что консервативные методы, которые должны применяться у всех пациентов, только у небольшого количества могут выступать в качестве основного метода лечения. К тому же, даже при отсутствии показаний к хирургическому лечению повреждений костного каркаса груди у большинства пациентов имеются те или иные

внутриплевральные посттравматические состояния, требующие проведения дренирования плевральной полости или торакоскопии. А недостаточная хирургическая активность у пациентов при наличии флотации или нарушении каркасности грудной клетки приводит к усугублению ОДН, в том числе и по причине закономерно наблюдающихся при этом гиповентиляции и гиподинамии [Агаджанян В.В., 2008; Nagahiro I. et al., 2006; Carrier F.M. et al., 2009].

Существует еще 4 дискуссионных раздела в тактике лечения пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер.

Первый из них заключается в рассмотрении перелома ребер, как анатомического повреждения органа, и дифференцировке с возникающей при этом нестабильностью грудной клетки, как многокомпонентного патофизиологического механизма развития дыхательных и гемодинамических расстройств. Исходя из этой концепции, методы лечения преследуют цель не только фиксации переломов и восстановления целостности ребер, но и в большей степени – достижения стабилизации грудинно-реберного комплекса в целом. Поэтому при оценке эффективности каждого метода следует выделять и уточнять влияние на репарацию ребер и стабилизацию грудной клетки [Клевно В.А. и соавт., 2008; Veelen R. et al., 2007; Slobogean G.P. et al., 2013].

Вторым аспектом этой проблемы является обсуждение вопроса о разном вкладе повреждений костного каркаса грудной клетки и внутренних органов (преимущественно легких) в развитие острой респираторной недостаточности и последующих осложнений. Некоторые исследователи вполне обоснованно считают, что именно тяжелая травма легочной ткани и ее последствия (острое повреждение легких, ОРДС, пневмония) имеют решающее значение в прогнозе исходов травмы грудной клетки. В то же время, несомненным представляется и факт нарушения биомеханики дыхания при множественных переломах с нарушением каркасности грудной клетки и флотирующих переломах. Так или иначе, и те, и другие повреждения в равной степени участвуют в патогенезе тяжелой торакальной травмы, а потому и восстановление повреждений должно

происходить одновременно или поэтапно, но обязательно в полном объеме [Borman J.V. et al., 2006; Zegg M. et al., 2012].

Третий блок противоречий появляется на этапе определения показаний к хирургическим вмешательствам у пациентов с изолированной травмой груди и сочетанной травмой [Дзодзуашвили К.К., 2009]. Если у пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер при изолированной травме грудной клетки активная хирургическая тактика имеет достаточно много сторонников, то вопрос оперативной стабилизации у пострадавших с сочетанной травмой, тяжелой черепно-мозговой травмой (ЧМТ) является весьма дискуссионным именно из-за наличия сопутствующих повреждений и связанных с этим сложностей в определении доминирующих повреждений и прогнозировании результатов [Вагнер Е.А., Брунс В.А., 1998; Пронских А.А. и соавт., 2015; Пушкин С.Ю. и соавт., 2016; Jayle C.P. et al., 2015].

Четвертый аспект, недостаточно освещенный в литературе, касается возможностей реализации различных методов стабилизации грудной клетки в зависимости от условий оказания медицинской помощи. Очевидно, что конечные результаты лечения зависят, в том числе, и от организационных и технологических ресурсов лечебного учреждения, в которое был госпитализирован пострадавший. Отсюда вытекает необходимость этапности и очередности применения разных методов стабилизации грудной клетки и лечения внутриплевральной посттравматической патологии [Брюсов П.Г. и соавт., 2001; Агаджанян В.В., 2008; Самохвалов И.М. и соавт., 2011; Завражнов А.А. и соавт., 2016; De Lesquen H. et al., 2015].

Таким образом, рассмотрение вопросов хирургической тактики должно находиться в настоящий момент в плоскости мультидисциплинарного подхода, включающего различные варианты сочетанного или этапного использования принципиально разных способов стабилизации грудной клетки в зависимости от вида и характера переломов ребер, тяжести травмы внутриплевральных органов, наличия сочетанных повреждений, условий оказания медицинской помощи.

### 1.3. Способы стабилизации грудной клетки

#### Стабилизация с помощью внешней тракции (скелетное вытяжение)

Первый опубликованный способ успешного хирургического вмешательства, направленного на достижение стабилизации грудной клетки при флотирующих переломах ребер, принадлежит Т. Jones и E. Richardson (1926), которые описали технику чрескожной тракции за ребра посредством пулевых щипцов у ребенка с переломами 8 ребер с одной стороны. Основная идея данной технологии была в том, что тракция способна привести к расправлению легочной ткани, путем создания большей жизненной емкости для легких с меньшим сопротивлением и сниженным риском ателектазов, пневмонии и дыхательной недостаточности. Кроме того, стабилизация грудной клетки должна была снижать болевой синдром и приводить к более комфортному состоянию пациента.

Следующим шагом в развитии этого подхода стало дифференцированное применение внешней тракции только при наличии передних флотирующих переломов. При этом техника операции тоже была несколько видоизменена – вначале проводилось вкручивание винтов из сплава из хрома и кобальта в грудину с последующей их тракцией в течение 24 часов, затем применялись хирургические щипцы, за которые осуществлялась тракция грузом в 10 фунтов в течение 17 дней [Hero W.W., Eggleston F.C., 1951].

Было предложено множество способов тракции и принципов подвешивания: цапки для белья, пулевые щипцы, проведение металлической проволоки вокруг ребра, вкручивание штопора в грудину, использование с этой же целью металлического резьбового крючка из вешалки для одежды [Jaslow I., 1946; Vemelman M. et al., 2010]. Одна из эксклюзивных конструкций представляла собой острый изогнутый под углом 90° крючок, одна часть которого сгибалась и принимала Т-образную форму в тканях. Последующая тракция осуществлялась за счет крепления крючка с металлической пластиной, расположенной над кожным покровом пациента [Constantinescu O., 1965].

По мнению Е.А. Вагнера (1981), универсального метода лечения реберного клапана предложено не было, а саму тракцию грудной клетки следовало признать несовершенной. Однако и в настоящее время в ряде работ имеются указания на продолжение использования этих методик в лечении пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер. Так, В.В. Ключевский в монографии «Скелетное вытяжение» (1991) пишет об устранении парадоксальных смещений грудной стенки путем постоянного демпфированного скелетного вытяжения за грудину и ребра в местах наибольшего западения клапана по методикам Н.К. Митюнина (1964).

Эффективность скелетного вытяжения была доказана в экспериментальном исследовании, сравнивающем два различных способа внешней стабилизации. В первой группе применялось наложение адгезивного пластыря и мешочков с песком, во второй – чрескожная тракция посредством цапок для белья. При втором способе авторы получили улучшение таких респираторных параметров, как ЧД, минутный объем дыхания и жизненная ёмкость легких [Gyhra A. et al., 1996].

А.Е. Valci et al. (2004) представили сравнительные результаты лечения трех групп пациентов с флотирующими переломами ребер, сопоставимых по тяжести повреждений по шкале ISS. В I группе (n=27) были применены способы фиксации ребер шелковыми лигатурами с последующей тракцией за выведенные через кожу нити; во II группе (n=19) применялась вспомогательная вентиляция через интубационную трубку; в III группе (n=18) стабилизация осуществлялась путем ИВЛ. В итоге лечения наложение трахеостомы понадобилось у 0%, 15,8% и 22,2% пациентов соответственно; средние сроки ИВЛ составили 3,1 суток, 6,6 суток и 7,8 суток соответственно; летальность была 11,1%, 21% и 33,3% соответственно.

На эффективность скелетного вытяжения указывается и в работах Н.Г. Ушакова (2010), который провел сравнение результатов лечения двух групп пострадавших с множественными и флотирующими переломами ребер. В основной группе применялось скелетное вытяжение за ребра (грудину)

посредством пулевых щипцов и бельевых цапок в сочетании с внутренней пневматической стабилизацией; пациентам контрольной группы проводилась продленная ИВЛ. Автором было отмечено уменьшение продолжительности ИВЛ с 15 до 6 суток и снижение летальности с 34,7% до 20,9% в группе пациентов со скелетным вытяжением.

Сравнительное исследование по изучению эффективности скелетного вытяжения в сочетании с иными способами стабилизации у пациентов с флотирующими переломами ребер было проведено также Е.П. Измайловым и соавт. (2011). На основании анализа результатов лечения трех групп пациентов, в первой из которых применялись различные режимы ИВЛ, во второй – видеоассистированная миниторакотомия с наложением фиксирующих лигатур на поврежденные ребра, в третьей – скелетное вытяжение за ребра с помощью пулевых щипцов, авторами был сделан вывод, что лучшие результаты отмечались при использовании скелетного вытяжения за ребра в сочетании с продленной респираторной поддержкой в течение двух недель. Летальность при этом составила 10% по сравнению с двумя другими группами (42,8% и 16,7% соответственно).

Несмотря на это, существует мнение об «иллюзорном» эффекте скелетного вытяжения и лишь о трансформации парадоксальных движений грудной клетки, что говорит о сохранении патофизиологических эффектов нарушения внешнего дыхания [Маслов В.И., Тахтамыш М.А., 2007]. Появление иных способов стабилизации грудной клетки с более высокой и доказанной эффективностью также способствует тому, что способы внешней тракции имеют ограниченное применение. С другой стороны, минимальная инвазивность данного способа и простота выполнения манипуляции позволяют рассматривать в его качестве временного способа стабилизации у пациентов в первые часы после травмы, находящихся в состоянии шока и требующих выполнения экстренных оперативных вмешательств.

### **Стабилизация с использованием аппаратов внешней фиксации**

Оперативные хирургические технологии в лечении множественных и флотирующих переломов ребер развивались параллельно методам чрескожной тракции. С их развитием началась эра применения металлоконструкций (спицы, стержни, штифты, проволочные швы, пластины) в хирургии грудной стенки [Bemelman M. et al., 2010; Fitzpatrick D.C. et al., 2010].

Однако следует указать на принципиальное различие между способами внешней и внутренней хирургической фиксации. Практически все способы внешней фиксации преследуют роль стабилизации грудной клетки, тогда как при оперативной внутренней фиксации ребер обеспечивается восстановление целостности поврежденной кости [Клевно В.А., 1994; Ушаков Н.Г., 2011].

Одной из первых методик экстраплеврального остеосинтеза в нашей стране являлся способ, предложенный А.Ф. Греджевым и А.П. Паниотовым (1977). Суть его заключается во введении в плевральную полость через центр флотирующего участка грудной клетки специального троакара, имеющего в носовой части складывающийся шарнирный четырехзвенник, плечики которого при раскрытии упираются во внутреннюю поверхность пораженных ребер, обеспечивая плотное прикрепление их к дугообразной пластмассовой панели гайками. Обязательным условием является фиксация концов дугообразной панели, превышающей участок флотации, к неповрежденным участкам ребер или грудины.

Широко распространен также способ внеочагового экстраплеврального остеосинтеза, при котором в качестве опорных точек обычно используются неповрежденные стабильные сегменты грудной стенки, надплечья, ключицы, крылья подвздошных остей. Всего описано более 30 различных модификаций данного способа стабилизации, для достижения которой осуществляют создание жесткой внешней конструкции с помощью спиц, стержневых аппаратов, различных фиксаторов. Подобным образом удается устранить нестабильность каркаса грудной стенки, ее деформацию, а также восстановить объем плевральной полости. Большинство конструкций удаляют через 3-4

недели после образования костной мозоли. Практически все авторы отмечают малую травматичность способа, снижение летальности с 58,3 до 27,9% [Шапот Ю.Б. и соавт., 1985; Флорикян А.К., 1998; Вишне夫斯基 А.А. и соавт., 2005; Багненко С.Ф., Тулупов А.Н., 2009; Войновский А.Е., Шабалин А.Ю., 2012].

Другой тенденцией в развитии способов внешней фиксации стало стремление к достижению миниинвазивности вмешательств. В эксперименте был разработан новый способ стабилизации с помощью стержневого аппарата внеочаговой фиксации. Методика, включающая поднадкостничное введение стержней в ребра с помощью оригинального направителя, введение стержней с ограничивающей площадкой в грудину, монтаж аппарата внешней фиксации, стабилизацию грудной клетки за счет дозированной тяги за стержни, введенные в флотирующие отломки ребер и грудину, продемонстрировала устранение избыточной экскурсии флотирующего фрагмента грудной стенки малотравматичным способом [Шабалин А.Ю. и соавт., 2011].

В литературе имеется упоминание о способе фиксации поврежденных ребер к нагрудной шине. Одним из первых был способ покрытия и фиксации линии переломов ребер шиной из термопластика сроком 2-3 недели. К отрицательным сторонам этой методики относятся невозможность использовать ее при двусторонних многопроекционных переломах ребер, повреждении грудины, а также риск инфицирования по ходу лигатур [Голобородько Н.К., Булага В.В., 1989].

В 2001 году была описана усовершенствованная технология внешней фиксации, заключающаяся в покрытии и фиксации флотирующего сегмента грудной клетки с помощью протеза ручного производства из костного цемента «Pallacos». Протез при наложении покрывал зону от проксимального неповрежденного ребра до дистального, пересекая флотирующий сегмент по касательной. Ребра прикреплялись к протезу посредством швов или проволоки. Авторы доложили о лечении 56 пациентов, однако не представили детализации результатов [Glavas M. et al., 2001].

Еще одной модификацией стал способ перикостальной лигатурной фиксации флотирующих реберных клапанов к нагрудной шине. Авторами была отмечена большая эффективность методики в сравнении со скелетным вытяжением, проявляющаяся в более скором восстановлении показателей внешнего и внутреннего дыхания и снижении летальности [Маслов В.И., Тахтамыш М.А., 2007].

Оригинальное предложение содержится в работе В.И. Белоконева и В.Г. Пашкова (2004), которые использовали устройство, фиксирующее флотирующие сегменты снаружи, и торакоскопический контроль эффективности стабилизации. Новый способ панельной фиксации фрагментов грудинно-реберного каркаса при множественных и флотирующих переломах был описан в работе Я.Г. Колкина и соавт. (2009). Суть изобретения сводилась к применению внешней панели, которая удерживала введенные в плевральную полость «плечики», фиксирующие отломки ребер. Авторы продемонстрировали высокую эффективность методики, достигнув показателя летальности у оперированных пациентов в 4,7%.

К общим недостаткам этих способов можно отнести определенную трудоемкость технологий, нестабильную фиксацию, отсроченное достижение конечного результата, отсутствие эффекта восстановления целостности поврежденной кости, длительное вынужденное положение и сложности в активизации пациентов вследствие неудобств внешних конструкций, высокую частоту инфекционных осложнений [Войновский А.Е., Шабалин А.Ю., 2012]. Кроме того, каждая из описанных технологий носила сугубо «автономный» характер и фактически не имела практического распространения в хирургической среде. В то же самое время, имеющиеся данные об эффективности позволяют в ряде случаев рассматривать их в качестве способов временной или окончательной стабилизации.

Резюмируя возможности способов внешней фиксации в достижении стабилизации грудной клетки при множественных и флотирующих переломах ребер, в целом следует отметить их положительное влияние на купирование

дыхательных и гемодинамических расстройств у пострадавших, а также возможность последующей корригирующей операции при отсутствии первоначального эффекта.

### **Стабилизация с использованием внутренних фиксирующих устройств (оперативная фиксация)**

Оперативная фиксация переломов ребер вначале применялась у той категории пострадавших, у которых были показания к торакотомии. D. Elkin. и F. Cooper (1943) первыми описали технику фиксации вдавленных переломов ребер посредством металлической проволоки или швов во время открытой операции. Впоследствии с определенной частотой стали появляться сообщения об успешной лигатурной фиксации переломов ребер, в том числе, и с применением костных графтов [Хмара А.Д. и соавт., 2012; Hagen K., 1945; Graeber G.M. et al., 1985]. Аналогичная технология предусматривает фиксацию переломов ребер танталовыми скрепками, сшивающими аппаратами СГР-20 или СРКЧ-22, обеспечивая хорошую репозицию отломков и способствуя восстановлению реберного каркаса и объема грудной клетки [Кузьмичев А.П., Соколов В.А., 1983; Бисенков Л.Н., 2015].

Иные способы фиксации ребер сочетали в себе свойства традиционных методик и новых технологий. А.М. Авзалетдинов и соавт. (2011) фиксацию ребер осуществляли путем наложения полиспастного шва и укрепления синтетической сеткой, что предотвращало смещение отломков ребер и изолировало их края от окружающих тканей, препятствуя вторичному повреждению легкого.

Группе французских хирургов V. Dor et al. (1967) принадлежит первая публикация по стабилизации переломов ребер во время торакотомии с помощью спиц Киршнера. V. Beltrami et al. (1978) и N. Guernelli et al. (1979) независимо друг от друга описали метод, при котором стабилизация флотирующих переломов достигалась путем крестообразного введения двух длинных спиц Киршнера под зоны флотирующего перелома во время

торакотомии. Спицы удаляли через 30 дней. Авторами были отмечены хорошие результаты, но не представлен их детальный анализ.

Ю.Б. Шапот и соавт. (1985) предложили свою модификацию фиксации множественных многопроеctionных переломов ребер, которая заключалась в том, что спицу Киршнера изгибали по форме ребра, накладывали поверх него и фиксировали к ребру с помощью танталовых скобок модифицированным аппаратом СГР-20. Спицы удаляли через 8-10 месяцев. При такой методике фиксации не возникало деформации костно-мышечного каркаса грудной стенки, восстанавливались показатели функции внешнего дыхания и кровообращения.

В целом, за последние 50 лет было опубликовано много работ о фиксации спицами Киршнера, преимущественно с хорошими результатами [Schmit-Neuerburg K.P., et al., 1982; Bemelman M. et al., 2010]. Z. Ahmed и Z. Mohyuddin (1995) сравнили результаты лечения 26 пациентов, которым проводили фиксацию флотирующих сегментов ребер спицами Киршнера с результатами консервативного лечения 38 пациентов, которым проводилась ИВЛ. Было выявлено преимущество оперативной фиксации по таким показателям, как количество дней пребывания в ОРИТ (9 против 21 дней), количество дней на ИВЛ (3,9 против 15 дней), частота трахеостомии (11% против 37%), внутригрудных инфекций (15% против 50%), сепсиса (4% против 24%), летальности (8% против 29%).

Не менее убедительные данные были получены в проспективном рандомизированном исследовании A. Granetzny et al. (2005), в котором было проведено сравнение результатов лечения у 20 пациентов, которым была проведена интрамедуллярная фиксация спицами Киршнера, и 20 пациентов, которым проводилось консервативное лечение и ИВЛ. Наиболее значимыми были различия в продолжительности ИВЛ (2 дня против 12 дней), продолжительности пребывания в ОРИТ (9,6 дней против 14,6 дней), частоте остаточных деформаций грудной клетки (1% против 9%), пневмонии (10% против 50%) и раневых инфекций (0% против 10%) соответственно.

В то же время, авторы отмечали некоторую ротационную нестабильность переломов, связанную с малым круглым поперечным сечением спиц [Engel S. et al., 2005]. Другим недостатком являлась потенциальная потеря стабилизации перелома, связанная с миграцией спицы, что проявлялось болевым синдромом и дополнительной травматизацией окружающих тканей. Во избежание этих нежелательных последствий A. Ivancic et al. (2009) описали технологию, при которой спицы Киршнера фиксировались проволокой в виде «восьмерки» для создания большей стабильности. Миниинвазивная модификация фиксации флотирующих переломов с помощью спиц Киршнера была описана в работах К.Г. Жесткова и соавт. (2006), которые осуществляли проведение и фиксацию спиц через малые разрезы мягких тканей под контролем торакоскопии. Авторами была отмечена высокая безопасность и эффективность методики.

Другим направлением в обеспечении внутренней фиксации переломов ребер и стабилизации грудной клетки стало использование пластин, традиционно применяющихся для лечения врожденных и приобретенных деформаций грудной клетки. R.J. Landreneau et al. (1991) описали операцию, суть которой сводилась к фиксации флотирующих сегментов с помощью металлических стержней из ортопедического набора для внешней фиксации «Lunque». Стержни вводили в ребра во время торакотомии и фиксировались с помощью наружного механизма стыковки, располагающегося подкожно. Эта технология фактически является аналогом операции Nuss, которая изначально была предложена для лечения воронкообразной грудной клетки. Похожие методы были описаны позднее и другими авторами, предложившими разные варианты использования длинных металлических пластин, как самоудерживающихся (“Sea Gull Wing Prosthesis”), так и требующих дополнительной фиксации [Actis Dato G.M. et al., 1999; Carbognani P. et al., 2000; Lee S.A. et al., 2014; Kim J.J. et al., 2015].

Проведение фиксации поврежденных ребер путем использования накостных и внутрикостных пластин представлялось хирургам, занимающимся этой проблемой, также весьма привлекательной идеей. Накостный остеосинтез

подразумевал прочную фиксацию и восстановление целостности поврежденного ребра, а интрамедуллярные импланты использовали в качестве своеобразных шин, позволяющих удерживать флотирующий сегмент в нормальном анатомическом положении и предупредить парадоксальные движения без достижения жесткой фиксации [Campbell N. et al., 2010]. У интрамедуллярной фиксации имелись и некоторые преимущества перед фиксацией накостными пластинами: требовалось меньшее рассечение тканей, была меньше выступающая часть импланта, что позволяло избежать необходимости его удаления впоследствии. Первоначально авторы для проведения интрамедуллярного остеосинтеза предлагали использовать костные штифты или острые стержни [Klassen K.P., 1949; Crutcher R.R., Nolen T.M., 1956]. Для обеспечения улучшенной ротационной стабильности поврежденного ребра были сконструированы интрамедуллярные пластины «Rehbein» с прямоугольным поперечным сечением. Один конец этой пластины располагали вне костномозгового канала и фиксировали к ребру швами для ограничения возможной миграции [Schupbach P., Meier P., 1976].

Значительно позже была создана преконтурированная реберная шина для интрамедуллярной фиксации переломов ребер [Helzel I. et al., 2009]. Она имела прямоугольное поперечное сечение и была преконтурирована по естественному изгибу ребра. Пластину фиксировали к ребру с помощью блокирующего винта, что устраняло возможность миграции и обеспечивало угловую стабильность. Биомеханический анализ этого импланта показал существенные преимущества по сравнению с простой фиксацией спицами Киршнера: реберная реконструкция была на 48% крепче, она позволила избежать прорезывания и миграции, особенно в случаях переломов задних отрезков, когда имелись ограничения доступа для установки накостных пластин [Bottlang M. et al., 2010].

Развитие данного направления предусматривало и совершенствование самих пластин. Первым сообщил об использовании накостных пластин для стабилизации грудной клетки W. Sillar (1961). F. Paris et al. (1975) описали

несколько различных способов стабилизации с использованием пластин собственной конструкции. Пластины были длиной до 40 см и служили для вытяжения флотирующих сегментов. Их накладывали вдоль ребер, между ребрами или поперек ребер с использованием швов и, как правило, удалялись после заживления переломов. Эти же авторы первыми описали технику минимально инвазивного остеосинтеза пластинами, которая заключалась в проведении пластин над поврежденными ребрами из двух малых разрезов. Полученные результаты были продемонстрированы на примере лечения 4 групп пациентов: у пациентов I группы (n=11) проводили постоянную ИВЛ (летальность 73%); у 10 пострадавших II группы было применено сочетание ИВЛ и хирургической стабилизации грудной клетки (летальность 40%); в III группе 4 пациентам была проведена только хирургическая стабилизация (летальность 0%); в IV группе у 4 пациентов была выполнена торакотомия, дополненная хирургической стабилизацией (летальность 25%).

Видоизменялись и механизмы фиксации пластин к ребру [Vemelman M. et al., 2010]. Некоторые пластины необходимо было фиксировать к ребрам с помощью винтов. Однако, в ряде случаев отмечали отрыв пластины от ребра вследствие жесткости пластин и относительной мягкости ткани ребер. Преследуя цель профилактики подобного осложнения, немецким хирургом R. Labitzke (1981) была создана пластина с захватывающим ребро механизмом для облегчения фиксации пластины и снижения риска повреждения межреберных сосудисто-нервных структур, страдающих при фиксации обвивными швами (пластина «Labitzke»). Он же был и первым, кто использовал титановые пластины. Однако высокая гибкость этой пластины препятствовала ригидной фиксации флотирующего сегмента.

V. Vecsei et al. (1979) внедрили низкопрофильную пластину для проволоочной фиксации, которая не требовала последующего удаления. Однако крестообразный профиль пластины в поперечном сечении не позволял осуществлять коррекцию по контуру, а длина не более 8 см не могла перекрыть весь флотирующий сегмент. Положительные отзывы по использованию

стандартных пластин типа «Drittelrohr» были представлены также Н.Л. Lindenmaier et al. (1990). У пластин «Judet» есть краевые сжимающие секции и плоская центральная секция длиной 5,3 см, подходящая для фиксации одинарных переломов [Judet R., 1973]. Она позволяла захватывать относительно мягкую кость ребра посредством плоских крючков вместо фиксации с помощью винтов и, тем самым, снижать риск отрыва пластин и повреждения нижележащих структур от сверления дрелью.

Высокая эффективность фиксации ребер с помощью пластин «Judet» была продемонстрирована в проспективном рандомизированном исследовании Н. Tanaka et al. (2002), сравнивающим результаты оперативной фиксации и внутренней пневматической стабилизации. Были выявлены значимые различия между хирургической и нехирургической группами по количеству дней пребывания пациентов на ИВЛ (10,8 против 18,3 дней), продолжительности пребывания в ОРИТ (16,5 против 26,8 дней), частоте развития пневмонии (22% против 90%). Обнаружены также различия в частоте возврата к трудовой деятельности через 6 месяцев (61% против 5%) и в общей стоимости лечения.

Основываясь на необходимости ригидной фиксации флотирующего сегмента, J. Sanches-Lloret et al. (1982) предложили реберные пластины длиной 13-19 см с захватывающими крайними секциями, позволяющими покрыть все фрагменты флотирующего перелома одним имплантом. Циркулярная средняя секция вплотную подходила по контуру ребра, но недостатком этого был низкий профиль пластин.

С этой же целью А.К. Флорикян (1998) рекомендовал накладывать на ребра пластины из нержавеющей стали и фиксировать их к ребрам для надежности шурупами соответствующего диаметра. При размозжении большого участка ребра после удаления костных отломков и обработки сломанных ребер образовывалось довольно большое пространство, которое можно было заместить с помощью пластины.

R. Nirula et al. (2006) провели ретроспективную сравнительную оценку результатов лечения 60 пациентов с флотирующими переломами ребер, из

которых у 30 было проведено хирургическое лечение, а у 30 - консервативное лечение. Авторы использовали пластины «Adkins» и проволочные швы для фиксации флотирующих сегментов. Первичная оценка результатов по продолжительности пребывания в ОРИТ и общих сроков госпитализации не выявила статистически значимых различий между группами. Однако, количество дней ИВЛ было существенно ниже в группе оперированных лиц (2,9 дней) относительно неоперативной группы (9,4 дней).

D. Lardinois et al. (2001) среди 732 пациентов с множественными переломами ребер проспективно оценили 66 пациентов, у которых потребовалось хирургическое лечение. У всех пациентов были переднебоковые флотирующие переломы с повреждением более 4 ребер. Фиксация была проведена с использованием нержавеющей 3,5 мм реконструктивных пластин. Авторы выявили, что последующая скорейшая экстубация была возможна у 47% пациентов, а среднее количество дней ИВЛ составило 2,1 суток. Они также отметили возвращение к трудовой деятельности у 100% оперированных пациентов через 2 месяца после лечения.

А.А. Пронских и соавт. (2014) предложили оригинальную технологию остеосинтеза переломов ребер – с использованием пластин с угловой стабильностью. Оперативное восстановление каркасности грудной клетки путем открытой репозиции и последующей фиксации проводили под контролем торакоскопии. Авторами было отмечено снижение летальности с 20 до 10%, уменьшение сроков госпитализации с 37 до 25 дней, сокращение сроков ИВЛ с 16 до 7 суток.

В целом, наиболее часто используемыми имплантатами являлись стандартные трубчатые (на 1/3) реконструктивные пластины толщиной 3,5 мм, в основном по причине их повсеместной доступности. Эти пластины подходили по контуру и обеспечивали достаточную стабильность при фиксации флотирующего сегмента. Однако эти пластины были достаточно жесткими, что могло вызывать концентрацию давления и провоцировать отрыв и выхождение винта из остеопорозного ребра [Engel C. et al., 2005; Helzel I. et al., 2009]. Более

того, R. Labitzke (1981) установил, что эти пластины требуют сгибания, что делает их применение более технически сложным и трудоемким в сравнении с гибкими захватывающими пластинами.

В настоящее время методология хирургической фиксации переломов ребер находится на этапе анализа биомеханического соответствия используемых для остеосинтеза материалов акту дыхания. S.F. Marasco et al. (2012) в экспериментальном исследовании с помощью компьютерного моделирования выявили влияние физиологических актов дыхания на степень смещения отломков при задних переломах ребер, а также провели оценку двух способов фиксации: с помощью стальных и полимерных рассасывающихся пластин и винтов. Авторы пришли к заключению о том, для достижения эффекта фиксации пластинам необходимо преодоление сил движения грудной клетки при дыхании, что может быть достигнуто за счет усиления контакта в области соприкосновения кости и пластины, а также прочности самой пластины.

Биомеханическая концепция изготовления реберных пластин стала основным направлением в технологическом развитии оперативной фиксации ребер. J.R. Sales et al. (2008) опубликовали работу, в которой описали новый дизайн пластин для минимально инвазивной фиксации одиночных переломов ребер. Результатом этой работы стало создание U-образной пластины «RibLoc» - длиной не более 5 см с использованием обоих принципов (ввинчивания и захвата). В названии пластины кроется принцип ее работы - U-образная форма обеспечивает скольжение и надевание на ребро; последующая фиксация достигается за счет угловых стабилизирующих винтов.

J. Vodicka et al. (2007) описали 10-летний опыт лечения пострадавших с переломами ребер, которым хирургическая фиксация была проведена с помощью пластин «Medin». Эти пластины походили на пластины «Judet», так как ребра удерживались с помощью крючков. Хирург мог также добавить несколько дополнительных винтов, чтобы получить лучшую фиксацию.

Различие было в том, что пластины фиксировали на поверхности ребра, а не по окружности.

В 2008 году появилась новая система фиксации ребер из Франции «Stratos» (аббревиатура от «Strasbourg thoracic osteosynthesis system»). Она была предназначена полностью для лечения только переломов ребер и деформаций грудной стенки. Механизм фиксации аналогичен пластинам «Judet». Система также оснащена дугами, которые могут быть соединены с пластинами для покрытия или подвешивания сегментов грудной стенки [Moreno De La Santa Barajas P. et al., 2010]. Ближайшие и отдаленные результаты использования этой системы продемонстрировали снижение частоты осложнений до 6,4% и летальности до 1,1% в группе оперированных пациентов с флотирующими переломами [Bemelman M. et al., 2010; Kruger M. et al., 2013; Wiese M.N. et al., 2015].

Еще одна новая технология «Matrix Rib Fixation System», включающая в себя набор анатомических реберных пластин и шин, предназначена только для фиксации ребер посредством блокирующих винтов. Пластины изготовлены из титана, их дизайн выполнен таким образом, что полностью повторяет биомеханические характеристики ребер, тем самым устраняя необходимость в использовании трафаретов и премоделировании пластины. Это уменьшает сложность операции и сокращает время, особенно при стабилизации множественных флотирующих переломов. Данные анатомические реберные пластины, специально созданные для фиксации ребер при флотирующих переломах, подтверждают рациональность использования длинных пластин, а низкий профиль и прочность обеспечивают надежную фиксацию флотирующего сегмента [Bottlang M. et al., 2010]. В последнее время появились также отдельные публикации о комбинации реберных пластин с иными биоматериалами [Zhu H.H. et al., 2009; George R.S. et al., 2014].

Эволюция материалов, из которых изготавливали реберные пластины, штифты и другие приспособления для фиксации закономерно достигла периода использования биodeградируемых и рассасывающихся материалов. J.C.

Mayberry et al. (2003) опубликовали первый опыт применения рассасывающихся пластин при лечении переломов ребер, показав хорошие клинические результаты и позиционируя технологию, как метод выбора при лечении переломов ребер. Этот подход нашел развитие в исследовании X. Chai et al. (2013), представивших результаты лечения 248 пострадавших с множественными переломами ребер. Авторы использовали биодеградируемые интрамедуллярные штифты у 28 пациентов, накостные биодеградируемые пластины с захватывающим механизмом у 141 пациента и комбинацию способов у 79 больных. Среди непосредственных результатов был всего 1 летальный исход (0,4%). В отдаленном периоде в сроки до 2 лет смещение переломов отмечалось у 2 оперированных пациентов, удаление пластин понадобилось у 11 пациентов. Авторы позиционировали этот подход, как простой и надежный способ лечения множественных переломов ребер, при этом отмечали большую прочность накостных биодеградируемых пластин с захватывающим механизмом.

Опыт использования биодеградируемых штифтов в лечении множественных переломов ребер был также представлен в исследовании J. Liu et al. (2011). Авторами оперированы 40 пациентов, из которых у 9 были флотирующие переломы. Среднее количество переломов ребер было 6 (от 4 до 10). Была использована техника внутренней фиксации с помощью биодеградируемых штифтов. Среднее количество синтезированных ребер было 5 (от 3 до 8). Авторы отметили отсутствие летальности, раневых и внутриплевральных осложнений, а также статистически значимый прирост таких показателей как  $SpO_2$  и  $PaO_2$  уже в первые часы после операции.

В целом, эту тенденцию поддерживают и другие авторы, использующие при лечении переломов ребер реберный стейплер и биодеградируемые штифты. Ими было отмечено, что при переломах ребер по длинной оси предпочтительнее использование реберных стейплеров, а при переломах по короткой оси - биодеградируемых штифтов [Igai H. et al., 2012; Liovic P. et al., 2016]. А.М. Авзалетдиновым и соавт. (2011) был предложен новый способ

стабилизации переломов ребер, осуществляемый путем резекции краев поврежденных ребер с последующей имплантацией в образовавшийся дефект алломатериала в виде «распорки» и фиксации его медицинским клеем «Сульфакрилат» и алломатериалом из твердой мозговой оболочки. Результатом применения этих подходов стало устранение флотации, уменьшение болевого синдрома, восстановление экскурсий грудной клетки, сокращение сроков госпитализации в 1,7 раза. Похожая идея была описана и в других публикациях о лечении пациентов с двусторонними флотирующими переломами ребер путем фиксации ребер к синтетическому протезу, применяющемуся для лечения грыж передней брюшной стенки, а также в различных экспериментальных исследованиях [Bibas V.J., Bibas R.A., 2006; Vodicka J. et al., 2007; Iarussi T. et al., 2010; Huang K.N. et al., 2014].

Популяризация оперативной фиксации переломов ребер по мере накопления опыта способствовала критическому анализу полученных результатов и возникающих осложнений. Хотя частота осложнений, связанных с применением специальных реберных пластин, невелика, описанные случаи являются достаточно характерными именно для этого метода лечения. При применении различных фиксирующих устройств наиболее часто отмечали послеоперационную боль, что является показанием к удалению пластин у 11% пациентов [Lardinois D. et al., 2001]. Описаны случаи миграции имплантов, особенно интрамедуллярных, с развитием хронического воспаления в окружающих тканях [Zaidenberg E.E. et al., 2015]. C.S.H. Ng et al. (2014) впервые сообщили о переломе пластины «Matrix Rib» спустя 25 месяцев после операции. Следует уточнить, что пациенту, у которого произошел перелом импланта, ранее была проведена операция резекции ребер по поводу аневризматической костной кисты и замещение ребер имплантами.

J.-P. Berthet et al. (2015) обобщили опыт двух центров, в которых проводили остеосинтез ребер по поводу флотирующих переломов и послеоперационных деформаций грудной клетки, и выявили, что у 44% пациентов в отдаленные сроки были осложнения, связанные с имплантами

(миграция или перелом пластины), в 29% случаев отмечены негативные клинические проявления, что потребовало удаления пластин.

Несмотря на ободряющие результаты оперативной фиксации переломов ребер, данный подход пока не получил должного распространения среди хирургов, занимающихся этой проблемой. Это связано со многими организационными, тактическими и методологическими вопросами: необходимость определения оптимального способа фиксации перелома и восстановления целостности ребра, вид оперативного доступа, количество ребер, необходимое для осуществления фиксации, а также сроки проведения оперативного пособия [Vyhnanek F. et al., 2015].

В настоящее время предлагается достаточно широкий спектр оперативных доступов – от сложных разрезов с обширным сепарированием мягких тканей для обеспечения доступа к максимальному количеству повреждений до миниинвазивной фиксации ребер с помощью спиц под торакоскопическим контролем [Жестков К.Г. и соавт., 2006; Gasparri M.G. et al., 2010; Muhm M. et al., 2013]. Очевидно, что травматичность оперативного доступа не должна превышать травматичность основного этапа хирургического вмешательства, а риск развития послеоперационных раневых осложнений должен быть минимизирован [Skedros J.G. et al., 2014]. Этот тезис особо важен для пациентов с травмой, у которых заведомо имеются те или иные повреждения. Всё это диктует необходимость рационального выбора оперативного доступа [Granetzny A. et al., 2005; Pacheco P.E. et al., 2009; Althausen P.L. et al., 2011; Kamiyoshihara M. et al., 2015].

В отношении количества ребер, которые необходимо синтезировать, также существуют разные мнения. По данным разных авторов, при множественных переломах ребер восстанавливать нужно наиболее смещенные ребра или те, которые являются причиной интенсивного болевого синдрома. Что касается флотирующих переломов, то фиксации подлежит большинство фрагментов поврежденного ребра. В то же время, многие авторы склоняются к тому, что в большинстве случаев необязательно фиксировать все поврежденные

ребра, достаточно достичь стабильности и восстановления контура грудной клетки [Nirula R., Mayberry J.C., 2010; Lafferty P.M. et al., 2011; Nickerson T.P. et al., 2016].

Сроки для проведения оперативной фиксации ребер также варьируют довольно в широких пределах - от 1 до 12 суток. Наиболее часто рекомендуется проведение оперативного вмешательства на вторые - третьи сутки после травмы по мере стабилизации гемодинамики [Karev D.V., 1997; Solberg B.D. et al., 2009; Bhatnagar A. et al., 2012].

Таким образом, несмотря на некоторые очевидные преимущества способов внутренней оперативной фиксации переломов, требуется тщательное обоснование различных аспектов ее проведения, что может позволить ей занять основное место в тактике лечения пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер.

### **ИВЛ - внутренняя пневматическая стабилизация**

Отдельное место в линейке существующих методов стабилизации грудной клетки занимает способ внутренней пневматической стабилизации, который подразумевает использование различных режимов ИВЛ. Первое сообщение о применении ИВЛ при тяжелой травме груди с множественными переломами ребер появилось в работе В.М. Carter и J. Giuseffi (1951). Патогенетическое обоснование предложенной методики заключалось в создании адекватного дренажа трахеобронхиального дерева за счет трахеостомии и обеспечении респираторной поддержки за счет прерывистой вентиляции легких.

Только спустя 5 лет после этой публикации появилось другое исследование, в котором пропагандировался способ постоянной механической вентиляции легких для обеспечения внутренней пневматической стабилизации при травме груди [Avery E.E. et al., 1956]. О сочетанном использовании трахеостомии и ИВЛ было сообщено в работах ряда других авторов, которые описывали эффективность способа и уменьшение показателя летальности до 33-35,7%. В данных публикациях также было дано обоснование эффективности

лечебных мероприятий путем изучения газового состава крови, а также описано применение перидуральной анестезии [Ambiavagar M. et al., 1966; Garzon A.A. et al., 1966].

Непрерывное совершенствование режимов вентиляции и использование критериев оценки эффективности стабилизации легких позволило F.J. Lewis et al. (1975) уменьшить летальность до 29% в группе из 24 пациентов с множественными переломами ребер. В работе была применена принудительная вентиляция легких через оротрахеальную или трахеостомическую трубки. Среди осложнений были отмечены пневмония у 4 пациентов (17%) и пневмоторакс у 1 (4%).

Прямо противоположные результаты были продемонстрированы J.K. Trinkle et al. (1975), которые сравнили результаты лечения двух групп пострадавших: с применением трахеостомии и принудительной механической вентиляции и с использованием только консервативных методик. Авторы представили парадоксальные результаты снижения летальности с 21% до 0%, уменьшения частоты осложнений со 100% до 20%, уменьшения сроков госпитализации с 31 до 9 суток в консервативной группе пациентов.

Аналогичные данные содержатся в работах S. R. Shackford et al. (1976, 1981), которые провели ретроспективное сравнительное исследование результатов лечения трех групп пострадавших с флотирующими переломами ребер: с применением принудительной продленной ИВЛ, с применением вспомогательных режимов вентиляции и без применения ИВЛ. Основным критерием для начала ИВЛ авторы считали снижение показателя  $PaO_2$  ниже 60 мм рт.ст. и появление симптомов ОРДС. Наилучшие результаты были получены в группе пациентов без применения ИВЛ, однако авторы указали, что тяжесть повреждений и исходные показатели газообмена в этой группе были более благоприятными. Практическим результатом работы стал вывод о дифференцированном использовании ИВЛ в зависимости от степени тяжести травмы, нарушений газообмена, наличия ОРДС.

В последние годы появилось множество сообщений о применении неинвазивной вентиляции легких (НИВЛ) при лечении пострадавших с флотирующими переломами ребер и нестабильностью грудной клетки. Н. Tanaka et al. (2001) впервые продемонстрировали возможность применения неинвазивной вентиляции в режиме «constant positive airway pressure» (CPAP) у 59 пациентов с переломами ребер. Было достигнуто сокращение сроков респираторной поддержки, уменьшение необходимости в трахеостомии и снижение показателей летальности.

В других работах также были подчеркнуты преимущества подобной пневматической стабилизации: отсутствие дополнительного стрессового фактора в остром периоде травмы и возможность временного переключения внимания врачей на другие повреждения. Выживаемость пациентов составила 93% [Nishiumi N. et al., 2007; G. Hernandez et al., 2010].

M. Gunduz et al. (2005) в рандомизированном клиническом исследовании провели сравнение результатов НИВЛ через оральную маску и постоянной принудительной вентиляции у пациентов с травмой груди, нуждающихся в респираторной поддержке. Авторы отметили, что в группе НИВЛ были ниже показатели летальности (9% против 33%) и внутрибольничной инфекции (9% против 47%), однако эффективность оксигенации и сроки пребывания в ОРИТ были одинаковыми.

D. Chiumello et al. (2013) представили мета-анализ 10 научных исследований, посвященных НИВЛ при травме грудной клетки. Было выявлено отсутствие преимуществ НИВЛ перед ИВЛ в плане уменьшения летальности, однако авторы отметили, что НИВЛ способствовала статистически значимому повышению оксигенации и коррекции газового состава артериальной крови, последующему плавному снижению фракционной концентрации кислорода во вдыхаемой газовой смеси ( $FiO_2$ ), уменьшению необходимости в интубации, снижению частоты осложнений и внутрибольничной инфекции.

Авторами другой аналогичной работы было подчеркнуто уменьшение длительности пребывания в ОРИТ, снижение частоты осложнений и

летальности в когорте пациентов, которым проводили НИВЛ. В заключении было указано, что наилучшие результаты у этого метода вентиляции были получены у гемодинамически стабильных пострадавших без явлений ОРДС и травмы центральной нервной системы [Duggal A. et al., 2013].

Подтверждение эффективности пневматической стабилизации с использованием режимов СРАР и «pressure support ventilation» (PSV) содержится в отдельных публикациях, касающихся нестабильности грудной клетки после хирургических вмешательств [Nagahiro I. et al., 2006; Dutta V., Kashyap L., 2010].

Среди других режимов вентиляции следует указать способ высокочастотной струйной и осцилляторной ИВЛ, в основу которого был положен эффект высокой частоты подачи малых порций дыхательного объема в обе фазы дыхательного цикла. Во многих работах приведены положительные эффекты способа и свидетельства его эффективности и безопасности. Проведение данного вида респираторной поддержки способствует повышению соотношения  $PaO_2 / FiO_2$ , а также восстановлению индекса оксигенации [Funk D.J. et al., 2008; Kiraly L., Schreiber M., 2010]. В то же время, J. E. Scarborough и S. N. Vaslef (2010) установили, что несмотря на полученные позитивные результаты применения высокочастотной ИВЛ у пострадавших с тяжелой травмой груди, нет убедительных доказательств преимущества этой методики перед НИВЛ.

К настоящему времени способ внутренней пневматической стабилизации приобрел повсеместное распространение и стал основным в лечении пострадавших с флотирующими переломами ребер. F.R. Rico et al. (2007) провели анализ всех используемых в настоящее время режимов ИВЛ при травме груди и описали перспективы и пути развития метода, профилактику осложнений.

Не менее важным является и определение оптимальных сроков перевода на вспомогательные режимы вентиляции и экстубации пациентов. Содержащийся во многих работах клинический опыт позволили выделить

такие критерии успешной экстубации, как расправление легких, восстановление проходимости трахеобронхиального дерева, купирование парадоксального дыхания, достижение значения  $PaO_2/FiO_2$  (не менее 290) и альвеолярно-артериального кислородного градиента (менее 100 мм рт. ст.). Предикторами продленной респираторной поддержки считали пожилой возраст, первичную интубацию по причине обструкции дыхательных путей, двусторонний характер переломов ребер, высокую частоту и амплитуду парадоксальных движений грудной клетки, наличие сочетанной ЧМТ и спинномозговой травмы, кому различной степени, алкогольный делирий [Tobin M.J. et al., 1987; Dimopoulou I. et al., 2003; Brown C.V. et al., 2011; Bilello J.F. et al., 2013].

Резюмируя возможности и эффективность способов ИВЛ в хирургии множественных и флотирующих переломов ребер, очевидным представляется, что популяризации этого направления послужили доступность, распространенность и вполне приемлемые результаты стабилизации грудной клетки [Самохвалов И.М. и соавт., 2013; Yasuda R. et al., 2015]. Несмотря на появление новейших биомеханических систем остеосинтеза, позволяющих надежно восстановить повреждения костного скелета грудной клетки, роль ИВЛ в качестве способа пневматической стабилизации не уменьшилась. Пред- и послеоперационная респираторная поддержка особенно актуальна у пострадавших с сочетанием множественных переломов ребер и тяжелых ушибов легочной ткани [Muhm M. et al., 2013; Slobogean G.P. et al., 2013; Jayle S.P. et al., 2015]. К тому же, некоторые анатомические и топографические характеристики переломов обуславливают определенные ограничения в реализации хирургического вмешательства, и в этой ситуации роль внутренней пневматической стабилизации становится определяющей [Bilello J.F. et al., 2013; Simon B. et al., 2012]. Также в литературе недостаточно освещены вопросы сочетанного и поэтапного применения реаниматологических и хирургических методов стабилизации, нет точных указаний на то, как была

применена и осуществлялась ли пневматическая стабилизация у пациентов, которые вошли в группу оперативных методов.

Перспективы улучшения результатов лечения пострадавших с тяжелой травмой груди заключаются не столько в применении какого-либо одного режима вентиляции или способа операции, а лежат в направлении сочетанного использования различных способов стабилизации грудной клетки и лечения повреждения легочной ткани.

#### **1.4. Показания и противопоказания к хирургической стабилизации грудной клетки и оперативной фиксации ребер**

Хирургические технологии в лечении пострадавших с переломами ребер представлены в настоящее время достаточно широким спектром вмешательств, направленных в большинстве случаев на стабилизацию переломов и фиксацию ребер [Mayberry J.C. et al., 2003; Wiese M.N. et al., 2015]. Эволюция техники оперативных вмешательств прошла путь от наложения простых фиксирующих проволочных швов во время торакотомии до применения специальных анатомических реберных пластин [Пронских А.А. и соавт., 2015; Fitzpatrick D.C. et al., 2010; Yang Y. et al., 2010]. В связи с этим расширялись и несколько видоизменялись показания к хирургическому лечению переломов ребер [Nirula R. et al., 2009; De Jong M.V. et al., 2014]. Если во многих ранних исследованиях поводом для выполнения фиксации были только флотирующие переломы ребер и зависимость пациента от ИВЛ [Вагнер Е.А. и соавт., 1981; Dor V. et al., 1967; Ahmed Z., Mohyuddin Z., 1995], то на современном этапе в качестве показаний к остеосинтезу ребер рассматриваются и множественные переломы, обуславливающие травматические деформации грудной клетки, ушибы и разрывы легких, болевой синдром [Авзалетдинов А.М. и соавт., 2011; Ng A.V. et al., 2001; Doben A.R. et al., 2014; Taylor B.C., French V.G., 2013]. Немаловажным в определении показаний при множественных переломах является и ускорение формирования костной мозоли, достигаемое при восстановлении целостности кости путем остеосинтеза, что позволяет сократить

сроки нетрудоспособности и реабилитации пострадавших [Althausen P.L. et al., 2011; Said S.M. et al., 2014].

В большинстве случаев при определении показаний к проведению остеосинтеза у пострадавших имеется сочетание нескольких патологических факторов, тем не менее, в каждом конкретном случае разными авторами выделяется ведущий синдром или симптомокомплекс, послуживший главным основанием для выбора оперативного способа лечения.

### **Множественные переломы ребер**

При переломах более 3 ребер с одной стороны у больных развиваются клинически значимые нарушения респираторной функции [Вагнер Е.А. и соавт., 1990; Capello M., De Troyer A., 1997], что побуждает многих исследователей считать именно это количество переломов отправной точкой для определения множественности переломов ребер и выставления показаний к операции [Мазурин В.С. и соавт., 2011; Todd S.R. et al., 2006; Simon B. et al., 2012; Xu J.Q. et al., 2015]. К тому же ряд авторов даже при наличии множественных переломов ребер по одной линии склонны расценивать эту ситуацию, как флотирующий перелом, при этом за вторую линию перелома принимая физиологическую подвижность в реберно-позвоночном суставе [Вагнер Е.А. и соавт., 1981; Vecsei V. et al., 1979]. В связи с тем, что с увеличением количества переломов ребер возрастает частота и тяжесть повреждений внутренних органов, а также последующих осложнений, восстановление их целостности носит еще и упреждающий характер за счет устранения последующей травматизации паренхимы легкого отломками ребер при дыхательных движениях [Ушаков Н.Г., 2011; Пронских А.А. и соавт., 2015].

### **Флотирующие переломы ребер**

Помимо множественного характера переломов ребер чрезвычайно большое значение в патогенезе торакальной травмы имеет наличие или отсутствие флотирующего перелома. Именно этот вид перелома является одним из главных показаний к оперативной фиксации переломов ребер.

Устранение флотации грудной клетки и связанных с ней патофизиологических механизмов ОДН и нарушений гемодинамики служит веским основанием для активизации хирургической тактики [Bottlang M. et al., 2010; Qui M. et al., 2016; Uchida K. et al., 2016].

### **ОДН (зависимость от ИВЛ)**

Во многих работах авторами делается акцент на то, что оперативная фиксация ребер показана при ОДН различной степени тяжести, необходимости проведения ИВЛ и невозможности перевода пострадавших с ИВЛ на спонтанное дыхание. При этом, очевидно, что в основе дыхательной недостаточности лежат в равной степени как нарушения биомеханики дыхания вследствие потери каркасной функции грудной клетки, так и посттравматическая патология легких [Авдеев С.Н., 2005; Барский Б.В. и соавт., 2006; Багненко С.Ф., Тулупов А.Н., 2009; Lardinois D. et al., 2001; Nirula R. et al., 2006; Vyhnanek F. et al., 2011].

### **Деформации грудной клетки**

Среди показаний к фиксации переломов ребер также выделяют клинически значимые деформации грудной клетки, когда смещение переломов ребер приводит к существенным нарушениям внешнего дыхания и обуславливает персистирующее повреждение легочной ткани, болевой синдром. Целью оперативного вмешательства при этом является восстановление конфигурации и объема грудной клетки, а также устранение травматизации внутриплевральных органов [Igai H. et al., 2012; Doben A.R. et al., 2014].

### **Ушиб легких**

На определение показаний к остеосинтезу ребер оказывает влияние и наличие повреждения легочной ткани. Ушиб легких встречается у 75-80% пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер [Lardinois D. et al., 2001]. Как правило, клинические проявления ушиба легких сопровождаются дыхательной недостаточностью и зависимостью пациентов от ИВЛ. Наличие ушиба легких и иных внутриплевральных повреждений является

важным фактором, оказывающим влияние на принятие решения о фиксации переломов. Этот подход вытекает из понимания проблемы повреждения легочной ткани не только в момент получения травмы, но и при последующих дыхательных движениях. Как правило, эти пациенты с первых часов нуждаются в респираторной поддержке и поэтому являются потенциальными кандидатами к проведению оперативного лечения [Xu J.Q. et al., 2015]. В то же время, G. Voggenreiter et al. (1998) считают, что у пациентов с ушибом легких результаты оперативного лечения переломов ребер сопоставимы с результатами внутренней пневматической стабилизации, а потому выполнение остеосинтеза не совсем оправдано.

### **Болевой синдром**

У ряда пациентов, несмотря на применение мультимодальной анестезии в пред-, пери- и послеоперационном периоде (в т.ч., перидуральное обезболивание и межреберные блокады) отмечается стойкий рефрактерный болевой синдром. Он способствует развитию гиповентиляции легкого и пневмонии, поэтому с целью устранения и профилактики этих состояний рядом авторов выставляются показания к оперативному лечению. [Авзалетдинов А.М. и соавт., 2011; Nirula R. et al., 2006; Wiese M.N. et al., 2015].

M. De Moya et al. (2011) на основании сравнительного ретроспективного двуцентрового исследования выявили, что у пациентов после остеосинтеза уменьшилась потребность в наркотических анальгетиках. Однако каких-либо статистически значимых улучшений других результатов достигнуто не было. Другие авторы, в частности E. Girsowicz et al. (2012), провели систематический обзор литературы, посвященный лечению переломов ребер и сделали заключение о том, что остеосинтез ребер при болевом синдроме помимо клинически значимого уменьшения болевого синдрома способствует улучшению респираторных показателей.

### **Посттравматический экссудативный плеврит**

В последнее время появились публикации об использовании фиксации ребер при длительно текущих посттравматических плевритах. Так, В.С. Taylor

et al. (2013) рассматривают в качестве одного из возможных показаний к остеосинтезу поврежденных ребер продолжительную плевральную экссудацию геморрагического характера. Авторы представили случай успешного излечения 90-летней пациентки с закрытым переломом VI-VIII ребер справа с выраженным смещением отломков в плевральную полость и упорным плевритом. Пациентке был проведен остеосинтез VI-VII ребер с положительным клиническим и рентгенологическим результатом излечения плеврита.

### **Противопоказания к оперативной фиксации**

В большинстве исследований основным противопоказанием к выполнению остеосинтеза считаются шок и иные нарушения гемодинамики, приводящие к ее нестабильности [Freedland M. et al., 1990; Bloomer R. et al., 2004]. Кроме того, ряд авторов выделяют тяжелую ЧМТ с неблагоприятным прогнозом в качестве важного фактора, обуславливающего нецелесообразность ресурсоемкого оперативного вмешательства [Granetzny A. et al., 2005; Moreno De La Santa Barajas P. et al., 2010].

Не решен до конца вопрос об определении показаний к проведению высокотехнологичных оперативных вмешательств у пострадавших с тяжелой сочетанной травмой. Это связано со сложностью оценки вклада каждого компонента травмы в тяжесть общего состояния пострадавшего. Ведь, даже шкалы оценки тяжести травмы дают нам лишь одинаковое цифровое обозначение разных по сути травматических состояний. Поэтому вполне закономерен вопрос о целесообразности применения остеосинтеза ребер при заведомо сомнительном прогнозе. При этом создание доказательной базы для обоснования применения активной хирургической тактики у пострадавших с тяжелыми сочетанными повреждениями является чрезвычайно трудной задачей. Это связано с концентрацией пострадавших в учреждениях различного уровня, отсутствия единой лечебно-диагностической доктрины, а также со сложностью проведения рандомизированных исследований с позиций биоэтики

[Вагнер Е.А., Брунс В.А., 1998; Пронских А.А. и соавт., 2015; Jayle С.Р. et al., 2015].

Очевидно, что основные показания к проведению остеосинтеза ребер в настоящее время сводятся к восстановлению каркасности, купированию нестабильности грудной клетки и связанной с этим дыхательной недостаточности. Однако немаловажным является и устранение факта травматизации внутриплевральных органов отломками ребер. Расширение показаний к остеосинтезу целесообразно при наличии фоновой легочной патологии, выраженном болевом синдроме и деформациях грудной клетки.

### **1.5. Роль и место торакоскопии в диагностике и лечении внутригрудных повреждений**

Показания к торакоскопии при закрытой травме грудной клетки в настоящее время достаточно хорошо разработаны и описаны [Багненко С.Ф. и соавт., 2011; Самохвалов И.М. и соавт., 2011; Manlulu A.V. et al., 2004; Goodman M. et al., 2013]. Довольно подробно изложены методология и технологические особенности вмешательства, сведения о срочности и порядке выполнения диагностической и лечебной торакоскопии [Воскресенский О.В. и соавт., 2009; Сигал Е.И. и соавт., 2012; Villavicencio R.T. et al., 1999; Milanchi S. et al., 2009].

Внутриплевральное кровотечение и гемоторакс рассматриваются в качестве основных показаний к торакоскопии, как наиболее часто встречающиеся при закрытой травме грудной клетки виды повреждений [Каримов Ш.И. и соавт., 2011; Плаксин С.А., Черкасов В.А., 2011; Рутенбург Г.М. и соавт., 2012; Хаджибаев А.М. и соавт., 2014; Landreneau R.J. et al., 1996; Meyer D.M. et al., 1997; Ben-Nun A. et al., 2007; Villegas M.I. et al., 2011].

Аэростатические показания к торакоскопии у пациентов с закрытой травмой грудной клетки включают некупируемый напряженный пневмоторакс, рецидив пневмоторакса после дренирующих методов, нарастающую и

напряженную эмфизему средостения [Агаджанян В.В., 2006; Алишихов А.М. и соавт., 2010; Ahmed N., Jones D., 2004; Casos S.R., Richardson J.D., 2006].

Противопоказаниями к торакоскопической операции практически все авторы единодушно считают убедительные признаки ранения сердца и крупных сосудов, тотальный гемоторакс, шок, облитерацию плевральной полости [Агаларян А.Х., Агаджанян А.В., 2006; Дегтярев О.Л. и соавт., 2011; Lang-Lazdunski L. et al., 1997; Lin H.-L. et al., 2014]. Кроме того, торакоскопия противопоказана при легочном кровотечении, неблагоприятном и сомнительном прогнозе для проведения оперативных вмешательств при шокогенной травме груди, наличии неустраненных доминирующих угрожающих жизни повреждений другой локализации, напряженном или некупируемом пневмотораксе на противоположной стороне груди, облитерации плевральной полости, обширных повреждениях и нагноениях мягких тканей груди [Багненко С.Ф. и соавт., 2011; Smith J.W. et al., 2011].

В то же время лишь в отдельных публикациях наличие множественных и флотирующих переломов ребер рассматривается как отдельное показание к проведению торакоскопии. Это требует детального изучения возможностей этого вмешательства именно в ракурсе сочетания торакоскопии с тем или иным способом фиксации ребер [Жестков К.Г. и соавт., 2006; Джаркеев К.С. и соавт., 2014; Ke S. et al., 2014].

При оценке возможностей торакоскопии в диагностике и лечении ранений и закрытых повреждений груди и их осложнений большинство авторов подчеркивают непрерывно расширяющийся спектр хирургических состояний, устранение или восстановление которых возможно с помощью торакоскопии [Завгороднев С.В. и соавт., 2007; Олефилов А.С. и соавт., 2011]. При этом летальность при эндохирургическом лечении закрытой травмы грудной клетки не превышает 5,1% [Алишихов А.М. и соавт., 2010; Воскресенский О.В. и соавт., 2011]. На комбинированное использование торакоскопии и лапароскопии при сочетанной травме указывают И.Е. Хатьков и соавт. (2011), подчеркивая высокую диагностическую ценность вмешательств, минимальное

количество осложнений, связанное с миниинвазивным характером вмешательств.

Технические особенности проведения торакоскопических операций также являются важным фактором, сказывающимся на расширение возможностей внутриплевральных вмешательств. Эффективность операции для пациента и удобство выполнения основного этапа вмешательства для хирурга зависят от адекватного расположения торакопортов. Большинство торакальных хирургов устанавливают торакопорты, основываясь на индивидуальной геометрии грудной клетки пациента в зависимости от вида патологии и объема предполагаемого вмешательства.

M. Sasaki et al. (2005) подвергли критическому анализу классический «триангулярный» принцип расстановки рабочих портов. Были описаны 4 вида расположения торакопортов, отвечающих указанному принципу «рабочего треугольника». Авторы указали на такие преимущества, как хорошая визуализация, доступность для тактильных манипуляций (пальпации), возможность тракции легочной ткани для осуществления парциальной резекции. Из недостатков треугольного расположения торакопортов можно отметить периодическую сложность в определении точки выполнения третьего доступа.

Поэтому F. Tomaselli et al. (2003) предлагают устанавливать первый торакопорт в V-VI межреберье по среднеключичной линии, а следующие две точки устанавливать в зависимости от данных предоперационного компьютерного обследования.

Не менее обоснованным представляется и точка зрения A. Abolhoda et al. (1997), которые в своей практике в качестве доступа для первого торакопорта используют уже существующий раневой плевро-кожный ход после предшествующего торакоцентеза и дренирования плевральной полости.

В то же время, А.М. Шулутко и соавт. (2006) считают, что нецелесообразно устанавливать торакопорт в рану грудной клетки, мотивируя

это необходимостью осмотра внутренней поверхности раны с другой точки, а также более полным обследованием нижерасположенных органов.

Эволюция хирургических доступов, движущаяся в сторону минимизации количества операционных ран, в настоящее время находится на стадии повсеместного увлечения однопортовой торакоскопической хирургией. В литературе встречаются случаи выполнения однопортовых видеоассистированных лобэктомий при глубоких разрывах паренхимы легкого и внутриплевральном кровотечении [Ota H. et al., 2014].

Оптимизация выбора доступа при торакоскопии является предпосылкой для рационального осуществления внутриплевральных манипуляций. Спектр торакоскопических операций при травме грудной клетки прошел путь от простой диагностики гемоторакса до выполнения сложных реконструктивно-восстановительных вмешательств [Рутенбург Г.М. и соавт., 2012]. В классическом варианте рекомендуется применение торакоскопии у пациентов с гемотораксом и внутриплевральном кровотечением, обеспечивающее полное удаление сгустков и гемолизированного компонента крови, остановку кровотечения, ушивание разрывов и интраоперационное расправление легкого, прицельное дренирование плевральной полости, локальную фибринолитическую терапию при свернувшемся гемотораксе [Цеймах Е.А. и соавт., 2011; Сигал Е.И. и соавт., 2012; Tomaselli F. et al., 2003; Navsaria P.H. et al., 2004; Chou Y.-P. et al., 2013]. Внутриплевральные манипуляции при пневмотораксе и эмфиземе средостения заключаются в ушивании и коагуляции дефектов легочной паренхимы, резекции наиболее поврежденных участков, аппликации синтетических и биологических пластин на зоны десерозации, широком рассечении париетальной плевры с целью декомпрессии напряженного пневмомедиастинума [Порханов В.А. и соавт., 2001; Лишенко В.В. и соавт., 2010; Carillo E.H. et al., 2006; Fabbrucci P. et al., 2008].

Весьма перспективным подходом стало применение торакоскопии при подозрении на травму диафрагмы. Возрастает и удельный вес лечебных вмешательств при повреждениях диафрагмы. Ш.А. Гаджиев и А.П. Уханов

(2011) у 34,6% пострадавших с диагностированным повреждением диафрагмы производили ее ушивание и пластику эндовидеохирургическим способом.

Развитие торакоскопии было связано также и с усовершенствованием способов дренирования плевральной полости. В частности, предложен способ дренирования и санации плевральной полости у пациентов с доминирующей травмой груди при политравме, суть которого заключается в дренировании тремя дренажными трубками на стадии завершения торакоскопической санации плевральной полости. Его использование позволило уменьшить частоту пневмоний с 59,7% до 32,1%, а общую летальность при закрытой травме грудной клетки – с 25,8% до 19,6% [Агаларян А.Х., Агаджанян А.В., 2006].

Оценка роли торакоскопии в достижении стабилизации грудной клетки у пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер является следующим важным этапом в истории развития этого метода. Одной из первых работ в этом направлении было исследование К.Г. Жесткова и соавт. (2006), которые предложили способ фиксации отломков ребер во время торакоскопии при флотирующих переломах. Показаниями к этой операции авторы считали наличие флотирующего перелома ребер со свернувшимся гемотораксом, гемопневмотораксом, выраженной деформацией грудной клетки, дыхательной недостаточностью, высоким риском осложнений, связанных с выступлением в плевральную полость отломков ребер. После предварительного экспериментального обоснования авторами была выдвинута концепция перикостальной фиксации флотирующих сегментов ребер к специально изготовленным спицам под обязательным торакоскопическим контролем. Операции проведены у 13 пострадавших. Во всех случаях было достигнуто выздоровление пациентов.

К.С. Джаркеев и соавт. (2014) также представили опыт использования торакоскопии у пострадавших с множественными переломами ребер. Авторы проводили всем пациентам интрамедуллярный остеосинтез ребер в сочетании с торакоскопией. У 53,8% пострадавших торакоскопическое вмешательство заключалось в ушивании и атипичной сегментарной резекции легких, у 35,7% -

в остановке кровотечения и лигировании межреберных сосудов, у 2,1% - в пластике диафрагмы.

Не менее интересной представляется и возможность применения операции Nuss – традиционной операции, проводимой при воронкообразной груди, у пострадавших с двусторонними передними флотирующими переломами. Технология, подразумевающая использование поперечных, проводимых в загрудинном пространстве, пластин под торакоскопическим контролем с последующей фиксацией к ребрам, нашла свое место и в неотложной хирургии тяжелой травмы груди [Ke S. et al., 2014].

Таким образом, основные проблемы диагностики и лечения пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер в настоящее время связаны с прогрессирующим утяжелением исходной травмы грудной клетки, разрозненностью взглядов на тактику лечения этих пациентов, отсутствием единых лечебно-диагностических алгоритмов, недостаточным распространением современных технологий остеосинтеза и торакоскопии. Дефиниция и актуализация указанных проблем требуют формирования единой доктрины лечения, учитывающей характер переломов ребер, тяжесть травмы внутриплевральных органов, наличие сочетанных повреждений, условия оказания медицинской помощи. Создание и применение подобной концепции должно базироваться на единых методологических подходах и принципах доказательной медицины.

## **Глава 2. Материал и методы исследования**

### **2.1. Общая характеристика пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер**

Работа основана на анализе опыта хирургического лечения 315 пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер, проходивших лечение в отделениях торакальной и общей хирургии, травматологии и нейрохирургии ГБУЗ «Самарская областная клиническая больница им. В.Д. Середавина» (СОКБ), а также в общехирургических отделениях ГБУЗ «Самарская городская клиническая больница №1 им. Н.И. Пирогова» (СГКБ №1) и ГБУЗ «Самарская городская клиническая больница №2 им. Н.А. Семашко» (СГКБ №2) за период с 2006 по 2015 гг. Все указанные стационары являются клиническими базами ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России (СамГМУ). Научное исследование проводилось на кафедре и клинике хирургии Института профессионального образования СамГМУ (заведующий кафедрой – профессор Кормасов Е.А.).

Все виды обследований и методы лечения пациентов, а также использование полученных результатов в диссертации осуществляли при наличии добровольного информированного согласия пациентов в соответствии с Декларацией о соблюдении международных, а также Российских этических принципов и норм (выписка из протокола № 162 заседания Комитета по биоэтике при СамГМУ от 9 сентября 2015 года).

Поступление пациентов в указанные стационары шло несколькими путями (табл.1).

## Порядки госпитализации пациентов в стационары города

Стационар	Путь поступления						Всего	
	Скорая медицинская помощь		Самостоятельное обращение		Перевод из другого стационара			
СОКБ	74		15		112		201	63,8%
СГКБ №1	52		12				64	20,3%
СГКБ №2	47		3				50	15,9%
Всего	173	54,9%	30	9,5%	112	35,6%	315	100%

Все пациенты были госпитализированы в порядке оказания экстренной медицинской помощи. Основное количество пациентов (54,9%) было доставлено службой скорой медицинской помощи (СМП), при этом на маршрутизацию пациентов повлияло изменение порядка госпитализации по СМП в г. Самара и Самарской области (Приказ Министерства здравоохранения Самарской области №778 «Об оказании скорой медицинской помощи учреждениями здравоохранения Самарской области» от 27.12.2012; Приказ Министерства здравоохранения Самарской области №1474 «Об организации оказания медицинской помощи взрослому населению по профилю «торакальная хирургия» от 12.10.2015). Если до 2011 года пациенты г. Самара с закрытой травмой грудной клетки и сочетанной травмой доставлялись в крупные городские стационары СГКБ №1 и СГКБ №2, то с 2011 года поток этих пациентов был направлен в травмоцентр I уровня на базе СОКБ. В то же время, пациенты из центральных районных больниц (ЦРБ) Самарской области традиционно переводились и переводятся в отделение торакальной хирургии СОКБ, т.е. эта маршрутизация не претерпела каких-либо изменений. Следует уточнить, что впоследствии при оценке результатов лечения у пациентов, которые изначально поступали в другие стационары, а затем были переведены в СОКБ, учитывались данные с момента получения травмы и госпитализации в первичный стационар. Мониторинг этих пациентов до момента перевода в

СОКБ осуществляли с помощью ресурсов служб «санавиации» и «телемедицины».

В соответствии с временными периодами поступления пациентов и различиями в основных принципах оказания медицинской помощи все пациенты были распределены в две группы.

В группу сравнения включены 148 пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер, госпитализированных в период с 2006 по 2010 гг. Из них 64 пациента проходили лечение в хирургических отделениях СГКБ №1, 50 пациентов – в хирургическом и травматологическом отделениях СГКБ №2, 34 – в отделении торакальной хирургии СОКБ. В лечении этих пациентов применялись методы консервативного лечения, ИВЛ, скелетного вытяжения и внешней фиксации.

В основную группу вошли 167 пациентов, проходивших лечение в травмоцентре I уровня на базе СОКБ (отделения торакальной и общей хирургии, нейрохирургии и травматологии) в 2011 - 2015 гг. Из них первичная госпитализация в СОКБ была у 93 пациентов, переведены из других стационаров - 74 пациентов. В программе лечения этих пациентов была применена разработанная нами хирургическая тактика, основанная на дифференцированном, этапном и сочетанном применении различных способов стабилизации грудной клетки и лечения внутриплевральных повреждений, а также применении высокотехнологичных вмешательств (остеосинтез ребер, торакоскопия).

Критериями включения пациентов в исследуемые группы были: наличие множественных или флотирующих переломов ребер при изолированной травме грудной клетки; наличие множественных или флотирующих переломов ребер у пациентов с доминирующими повреждениями органов грудной клетки при сочетанной травме. Основными критериями исключения пациентов были: ЧМТ, тяжесть которой превышала 3 балла по шкале ISS, наличие других сочетанных повреждений, превосходящих по тяжести травму грудной клетки

по шкале ISS, переломы только 3 верхних или только 3 нижних ребер без внутриплевральных повреждений.

Было проведено сравнение обеих групп пациентов по основным показателям исходного состояния и характеристикам травмы грудной клетки на момент поступления в первичный стационар.

Среди пациентов группы сравнения было 95 мужчин (64,2%) и 53 женщины (35,8%). В основной группе было 106 мужчин (63,5%) и 61 женщина (36,5%). Соотношение мужчин и женщин в группе сравнения составило 1,8:1, в основной группе - 1,7:1. Различие групп статистически незначимо ( $\chi^2 = 0,017$ ;  $p > 0,05$ ).

Возрастной состав пациентов представлен в таблице 2.

Таблица 2

Распределение пациентов по возрасту

Возраст пациентов	Группа сравнения (n=148)		Основная группа (n=167)		$\chi^2$
	n	%	n	%	
До 20 лет	5	3,4%	3	1,8%	3,917 $p > 0,05$
21 – 30	13	8,8%	16	9,6%	
31 – 40	28	18,9%	36	21,6%	
41 – 50	41	27,7%	52	31,1%	
51 – 60	38	25,7%	40	23,9%	
61 – 70	17	11,5%	11	6,6%	
71 и старше	6	4,0%	9	5,4%	

Статистически значимых различий в возрастном составе обеих групп не выявлено. Удельный вес трудоспособного населения был сопоставим в обеих группах, и составил в целом 83,8%. Средний возраст пациентов в группе сравнения был равен  $46,2 \pm 13,4$  лет, в основной группе -  $46,6 \pm 13,3$  лет. Преобладание средних возрастных групп также было связано с тем, что подавляющее количество травм было получено пациентами при дорожно-

транспортных происшествиях (ДТП), участниками которых чаще становились лица именно трудоспособного возраста.

Распределение пациентов в зависимости от обстоятельств получения травмы представлено в таблице 3.

Таблица 3.

Распределение пациентов по обстоятельствам получения травмы

Вид травмы	Группа сравнения (n=148)		Основная группа (n=167)		$\chi^2$
	n	%	n	%	
ДТП	122	82,4%	141	84,4%	4,549 p>0,05
Падение с высоты	6	4,1%	13	7,8%	
Производственная травма	6	4,1%	5	3,0%	
Противоправные действия третьих лиц	14	9,4%	8	4,8%	

ДТП являлись лидирующей причиной среди всех причин травмы грудной клетки. Этот фактор вносил существенный вклад в степень тяжести травмы органов грудной клетки, а также обуславливал наличие сочетанных повреждений. Различия между группами в структуре причин травмы грудной клетки оказались статистически незначимы.

Изолированная травма грудной клетки была диагностирована у 58 пациентов (39,2%) группы сравнения и у 73 пациентов (43,7%) основной группы. Сочетанные повреждения других органов и систем были отмечены у 90 пациентов (60,8%) группы сравнения и 94 пациентов (56,3%) основной группы ( $\chi^2 = 0,661$ ; p>0,05).

Основным видом повреждения был перелом ребер. Проведено сравнение количества переломов в обеих группах. Для удобства подсчета пациенты были сгруппированы в подгруппы в зависимости от количества переломов: от 3 до 6, от 7 до 10, от 11 до 14, от 15 до 18, от 19 до 22 ребер (табл. 4).

Количество переломов ребер у пациентов обеих групп

Количество переломов ребер	Группа сравнения (n=148)		Основная группа (n=167)		$\chi^2$
	n	%	n	%	
3-6	46	31,1%	40	24,0%	3,362 p>0,05
7-10	58	39,2%	63	37,7%	
11-14	37	25%	52	31,1%	
15-18	5	3,4%	9	5,4%	
19-22	2	1,3%	3	1,8%	

У большинства пациентов в обеих группах диагностировали переломы от 7 до 10 ребер (39,2% и 37,7% соответственно), при этом отмечали последующее уменьшение количества пациентов при возрастании числа переломов ребер. Статистически значимых различий между группами не выявлено. Кроме того, проведена сравнительная оценка между группами в зависимости от превалирования стороны повреждения и наличия двусторонних переломов ребер (табл. 5).

Таблица 5

Локализация переломов ребер у пациентов обеих групп

Локализация переломов ребер	Группа сравнения (n=148)		Основная группа (n=167)		$\chi^2$
	n	%	n	%	
Справа	61	41,2%	59	35,3%	2,052 p>0,05
Слева	43	29,1%	46	27,6%	
Двусторонние	44	29,7%	62	37,1%	

Сравнительный анализ количественных и пространственных характеристик переломов ребер не выявил статистически значимых различий между группами. Двусторонние повреждения ребер чаще были у пациентов с

сочетанной травмой, что также свидетельствовало об исходно более тяжелой травме. Следует отметить, что левосторонние переломы достаточно часто (15,0 – 17,6%) сопровождались повреждениями органов верхнего этажа брюшной полости и обуславливали трансформацию изолированной травмы в сочетанную травму. Так, повреждения селезенки были диагностированы у 21 пациента, печени – у 5, желудка – у 1.

Кроме того, было проведено сравнение по данным критериям у пациентов обеих групп с изолированной и сочетанной травмой грудной клетки (табл. 6,7).

Таблица 6

Распределение количества переломов ребер у пациентов с изолированной и сочетанной травмой грудной клетки

Количество переломов ребер	Изолированная травма				$\chi^2$	Сочетанная травма				$\chi^2$
	Группа сравнения (n=58)		Основная группа (n=73)			Группа сравнения (n=90)		Основная группа (n=94)		
	n	%	n	%		n	%	n	%	
3-6	35	60,3%	30	41,1%	5,806 p>0,05	11	12,2%	10	10,6%	6,214 p>0,05
7-10	23	39,7%	41	56,1%		35	38,9%	22	23,4%	
11-14	-		2	2,8%		37	41,1%	50	53,2%	
15-18	-		-			5	5,6%	9	9,6%	
19-22	-		-			2	2,2%	3	3,2%	

Распределение локализации переломов ребер у пациентов с изолированной и сочетанной травмой грудной клетки

Локализация переломов ребер	Изолированная травма				$\chi^2$	Сочетанная травма				$\chi^2$
	Группа сравнения (n=58)		Основная группа (n=73)			Группа сравнения (n=90)		Основная группа (n=94)		
	п	%	п	%		п	%	п	%	
Справа	41	70,7%	50	68,5%	1,615 p>0,05	20	22,2%	9	9,6%	6,570 p<0,05
Слева	17	29,3%	21	28,8%		26	28,9%	25	26,6%	
Двусторонние	-	-	2	2,7%		44	48,9%	60	63,8%	

При сравнении характеристик переломов у пациентов с изолированной и сочетанной травмой грудной клетки по большинству критериев не выявлено статистически значимых различий. У пациентов с сочетанной травмой в группе сравнения отмечали практически равное соотношение односторонних и двусторонних переломов, тогда как в основной группе при сочетанных повреждениях чаще наблюдали двусторонние переломы.

Тяжесть состояния пациентов была обусловлена не только количеством и особенностями повреждения ребер (флотирующий перелом, нарушения каркасности грудной клетки - выраженное смещение отломков, деформация грудной клетки), характер которых во многом определяет последующую хирургическую тактику, но и наличием и степенью повреждения внутриплевральных органов, а также сочетанной травмой.

У 102 пациентов группы сравнения (68,9%) и 124 пациентов основной группы (74,3%) множественные переломы сопровождались развитием флотации или нарушением каркасности грудной клетки. Их количественные характеристики приведены в таблице 8.

Характеристика переломов ребер

Характер переломов ребер	Группа сравнения (n=148)		Основная группа (n=167)		$\chi^2$
	n	%	n	%	
Флотирующий перелом	60	40,5%	62	37,1%	0,386 p>0,05
Деформация грудной клетки	24	16,2%	43	25,7%	4,258 p<0,05
Выраженное смещение отломков с повреждением внутриплевральных органов	18	12,2%	19	11,4%	0,047 p>0,05

Флотирующие переломы ребер наблюдали у пациентов обеих групп в равном соотношении. Кроме того, отмечали нарушения каркасности грудной клетки, проявляющиеся в виде посттравматической деформации, смещения отломков, уменьшения объема соответствующего гемиторакса. Данный вариант чаще был диагностирован у пациентов основной группы.

По локализации линии флотирующих переломов распределение пациентов в обеих группах было следующим (табл. 9).

Топография флотирующих переломов

Проекция флотирующего сегмента	Группа сравнения (n=60)		Основная группа (n=62)		$\chi^2$
	n	%	n	%	
Переднебоковая	22	36,7%	18	29,0%	0,806 p>0,05
Боковая	24	40%	28	45,2%	0,332 p>0,05
Задняя	14	23,3%	16	25,8%	0,101 p>0,05

Статистически значимых различий между группами по топографическим характеристикам флотирующих переломов не выявлено. Наиболее часто регистрировались переднебоковые и боковые флотирующие переломы.

С целью дефиниции основных клинических вариантов переломов пациенты в каждой из исследуемых групп были разделены на 3 подгруппы в зависимости от характера переломов ребер и выраженности нарушений каркасной функции грудной клетки: 1) пациенты с множественными переломами ребер с нарушением каркасности грудной клетки; 2) пациенты с флотирующими переломами ребер; 3) пациенты с множественными переломами ребер без нарушения каркасности грудной клетки (табл. 10). Разработка и внедрение дифференцированной хирургической тактики, а также оценка ее эффективности впоследствии также проводились с учетом соотношения пациентов к указанным подгруппам.

Распределение пациентов в зависимости от клинического варианта  
повреждения ребер

Клинический вариант переломов ребер	Группа сравнения (n=148)		Основная группа (n=167)		$\chi^2$
	n	%	n	%	
Множественные переломы с нарушением каркасности	42	28,4%	62	37,1%	2,844 p>0,05
Флотирующие переломы	60	40,5%	62	37,1%	
Множественные переломы без нарушения каркасности	46	31,1%	43	25,8%	

При анализе групп по клиническим вариантам переломов ребер статистически значимых различий не выявлено. У пациентов группы сравнения несколько чаще диагностировали флотирующие переломы, а в основной группе соотношение пациентов с множественными переломами ребер и пациентов с флотирующими переломами ребер оказалось равным. Подобное разделение у пациентов с изолированной и сочетанной травмой грудной клетки также не выявило статистически значимых различий между группами ( $\chi^2=3,719$ ;  $p>0,05$  у пациентов с изолированной травмой;  $\chi^2=2,872$ ;  $p>0,05$  у пациентов с сочетанными повреждениями).

У пациентов с изолированной травмой грудной клетки помимо переломов ребер были диагностированы также различные повреждения грудины и внутриплевральных органов, обусловившие развитие таких патологических посттравматических состояний, как пневмоторакс, гемоторакс, пневмомедиастинум (табл. 11).

Характеристика внутриплевральных повреждений у пациентов с  
изолированной травмой грудной клетки

Вид повреждения	Группа сравнения (n=58)	Основная группа (n=73)	$\chi^2$
Гемоторакс	55	70	0,084 p>0,05
Пневмоторакс	56	68	0,739 p>0,05
Ушиб легкого	23	54	15,710 p<0,01
Пневмомедиастинум	8	20	3,559 p>0,05
Перелом грудины	1	3	0,621 p>0,05
Разрыв легкого	6	3	1,964 p>0,05
Разрыв диафрагмы	-	3	2,439 p>0,05
Ушиб сердца	1	4	1,242 p>0,05

У пациентов с сочетанной травмой помимо повреждений костного каркаса грудной клетки и внутриплевральных органов также были диагностированы повреждения других органов и систем, наиболее значимыми из которых были повреждения центральной нервной системы, органов брюшной полости и опорно-двигательной системы (табл. 12). К последним относили и пациентов с переломами ключицы и лопатки, повреждение которых сопровождало переломы ребер в 20,6% случаев.

Характеристика внутриплевральных и экстраплевральных повреждений у пациентов с сочетанной травмой

Вид повреждения	Группа сравнения (n=90)	Основная группа (n=94)	$\chi^2$
Гемоторакс	90	92	1,936 p>0,05
Пневмоторакс	88	91	0,163 p>0,05
Ушиб легкого	51	78	15,190 p<0,01
Пневмомедиастинум	13	32	9,558 p<0,01
Перелом грудины	2	3	0,163 p>0,05
Разрыв легкого	5	7	0,270 p>0,05
Разрыв диафрагмы	7	3	1,882 p>0,05
Ушиб сердца	4	5	0,076 p>0,05
ЧМТ	48	41	1,738 p>0,05
Переломы костей скелета	43	50	0,539 p>0,05
Интраабдоминальные повреждения	26	14	5,293 p<0,05

Из приведенных таблиц видно, что отсутствовали статистически значимые отличия между группой сравнения и основной группой по большинству видов повреждений. Это в равной степени относилось как к пациентам с изолированной травмой, так и с сочетанной травмой. В то же время статистически значимые различия в частоте травматических деформаций грудной клетки и ушиба легких объясняли более объективной их интерпретацией у пациентов основной группы. В целом, ушиб легких средней степени тяжести диагностировали у 59 пациентов группы сравнения и у 111 пациентов основной группы ( $\chi^2=22,352$ ; p<0,01), ушиб тяжелой степени – у 15

группы сравнения и у 21 пациента основной группы соответственно ( $\chi^2=0,461$ ;  $p>0,05$ ).

Кроме того, при сочетанной травме были отмечены сочетанные повреждения органов брюшной полости (26 и 14 человек соответственно), что являлось показателем утяжеления общей популяции пострадавших с сочетанными повреждениями. ЧМТ в большинстве случаев была представлена сотрясением головного мозга – у 42 пациентов группы сравнения и у 39 пациентов основной группы, сочетание ушиба головного мозга и субдуральной гематомы диагностировали у 6 пациентов группы сравнения и у 2 пациентов основной группы, при этом тяжесть повреждений грудной клетки у этих пациентов была сопоставима с тяжестью ЧМТ по шкале ISS.

Оценку степени тяжести повреждений у пациентов с сочетанной травмой проводили по шкале ISS (табл.13). Применение этой шкалы в клинической практике началось с 2011 года, и было реализовано у всех пациентов основной группы. Тяжесть повреждений у пациентов группы сравнения также оценивали по шкале ISS ретроспективно по данным, представленным в медицинских картах.

Таблица 13

Значения шкалы ISS у пострадавших с сочетанными повреждениями

Значение показателя ISS	Группа сравнения (n=39)	Основная группа (n=39)	$\chi^2$
12 ( $2^2+2^2+2^2$ )	15	7	5,026 $p>0,05$
17 ( $3^2+2^2+2^2$ )	10	10	
29 ( $4^2+3^2+2^2$ )	5	6	
41 ( $4^2+4^2+3^2$ )	4	8	
50 ( $5^2+4^2+3^2$ )	5	8	

Анализ таблицы 13 показал, что по тяжести повреждений, оцененной по шкале ISS, статистически значимых различий между группами не получено.

Учитывая, что на тяжесть состояния пациентов и исходы травмы помимо самих повреждений могут также влиять и имеющиеся у пациентов фоновые и сопутствующие хронические заболевания, было проведено сравнение обеих групп и по этим показателям (табл.14). В качестве индикаторных заболеваний по каждой группе были взяты отдельные часто встречающиеся нозологические единицы: заболевания органов дыхания – хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ), эмфизема легких, бронхиальная астма, бронхоэктатическая болезнь; заболевания сердечно-сосудистой системы – ишемическая болезнь сердца, гипертоническая болезнь, атеросклероз; заболевания желудочно-кишечного тракта – язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки, желчекаменная болезнь, цирроз печени; заболевания органов мочевого выделения – мочекаменная болезнь, аденома простаты; заболевания нервной системы – миастения, параличи и парезы центрального и периферического генеза; заболевания опорно-двигательной системы – остеохондроз; онкологические заболевания – все виды злокачественных новообразований; инфекционные заболевания – вирусный гепатит В и С, ВИЧ-инфекция.

Таблица 14

## Фоновые и сопутствующие заболевания у пациентов обеих групп

Характер патологии	Группа сравнения (n=148)		Основная группа (n=167)		$\chi^2$
	Число	Процент	Число	Процент	
Заболевания органов дыхания	8	5,4%	11	6,6%	3,034 p>0,05
Заболевания сердечно-сосудистой системы	10	6,8%	11	6,6%	
Заболевания желудочно-кишечного тракта	3	2,0%	5	3,0%	
Заболевания органов мочевого выделения	1	0,7%	-		
Заболевания нервной системы	1	0,7%	2	1,2%	
Заболевания опорно-двигательной системы	2	1,4%	1	0,6%	
Онкологические заболевания	2	1,4%	4	2,4%	
Инфекционные заболевания	3	2,0%	2	1,2%	

Статистически значимых различий по сопутствующим и фоновым заболеваниям у пациентов обеих групп не было получено. В нозологической структуре преобладали заболевания дыхательной и сердечно-сосудистой систем.

Тяжесть состояния пострадавших зависела не только от качественной и количественной характеристики повреждений, но и от выраженности патологических синдромов, сформировавшихся в результате получения травмы. Основными патофизиологическими механизмами в остром периоде травмы у пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер были травматический шок, диагностированный у 80 пациентов группы сравнения (54,1%) и у 98 пациентов основной группы (58,7%), и ОДН, выявленная у 101 пациента группы сравнения (68,2%) и у 112 пациентов основной группы (67,1%). Наличие данных состояний на этапе оказания экстренной медицинской помощи было определяющим, и требовало госпитализации пациентов в ОРИТ и проведения респираторной поддержки. Распределение пациентов с зависимости от степени тяжести травматического шока [Савельев В.С., Кириенко А.И., 2008] и ОДН [Авдеев С.Н., 2005] представлено в таблицах 15 и 16.

Таблица 15

Частота и тяжесть травматического шока у пациентов обеих групп

Степень тяжести травматического шока	Группа сравнения (n=80)		Основная группа (n=98)		$\chi^2$
	n	%	n	%	
I	58	72,5%	66	67,3%	0,555 p>0,05
II	20	25%	29	29,6%	
III	2	2,5%	3	3,1%	

В обеих группах преобладали пациенты с I и II степенью травматического шока. Корреляция между состоянием шока и наличием ОДН прослежена у всех

пациентов. Развитие ОДН без явлений травматического шока наблюдали у 21 пациента группы сравнения и 14 пациентов основной группы.

Таблица 16

Частота и тяжесть ОДН у пациентов обеих групп

Степень тяжести ОДН	Группа сравнения (n=101)		Основная группа (n=112)		$\chi^2$
	n	%	n	%	
I	51	50,5%	57	50,9%	0,524 p>0,05
II	48	47,5%	51	45,5%	
III	2	2,0%	4	3,6%	

Объективную оценку тяжести состояния пациентов проводили с помощью шкалы SAPS II (Simplified Acute Physiological Score). Средние значения шкалы для пациентов группы сравнения составили  $37,7 \pm 7,9$  у пациентов группы сравнения и  $36,7 \pm 7,4$  у пациентов основной группы ( $\chi^2=0,09$ ; p>0,05).

В целом, проведенное сравнение обеих групп по основным критериям тяжести полученных повреждений и развившихся патологических посттравматических состояний не выявило статистически значимых различий. Это послужило основанием для того, чтобы считать полученные различия результатов лечения пациентов в группах следствием именно внедренной хирургической тактики.

## 2.2. Методы исследования

### Методы клинического и лабораторно-инструментального обследования пациентов

При обследовании пациентов были применены методы общеклинического и лабораторно-инструментального обследования.

Физикальное исследование включало в себя осмотр пациента, оценку общего состояния, выявление ведущего синдрома или симптомокомплекса, выяснение обстоятельств получения травмы, клиническую оценку тяжести травмы грудной клетки и сопутствующих повреждений, выявление фоновых заболеваний органов дыхания и других органов и систем.

Последовательно или одновременно проводились осмотр, пальпация, перкуссия и аускультация грудной клетки; оценка глубины, ритма и ЧД; исследование основных показателей сердечно-сосудистой системы – пульса и артериального давления (АД); пальпация, перкуссия и аускультация живота. При наличии признаков ЧМТ, повреждений костей лицевого скелета, позвоночного столба и конечностей проводилось параллельное физикальное обследование пациентов соответствующими специалистами.

Лабораторные методы обследования у пострадавших с травмой грудной клетки позволяли получить информацию об объеме кровопотери, характере и выраженности расстройств газообмена, нарушениях водно-электролитного баланса, о состоянии свертывающей системы крови. Стандартная линейка обследования включала в себя общий и биохимический анализы крови, общий анализ мочи, мультимодальное исследование бронхиального секрета и плеврального экссудата (общий анализ, цитологическое исследование, бактериологическое исследование). Динамическое исследование уровня гемоглобина в содержимом плевральной полости после ее дренирования также позволяет судить о наличии продолжающегося кровотечения.

Для оценки степени дыхательной недостаточности использовали исследование газового состава артериальной крови на анализаторе «ABL 80 FLEX» («Radiometer Medical ApS», Дания). Основными параметрами в этом анализе являлись:  $pO_2$ ,  $pCO_2$  и водородный показатель (pH) артериальной крови. Данное исследование позволяло объективизировать тяжесть повреждения легких и адекватность газообмена (рис. 1).

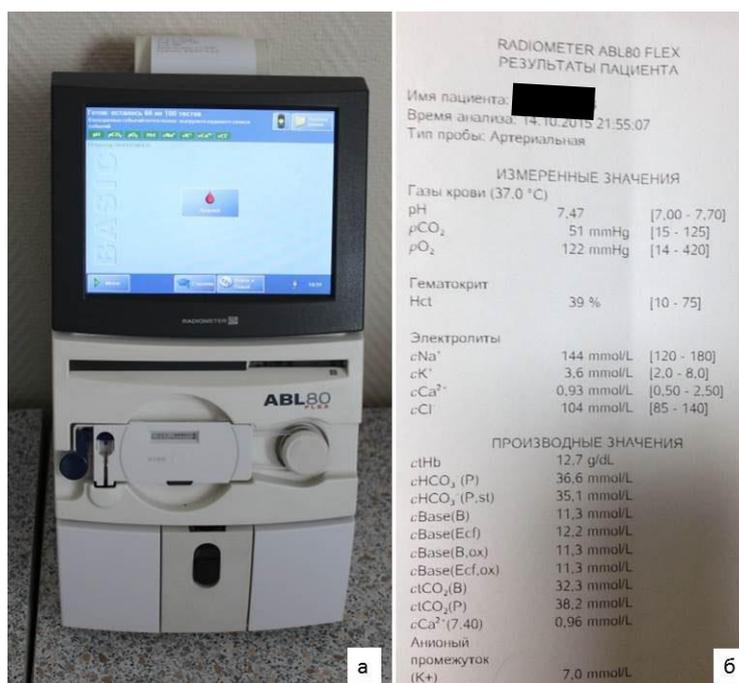


Рисунок 1. Исследование газового состава артериальной крови: а - анализатор газов крови «ABL 80 FLEX»; б – результаты анализа пациента Х., 45 лет, история болезни № 32675051.

Определение значений гемостаза проводили у пациентов с травмой грудной клетки и сочетанными повреждениями для прогнозирования возможного развития тромботических и инфекционных осложнений. В тяжелых случаях при развитии СПОН также проводили диагностику показателей системной воспалительной реакции: лактатдегидрогеназы, креатинфосфокиназы, С-реактивного белка, миоглобина, прокальцитонина.

Среди инструментальных методов на первом этапе диагностики применяли лучевые методы обследования – рентгенографию и компьютерную томографию грудной клетки.

Рентгенографию грудной клетки выполняли на аппаратах «Apollo» (Villa Sistemi Medicali, Италия) и «ddR Modulaire» (Swissray, Швейцария). В стандартный протокол исследования входили выполнение снимков в прямой обзорной и боковой (при возможности) проекциях, а также полипозиционная рентгеноскопия, позволяющая провести оценку статуса органов в динамическом режиме. Рентгенография позволяла выявить повреждения

костных структур грудной клетки (ребер, грудины, позвоночника), диагностировать патологические внутриплевральные синдромы - пневмоторакс и гемоторакс, заподозрить повреждения легкого, сердца и органов средостения. Костные повреждения оценивали по наличию линии перелома, смещению отломков, деформации контуров кости, уменьшению объема гемиторакса (рис. 2).

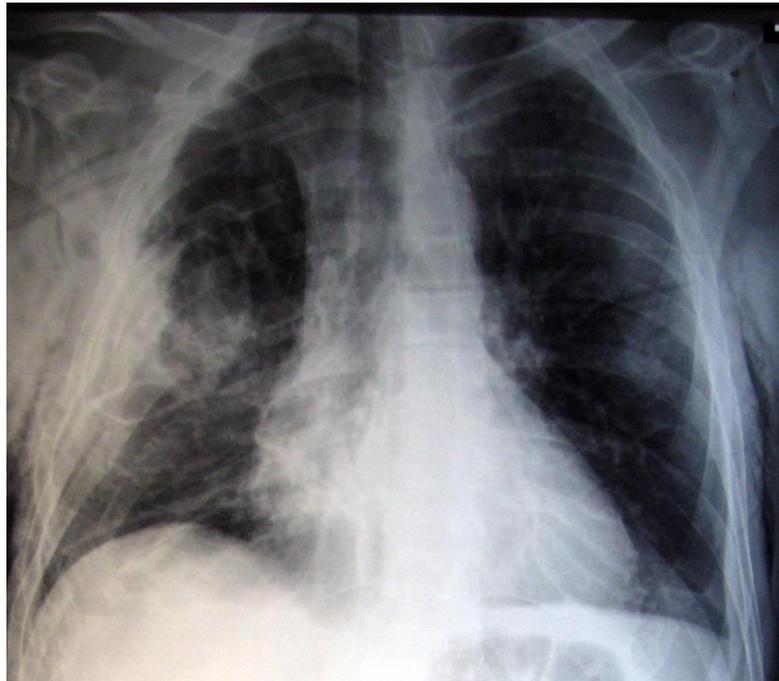


Рисунок 2. Рентгенограмма грудной клетки (прямая проекция) пациента М., 57 лет, история болезни № 2363041. Множественные переломы ребер справа, ушиб правого легкого, подкожная эмфизема.

О повреждении легкого свидетельствовали пневмоторакс, наличие жидкости в плевральной полости, инфильтраты в паренхиме, соответствующие зонам ушибов, патологические ателектазы, пневмомедиастинум, тканевая эмфизема. Внутриплевральному кровотечению и гемотораксу соответствовали затемнение в плевральной полости, смещение средостения в здоровую сторону. Повреждения структур средостения проявлялись расширением его границ, эмфиземой, сглаженностью контуров сердца. О травме диафрагмы свидетельствовали отсутствие ее нормального контура, элевация купола и появление патологических теней в плевральной полости, соответствующих

абдоминальным органам. При условии рентген-позитивных инородных тел устанавливали их наличие и локализацию.

При подозрении на разрыв диафрагмы или перфорацию полых органов желудочно-кишечного тракта пациентам проводили контрастную рентгенографию с сульфатом бария. Этот общедоступный и простой в исполнении метод позволял в большинстве случаев диагностировать повреждения полых органов (пищевода, желудка), разрыв диафрагмы с транслокацией внутрибрюшных органов в плевральную полость.

У всех пациентов с закрытой травмой грудной клетки, у которых при рентгенографии были выявлены переломы ребер и внутриплевральные повреждения, следующим этапом диагностики была МСКТ. В ряде случаев, МСКТ выполняли сразу при поступлении без предшествующей рентгенографии – у пациентов с сочетанной травмой, пациентов, переведенных из других стационаров, пациентов, находящихся на ИВЛ. При этом главным условием возможности выполнения МСКТ было купирование явлений шока и отсутствие показаний к неотложной операции. Исследование проводили на томографах «Aquilion 64» («Toshiba», Япония) и «Brilliance CT» («Philips», Нидерланды). Выполнение МСКТ позволяло выявлять непосредственные повреждения органов, определять точные топографические границы зон повреждений, оценивать степень посттравматических изменений. При наличии повреждений легких визуализировали зоны ушибов, геморрагического пропитывания, наличие пневматоцеле, исследовали трахею и крупные бронхи на предмет разрыва, а также оценивали наличие фоновой патологии, способной внести свой вклад в формирование посттравматических патологических состояний. МСКТ давало представление о количестве и локализации повреждений костных структур, в частности, уточняло наличие переломов ребер, локализацию линии переломов, степень смещения отломков, наличие флотирующих сегментов (рис. 3).

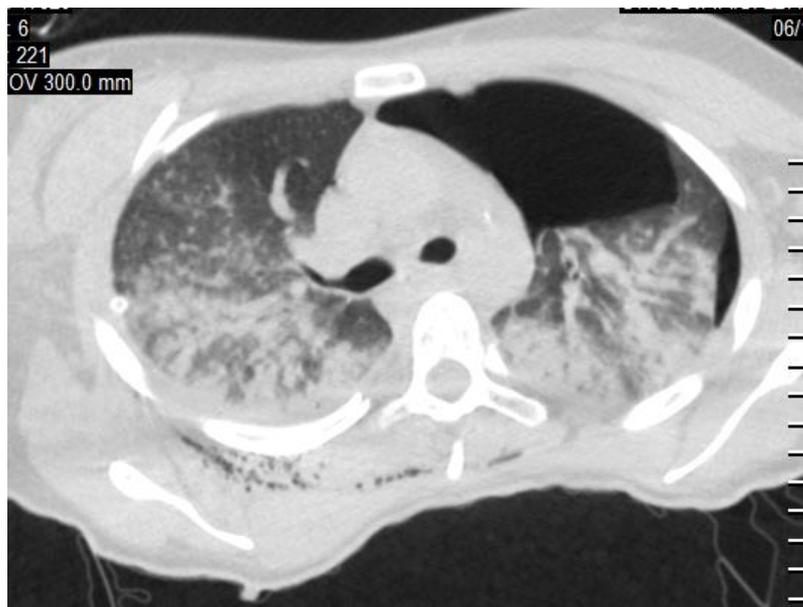


Рисунок 3. Компьютерная томограмма грудной клетки (аксиальный срез) пациента С., 26 лет, история болезни № 22773131. Множественные переломы ребер с двух сторон, ушиб легких тяжелой степени, гемопневмоторакс слева.

С помощью 3D-реконструкции можно было оценить объемные характеристики переломов, их соотношение с соседними анатомическими структурами, а также степень деформации всей грудной клетки (рис. 4).



Рисунок 4. Компьютерная томограмма грудной клетки (режим 3D-реконструкции) пациента Б., 49 лет, история болезни № 34201151. Множественные и флотирующие переломы ребер слева с выраженным смещением отломков.

В отношении гемоторакса при этом исследовании определяли объем излившейся в плевральную полость крови, соотношение жидкого и свернувшегося компонентов, его осумкование в труднодоступных местах. Хорошей визуализацией метод обладал и при наличии перикардального выпота, гемоперикарда. При проведении МСКТ грудной клетки в зону сканирования включали верхний этаж брюшной полости, чтобы получить информацию о наличии возможных повреждений печени, селезенки и наличии свободного газа и жидкости. С помощью МСКТ-ангиографии выполняли детекцию повреждений крупных сосудистых структур средостения и сердца.

УЗИ проводили с помощью аппаратов «Logiq E9» («General Electric», США), «Aixplorer» («SuperSonic Imagine», Франция). С его помощью оценивали состояние мягких тканей грудной клетки, наличие гематом, подкожной эмфиземы. Достаточно информативным УЗИ было и в диагностике переломов ребер, внутрилегочных гематом и посттравматических абсцессов. Однако основной точкой приложения УЗИ являлось выявление патологического содержимого в плевральной полости, в частности гемоторакса или пневмоторакса. Достоинством метода являлась возможность не только визуализировать жидкость или воздух, но и измерить его объем. Не менее полезным являлась и ультразвуковая диагностика травматических состояний в полости перикарда. Современное УЗИ с доплерографией является наиболее простым и доступным способом диагностики повреждений сердца и магистральных сосудов средостения и корня легкого. Учитывая портативность большинства ультразвуковых приборов, это метод исследования широко применяли для оценки динамики течения посттравматических патологических процессов в любом месте пребывания больного.

Фибробронхоскопию выполняли с целью диагностики повреждений легкого и дыхательных путей. Исследование проводили с помощью эндоскопов производства «Olympus» (Япония) и «Pentax» (Япония). Показаниями к фибробронхоскопии при травме грудной клетки являлись: а) подозрение на повреждение трахеи, бронхов и легкого; б) легочное кровотечение любой

степени тяжести; в) ателектаз или гиповентиляция легкого; г) обтурация дыхательных путей кровью, мокротой, пищевыми массами; д) сопутствующие и фоновые заболевания легких; е) необходимость санации трахеобронхиального дерева; ж) трудная интубация трахеи.

Определение функции внешнего дыхания проводили с помощью спироанализатора «ST300» («Fukuda Sangyo, Co. LTD», Япония). Данный метод также носил научное и практическое значение, поскольку полученные результаты демонстрировали уровень дыхательной недостаточности непосредственно после получения травмы или после применения лечебных методик, а также позволяли оценить динамику восстановления респираторной функции по прошествии времени. Оценивали следующие параметры: жизненную емкость легких, форсированную жизненную емкость легких, объем форсированного выдоха в первую секунду.

Окончательное представление об объеме внутриплевральных повреждений получали при проведении торакокопии. Данное вмешательство, помимо всех лечебных свойств, включало в себя также высокоинформативный диагностический этап. Торакокопия позволяла визуализировать характер повреждений ребер со стороны плевральной полости, выявить наличие разрывов и ушибов легочной паренхимы, оценить объем гемо- и пневмоторакса, осмотреть диафрагму, перикард, органы средостения. Операции проводили под общим обезболиванием с использованием видеоэндоскопических стоек «Karl Storz» (Германия) и «Olympus» (Япония).

По результатам клинического и лабораторно-инструментального обследования проводили объективную оценку тяжести повреждений и состояния пациентов. Для этого полученные данные интегрировали в шкалу оценки тяжести повреждений ISS. Градация степеней повреждения костного каркаса грудной клетки и внутриплевральных органов представлена в таблицах 17 и 18.

Шкала тяжести повреждений грудной стенки ISS

Степень	Тип повреждения	Описание повреждения	Значение AIS
I	Ушиб Разрыв Перелом	Любого размера	1
		Кожа и клетчатка	1
		Менее 3 ребер, закрытый перелом ключицы без смещения отломков	1-2
II	Разрыв Перелом	Кожа, клетчатка, мышцы	1
		Более 3 смежных ребер	2-3
		Открытый перелом ключицы	2
III	Разрыв Перелом	Перелом тела лопатки	2
		Всех слоев, в том числе париетальной плевры	2
		Грудины (открытый, с флотацией)	2
IV	Разрыв Перелом	Флотация менее 3 ребер с одной стороны	3-4
		Отрыв мягких тканей с переломом ребер	4
V	Перелом	Флотация более 3 ребер с одной стороны	3-4
		Флотация более 3 ребер с двух сторон	5

Шкала тяжести повреждений легких ISS

Степень	Тип повреждения	Описание повреждения	Значение AIS
I	Ушиб	Односторонний, менее 1 доли легкого	3
II	Ушиб Разрыв	Односторонний, 1 доля легкого	3
		Простой пневмоторакс	3
III	Ушиб Разрыв	Односторонний, более 1 доли легкого	3
		Персистирующий сброс воздуха более 72 часов	3-4
	Гематома	Интрапаренхиматозная, без увеличения	3-4
IV	Разрыв Гематома Кровотечение	Сброс воздуха из долевых или сегментарных бронхов	4-5
		Интрапаренхиматозная, с увеличением	4-5
		Из интрапаренхиматозных ветвей легочных сосудов	3-5
V	Кровотечение	Из легочных сосудов корня легкого	4
VI	Кровотечение	Полный поперечный разрыв сосудов корня легкого	4

Расчет индекса ISS производили на основании суммы трех квадратных значений показателей повреждений по 6 основным анатомическим областям тела: голова и шея, лицо, грудная клетка, живот, конечности, кожный покров. Так, у пациента с сочетанной травмой при наличии сотрясения головного мозга, флотирующего перелома ребер с одной стороны и разрывом селезенки индекс ISS был равен 50 ( $3^2+4^2+5^2$ ).

Для оценки тяжести состояния пациентов использовали шкалу SAPS II. В ее основе лежала калькуляция показателей следующих клинических и лабораторно-инструментальных критериев: причина госпитализации в ОРИТ, сопутствующие заболевания, значение шкалы Глазго, возраст пациента, систолическое АД, частота сердечных сокращений, температура тела,  $PaO_2/FiO_2$ , уровень диуреза, а также значения мочевины, лейкоцитов, калия, натрия, карбонатов и общего билирубина крови.

### **Методы статистической обработки**

Статистическую обработку результатов исследования проводили с использованием параметрических и непараметрических методов. С помощью параметрических методов выполняли обработку данных, подчиняющихся закону нормального распределения (распределения Гаусса). С помощью непараметрических методов оценивали номинальные и ранговые переменные, не требующие предварительных предположений относительно вида исходного распределения.

Для сравнения двух групп рассчитывали критерий  $t$  - Стьюдента.

$$t = \frac{X_1 - X_2}{S_{X_1 - X_2}},$$

где  $X_1$  и  $X_2$  - выборочные средние значения двух групп;  $S_{X_1-X_2}$  - стандартная ошибка разности выборочных средних.

Для многопольных таблиц вычисляли критерий  $\chi^2$ :

$$\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E},$$

где  $O$  - наблюдаемое число в клетке таблицы сопряженности,  $E$  - ожидаемое число в той же клетке в случае отсутствия различий между группами.

Если значения в полях таблицы были не меньше 5, то рассчитывали критерий  $\chi^2$  с поправкой Йейтса для четырехпольных таблиц:

$$\chi^2 = \frac{N [ (ad - bc) - N/2 ]^2}{(a + b) (c + d) (a + c) (b + d)}$$

Различия были статистически значимы, если вычисленное значение  $\chi^2$  превышало критическое для  $p \leq 0,05$  (вероятность  $p$  не менее 95%) при соответствующем числе степеней свободы.

Если значение в каком-либо поле таблицы было меньше 5, а величина каждой из сравниваемых групп не превышала 30, вычисляли двусторонний точный критерий Фишера.

Статистическую обработку результатов исследований проводили на персональном компьютере с помощью пакета анализа Ms Excel 10.0., программы Statistica for Windows 6.0., и программы SPSS Statistics V. 17.0. Результаты статистической обработки были сведены в списочный массив данных и использованы в таблицах и основном тексте.

### **Методы доказательной медицины**

Для объективизации сравнительной оценки результатов лечения пациентов основной группы и группы сравнения нами были применены принципы доказательной медицины [Котельников Г.П., Шпигель А.С., 2012].

Ключевые показатели, характеризующие эффективность разработанной дифференцированной хирургической тактики рассчитывали с помощью таблицы сопряженности, включающей возможные исходы лечения (табл. 19).

Сопряженность исходов лечения в изучаемых группах

Группа	Изучаемый эффект (исход)		Всего
	Есть	Нет	
Контрольная (I)	A	B	A + B
Изучаемая (II)	C	D	C + D

В случаях, когда исследуемый метод лечения повышал вероятность развития благоприятного исхода, рассчитывали следующие показатели:

Частота благоприятных исходов лечения в группе сравнения (контрольной группе):

$$\text{ЧБИК} = \frac{A}{A + B}$$

Частота благоприятных исходов лечения в основной группе (группе лечения):

$$\text{ЧБИЛ} = \frac{C}{C + D}$$

Повышение относительной пользы – относительное увеличение частоты благоприятных исходов в основной группе (группе лечения) по сравнению с группой сравнения (контрольной группой):

$$\text{ПОП} = \frac{|\text{ЧБИЛ} - \text{ЧБИК}| \times 100\%}{\text{ЧБИК}}$$

Повышение абсолютной пользы – абсолютная арифметическая разница в частоте благоприятных исходов между основной группой (группой лечения) и группой сравнения (контрольной группой):

$$\text{ПАП} = |\text{ЧБИЛ} - \text{ЧБИК}| \times 100\%$$

Число больных, которых необходимо лечить данным методом в течение определенного времени, чтобы достичь определенного благоприятного результата у одного больного:

$$\text{ЧБНЛ} = \frac{1}{\text{ПАП}}$$

В случаях, когда исследуемый метод лечения снижает вероятность развития неблагоприятного исхода, рассчитывали следующие показатели:

Частота неблагоприятных исходов лечения в группе сравнения (контрольной группе):

$$\text{ЧНИК} = \frac{B}{A + B}$$

Частота неблагоприятных исходов лечения в основной группе (группе лечения):

$$\text{ЧНИЛ} = \frac{D}{C + D}$$

Снижение относительного риска – относительное уменьшение частоты неблагоприятных исходов в основной группе (группе лечения) по сравнению с группой сравнения (контрольной группой):

$$\text{COR} = \frac{|\text{ЧНИЛ} - \text{ЧНИК}| \times 100\%}{\text{ЧНИК}}$$

Снижение абсолютного риска – абсолютная арифметическая разница в частоте неблагоприятных исходов между основной группой (группой лечения) и группой сравнения (контрольной группой):

$$\text{CAR} = |\text{ЧНИЛ} - \text{ЧНИК}| \times 100\%$$

Число больных, которых необходимо лечить определенным методом в течение определенного времени, чтобы предотвратить неблагоприятный исход у одного больного:

$$\text{ЧБНЛ} = \frac{1}{\text{CAR}}$$

В целом, примененные при проведении диссертационной работы методы клинической и лабораторно-инструментальной диагностики исследования

являлись современными, позволяли максимально точно выявить характер и объем повреждений, провести оценку тяжести повреждений и тяжести состояний пациентов. На основании методов статистической обработки и использования принципов доказательной медицины было проведено сравнение полученных результатов и подтверждение эффективности предложенной дифференцированной хирургической тактики у пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер.

### **Глава 3. Общая характеристика методов лечения у пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер**

В лечении пациентов обеих групп применяли разные способы стабилизации грудной клетки и устранения повреждений внутриплевральных органов. При этом отмечали как абсолютно идентичные в плане технического выполнения лечебные подходы, так и принципиально отличающиеся и впервые примененные у данной категории пациентов способы операций.

#### **3.1. Методы лечения пациентов в группе сравнения**

Последовательность лечебных методов на первичном этапе у пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер группы сравнения не отличалась от таковой у пациентов основной группы и заключалась в проведении противошоковых мероприятий и купировании основных проявлений травмы и обусловленных ею патологических синдромов. Тактика хирургического лечения пациентов в группе сравнения была основана на проведении стабилизации костного каркаса грудной клетки и устранении повреждений внутриплевральных органов, однако, без учета этапности и сочетания способов. Показания к применению того или иного способа стабилизации грудной клетки определяли без учета клинического варианта переломов ребер и, зачастую решение об оперативном вмешательстве было продиктовано необходимостью выполнения внутриплевральных вмешательств и наличием ОДН. Как правило, каждый выбранный способ стабилизации становился окончательным. К тому же, учитывая отсутствие возможностей выполнения высокотехнологичных вмешательств на грудной клетке, у пациентов группы сравнения не проводили остеосинтез ребер и ограниченно применяли торакоскопию.

Хирургическая стабилизация грудной клетки у пациентов группы сравнения заключалась в применении скелетного вытяжения и наложении аппаратов внешней фиксации.

### **Скелетное вытяжение**

Скелетное вытяжение (внешнюю тракцию) осуществляли посредством тракции за кости грудной клетки (грудина, ребра) с помощью специальных инструментов (пулевые щипцы, бельевые цапки). Принципиальным считали осуществление тракции неповрежденных участков грудины или ребер, поскольку манипуляции на поврежденных костях способны привести к усугублению повреждений. Вмешательство выполняли под местным или регионарным обезболиванием. У пациентов, находящихся на ИВЛ, проводили общую анестезию. Для проведения скелетного вытяжения за грудину выполняли два параллельных разреза кожи длиной не более 0,7 см в проекции рукоятки грудины на расстоянии 2 см друг от друга, и два аналогичных разреза в проекции тела грудины на уровне IV – V межреберий. Острым или тупым путем проводили диссекцию мягких тканей до поверхности грудины. В указанные образовавшиеся кожные раны заводили рабочие части пулевых щипцов или бельевых цапок, осуществляя захват за надкостницу грудины с дальнейшим сведением браншей инструмента. Этим создавали точку фиксации кости, к которой далее подвешивали груз, перекинутый через балканскую раму или иные приспособления (рис. 5). При осуществлении тракции за ребра перикостально проводили основные толстые нити с помощью тонкой шелковой нити, предварительно заведенной под ребро большой кожной иглой. У 20 пациентов группы сравнения проведение лигатур за ребра для последующего скелетного вытяжения осуществляли во время видеоассистированной торакотомии, предпринятой для остановки внутриплеврального кровотечения и санации гемоторакса. Схожая технология была применена также у 5 пациентов основной группы, однако различия касались в этапе осуществления проведения лигатур под контролем торакоскопии. Последующую тягу осуществляли строго перпендикулярно точке приложения. Грузы с помощью блоков были вынесены за пределы койки. Масса груза – 1,5 – 2 кг. Продолжительность скелетного вытяжения при этом была 12-15 дней.



Рисунок 5. Скелетное вытяжение у пациента с множественными переломами ребер.

### **Внешняя фиксация**

Методика включала в себя применение различных устройств, обеспечивающих внешнюю фиксацию флотирующего сегмента. Были использованы несколько различных модификаций внешних фиксирующих устройств, основным принципом работы которых была фиксация патологически подвижных сегментов грудной клетки к неповреждённым костям (ключица, грудина, подвздошные кости). При этом применяли как способы лигатурной фиксации, так и способы стержневой фиксации с помощью винтов Шанца и спиц Киршнера (рис. 6). Сроки аппликации АВФ до достижения стабилизации грудной клетки были в пределах 10-12 суток.

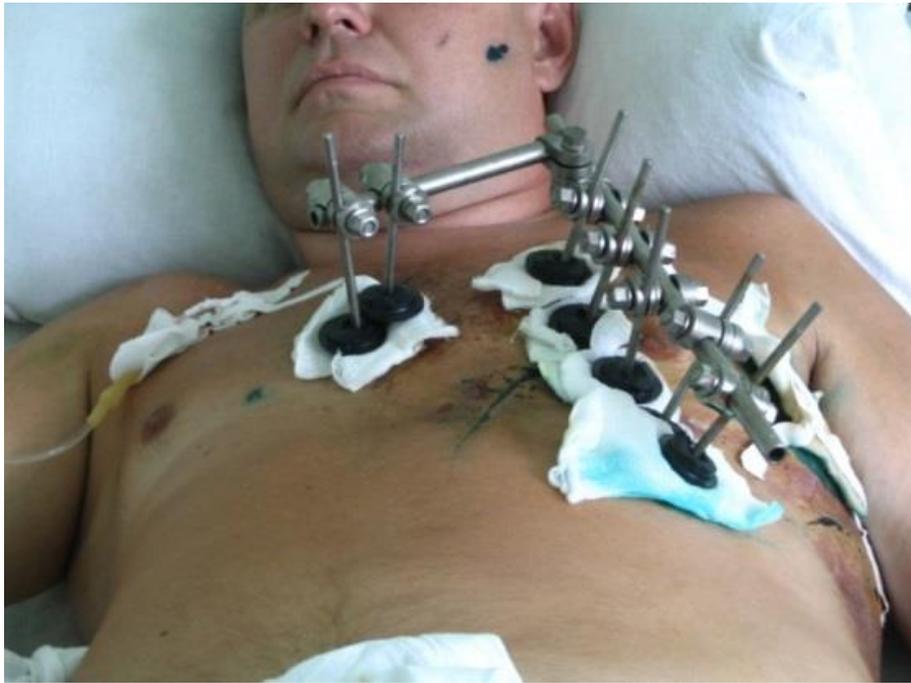


Рисунок 6. Стабилизация грудной клетки с помощью АВФ у пациента с флотирующими переломами ребер.

### **ИВЛ**

Еще одним способом лечения нестабильности грудной клетки была ИВЛ, которую рассматривали в качестве основного лечебного метода или же в сочетании со скелетным вытяжением и внешней фиксацией.

Показаниями к интубации трахеи и проведению ИВЛ были ОДН, необходимость анестезиологического обеспечения неотложных и срочных оперативных вмешательств. ИВЛ проводили в режиме механической принудительной вентиляции через интубационную или трахеостомическую трубки в параметрах нормовентиляции. Как правило, эти параметры ИВЛ не обеспечивали эффект «внутренней пневматической стабилизации», поскольку не соблюдалось достижение необходимого уровня положительного давления в конце выдоха (ПДКВ), не применяли режим PSV. Трахеостомию проводили больным на 3-7-е сутки вентиляции при отсутствии признаков восстановления спонтанного дыхания, либо при необходимости продленной ИВЛ. Следует отметить также отсутствие систематического подхода к оценке возможностей восстановления самостоятельного дыхания у пациентов группы сравнения.

Основными критериями отлучения от ИВЛ считали наличие сознания, сатурацию крови кислородом выше 95%, клинические и рентгенологические признаки расправления легких. В целом, достижение стабилизации грудной клетки и купирование флотации удавалось достичь на 12-15-е сутки ИВЛ.

### **Способы операций при внутриплевральных повреждениях**

Способы хирургического лечения повреждений внутренних органов и посттравматических внутриплевральных состояний (гемоторакс, пневмоторакс) заключались в торакоцентезе и дренировании плевральной полости, торакоскопии, видеоассистированной миниторакотомии, стандартной торакотомии. Техника торакоцентеза с дренированием плевральной полости и торакотомии не претерпевала каких-либо значимых изменений по сравнению с классическим описанием данных методик.

Эндовидеохирургические операции в этот период наиболее часто были представлены классической торакоскопией, при которой 3 торакопорта были расположены в форме рабочего треугольника. При этом локализация межреберий для введения торакопортов могла варьировать в зависимости от локализации патологического объекта. Наиболее удобными, часто используемыми в клинической практике являлись следующие точки: IV межреберье по средней подмышечной линии, VI межреберье по парастеральной линии, VIII межреберье по задней подмышечной линии. Расположение торакопортов в этих точках позволяло диагностировать практически все патологические внутриплевральные состояния и провести соответствующие вмешательства. При необходимости дополнительных манипуляций на поврежденных ребрах (наложение полиспастных швов) торакоскопию дополняли миниторакотомией.

Способы консервативного лечения переломов ребер в обеих группах заключались в тугом бинтовании и бандажировании грудной клетки, новокаиновых блокадах мест переломов, физиотерапевтическом лечении (магнитотерапия, лазеротерапия, электрофорез, лечебная физкультура, дыхательная гимнастика). В комплексе консервативных мер пациенты

получали антибактериальную, бронхо- и муколитическую, анальгетическую, антикоагулянтную терапию, лечебную физкультуру. Как правило, это были пациенты без значимых повреждений внутриплевральных органов, у которых множественные переломы не сопровождались развитием флотации и нарушения каркаемости грудной клетки.

Таким образом, хирургическая тактика у пациентов группы сравнения характеризовалась: отсутствием многофакторного анализа при выборе лечебного алгоритма; отсутствием этапности и преемственности, а также сочетанного применения разных методов стабилизации грудной клетки; отсутствием высокотехнологических способов лечения повреждений костного каркаса и внутренних органов грудной клетки (остеосинтез, торакоскопия); использованием в качестве способа стабилизации грудной клетки преимущественно скелетного вытяжения, ИВЛ в качестве единственного и основного способа и консервативных методов лечения переломов ребер, а в качестве способов лечения внутриплевральных повреждений - преимущественно дренирования плевральной полости.

### **3.2. Основные положения разработанной дифференцированной хирургической тактики у пациентов основной группы**

Тактика лечения пациентов в основной группе базировалась, в первую очередь, на определении степени повреждения грудинно-реберного каркаса и внутриплевральных органов. Кроме этого, учитывали такие немаловажные факторы, как наличие и тяжесть сопутствующих повреждений и фоновых заболеваний, а также условия оказания медицинской помощи. Исходя из этого, даже у пациентов, первично поступивших в травмоцентры II и III уровня, тактику изначально согласовывали со специалистами травмоцентра I уровня СОКБ и окончательно реализовывали уже после перевода. Так или иначе, помимо классических противошоковых мероприятий и неотложного устранения повреждений, сразу же оценивали необходимость в стабилизации грудной клетки и определяли ее способ, этапность и сочетание методов.

Внутригоспитальное движение пациентов проводили в соответствии с существующими принципами оказания помощи пациентам с травмой грудной клетки и политравмой. Проводимые оперативные вмешательства у пациентов классифицировали как экстренные (неотложные) – при повреждениях и состояниях, представляющих непосредственную угрозу для жизни пострадавшего, срочные – при повреждениях и состояниях, потенциально опасных для жизни пострадавшего, и плановые - при повреждениях и состояниях, не сопровождающихся угрозой для жизни пациента.

Все используемые способы стабилизации грудной клетки нами были разделены на способы временной стабилизации и способы окончательной стабилизации. Несмотря на то, что это разделение было весьма условно, оно явилось вспомогательным фактором при выборе тактики лечения. Важным моментом в обозначении и группировке методик было наличие или отсутствие двух эффектов – стабилизации грудной клетки и фиксации переломов.

К способам временной стабилизации относили те способы, которые обеспечивали стабилизацию грудной клетки без достижения фиксации переломов - скелетное вытяжение, стабилизация за счет создания отрицательного давления при лечении ран грудной клетки и ИВЛ в режимах, обеспечивающих внутреннюю пневматическую стабилизацию. Временную стабилизацию грудной клетки выполняли у тех пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер, у которых возможность выполнения оперативного восстановления целостности грудной клетки ограничивалась тяжестью состояния или организационными аспектами.

К способам окончательной стабилизации относили те способы, применение которых обеспечивало в равной мере достижение стабилизации грудной клетки и фиксацию переломов ребер, что было залогом последующего восстановления целостности поврежденной кости, - внешнюю фиксацию с помощью аппаратов разных конструкций и внутреннюю фиксацию путем остеосинтеза ребер. Однако, внешняя фиксация ввиду отсутствия эффекта прямого восстановления целостности поврежденной кости занимает скорее

промежуточное место между методами временной и окончательной стабилизации грудной клетки. Следует отметить, что способы временной стабилизации у ряда пациентов становились окончательными в силу различных обстоятельств – эффективности метода, тяжести состояния пациента, не позволяющей провести оперативное вмешательство, анатомо-топографических характеристик переломов ребер. После определения способа стабилизации на начальном этапе лечения также оценивали этапность выполнения этих операций, а также необходимость сочетания различных способов в зависимости от тяжести травмы грудной клетки, сочетанных повреждений и условий оказания медицинской помощи. Говоря о внутренней пневматической стабилизации, следует подчеркнуть, что если у ряда пациентов она и была выбрана в качестве основного и единственного способа стабилизации грудной клетки, то у всех остальных пациентов ее рассматривали в качестве обязательного сопровождения хирургических способов стабилизации.

Построение тактических алгоритмов оказания помощи было проведено согласно группировке пациентов по клиническим вариантам переломов ребер: пациенты с множественными переломами ребер с нарушением каркасности грудной клетки, пациенты с множественными флотирующими переломами ребер, пациенты с множественными переломами ребер без нарушения каркасности грудной клетки. При этом за основу тактики было взято предположение, что все пациенты с переломами ребер являлись потенциальными кандидатами для проведения остеосинтеза. Далее с учетом наличия показаний/противопоказаний к остеосинтезу, наличия показаний к операциям на внутриплевральных органах и других анатомических областях, тяжести состояния пострадавших, условий оказания медицинской помощи оценивали возможности и перспективы каждого способа стабилизации грудной клетки и купирования внутриплевральных повреждений. Хирургическая тактика у пациентов с множественными переломами ребер с нарушением каркасности грудной клетки и у пациентов с флотирующими переломами ребер была тождественной (рис. 7).

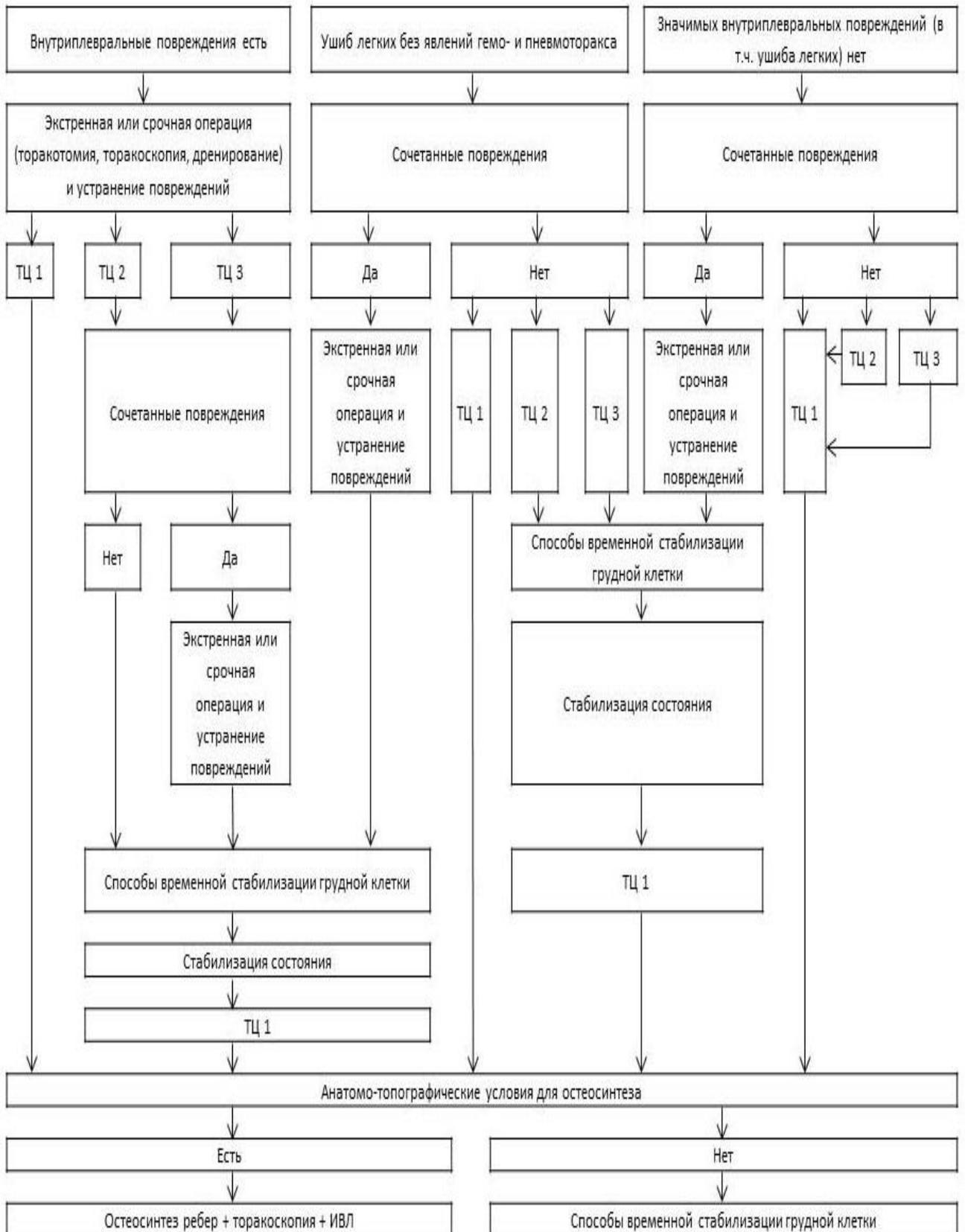


Рисунок 7. Лечебно-диагностический алгоритм у пациентов с множественными переломами ребер с нарушением каркасности грудной клетки и у пациентов с флотирующими переломами ребер (ТЦ 1 – травмоцентр I уровня, ТЦ 2 – травмоцентр II уровня, ТЦ 3 – травмоцентр III уровня).

При наличии множественных переломов ребер с нарушением каркасности / флотирующих переломов ребер и внутриплевральных повреждений на этапе оказания экстренной медицинской помощи в любом учреждении проводили экстренные операции по устранению этих повреждений; одновременно с этим или последовательно в зависимости от наличия или отсутствия сочетанных повреждений, также требующих экстренных операций, проводили и эти операции. В обязательном порядке начинали проведение одного из методов временной стабилизации грудной клетки, после чего по стабилизации общего состояния осуществляли транспортировку пациента в травмоцентр I уровня, где после оценки анатомо-топографических особенностей переломов выполняли остеосинтез ребер или продолжали экспозицию первоначального способа стабилизации. Если же пациент изначально поступал в отделение торакальной хирургии, то остеосинтез ребер мог быть реализован уже на этапе экстренной операции после коррекции внутригрудных повреждений.

У пациентов с множественными переломами ребер с нарушением каркасности / флотирующими переломами ребер с ушибом легких средней или тяжелой степени без явлений гемо- и пневмоторакса после выполнения экстренных операций по поводу сочетанных повреждений (при наличии таковых) проводили временную стабилизацию грудной клетки. По мере стабилизации гемодинамических и респираторных показателей этих пациентов также переводили пациентов в отделение торакальной хирургии СОКБ для дальнейшего лечения. Решение о проведении остеосинтеза принимали на основании оценки тяжести ушиба легких и наличия нарушений каркасности грудной клетки.

Алгоритм оказания помощи пациентам с множественными переломами ребер с нарушением каркасности / флотирующими переломами ребер без значимых внутриплевральных повреждений, в том числе ушиба легких, был построен по схожему принципу. На этапе оказания экстренной медицинской помощи по показаниям проводили необходимые оперативные вмешательства и

противошоковые мероприятия, включающие один из способов временной стабилизации грудной клетки. Далее, по достижении стабилизации общего состояния следовала транспортировка в травмоцентр I уровня, где всем пациентам рассматривали возможность выполнения остеосинтеза ребер.

Важным тактическим подходом было выполнение торакоскопии всем пациентам, которым проводили остеосинтез ребер. При отсутствии показаний к остеосинтезу или наличии противопоказаний, решение о показаниях и объеме внутриплеврального вмешательства принимали согласно существующим принципам оказания помощи пациентам с закрытой травмой грудной клетки [Бисенков Л.Н. и соавт., 2015; Сигал Е.И. и соавт., 2012].

Хирургическая тактика у пациентов с множественными переломами ребер без нарушения каркасности грудной клетки была также основана на анализе следующих ключевых факторов: вид и характер переломов ребер, наличие и тяжесть внутриплевральных повреждений, наличие и тяжесть сочетанных повреждений, условия оказания медицинской помощи. При этом большее значение имели именно тяжесть ушиба легких и других внутриплевральных посттравматических состояний (рис.8).

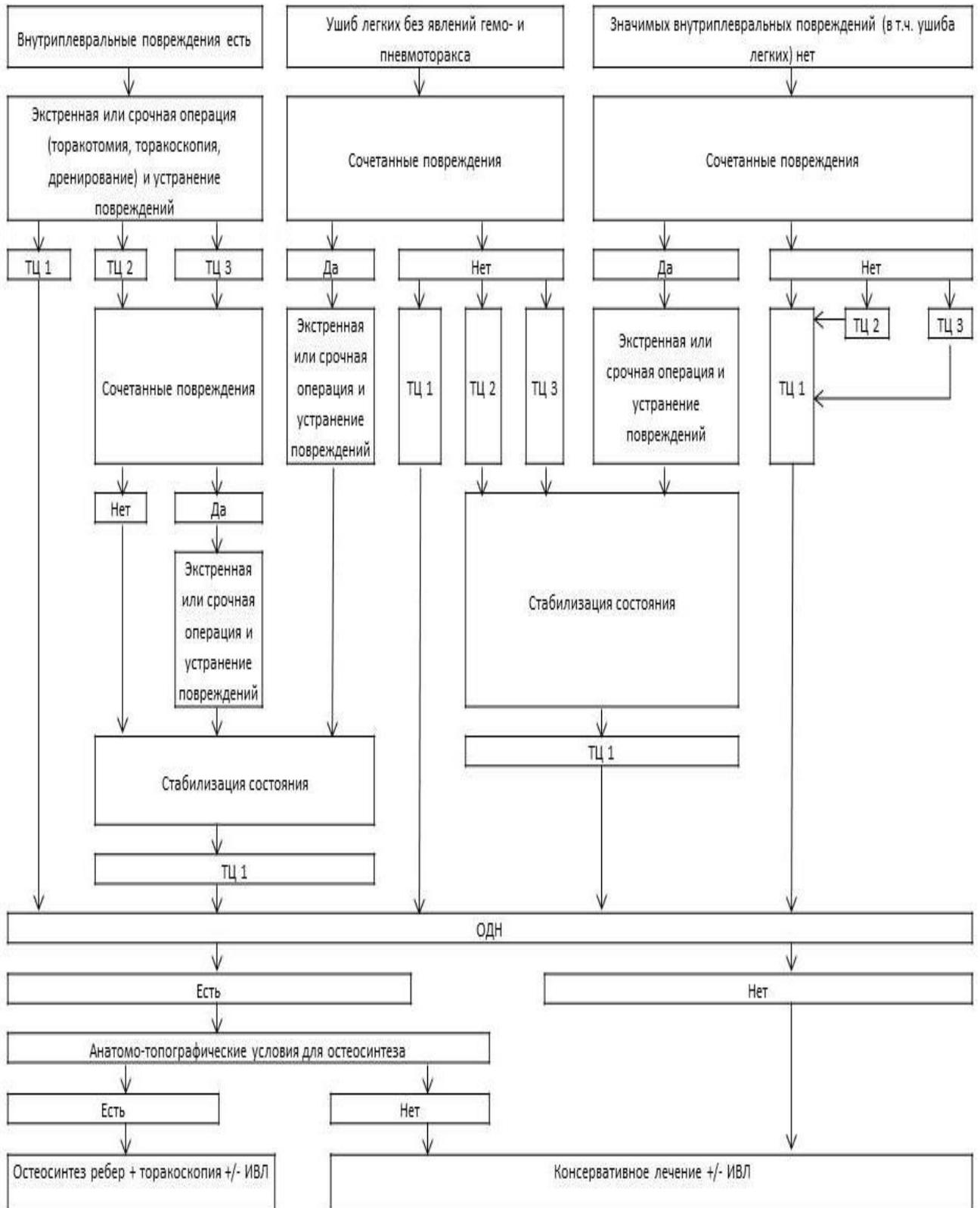


Рисунок 8. Лечебно-диагностический алгоритм у пациентов с множественными переломами ребер без нарушения каркасности грудной клетки (ТЦ 1 – травмоцентр I уровня, ТЦ 2 – травмоцентр II уровня, ТЦ 3 – травмоцентр III уровня).

При наличии внутриплевральных и/или сочетанных повреждений на этапе оказания экстренной медицинской помощи проводили показанные оперативные вмешательства. Отсутствие флотации и нестабильности каркаса грудной клетки нивелировали необходимость проведения временных способов стабилизации грудной клетки. Медицинскую эвакуацию осуществляли согласно маршрутизации в отделение торакальной хирургии СОКБ, где, в первую очередь, оценивали степень влияния травмы ребер на легочную паренхиму и, связанную с этим, ОДН. У пациентов с ушибом легких средней и тяжелой степени, ОДН, зависимостью от ИВЛ, а также с внутриплевральными посттравматическими состояниями, требующими хирургической коррекции, принимали решение в пользу остеосинтеза ребер. В случае компенсации основных респираторных показателей и успешного купирования внутриплевральной патологии продолжали консервативное лечение. При первичной госпитализации пациентов в травмоцентр I уровня, программа хирургического лечения с применением высокотехнологичных вмешательств могла быть реализована уже на этапе оказания экстренной и неотложной медицинской помощи. У пациентов основной группы применяли оригинальный способ внешней фиксации, способ стабилизации грудной клетки с использованием принципа терапии ран отрицательным давлением, выполняли остеосинтез ребер и торакоскопию, проводили внутреннюю пневматическую стабилизацию.

### **3.3. Методы лечения пациентов в основной группе**

#### **Внешняя фиксация**

Данный способ применяли у пациентов при наличии множественных и флотирующих переломов передних и боковых отрезков ребер в качестве способа временной или окончательной стабилизации. В клинике было разработано и применено устройство для внеочаговой фиксации множественных и флотирующих переломов ребер и грудины (Патент РФ на полезную модель №134778 от 27.11.2013 г.). Оно состоит из аппарата внешней

фиксации, включающего в себя стержень, а также репонирующий блок, в котором закреплены спицы. Репонирующий блок был представлен в виде монокортикальных изогнутых спиц, подразделяемых на опоры, которые устанавливали в неповрежденные сегменты ребер, и на тяги, которые устанавливали в отломки сломанных ребер, причем все монокортикальные изогнутые спицы укрепляли с помощью двух гаек к дистракционному стержню, в котором имелись два скошенных паза для крепления спиц. База аппарата внешней фиксации была представлена в виде опорных балок и цельного стержня, выполняющего роль опорной балки, к которому крепили опору (рис. 9).



Рисунок 9. Внешняя фиксация переломов ребер при флотирующих переломах с помощью устройства собственной конструкции.

Преимуществами предложенного способа стабилизации грудной клетки были обеспечение вытяжения и фиксации флотирующих сегментов, а также возможность его выполнения с использованием стандартного травматологического набора инструментов и расходных материалов и возможность мобилизации пациента. Эффект стабилизации отмечали сразу же после наложения и монтажа конструкции. Удаление аппарата производили на 8

– 12-е сутки применения либо при выполнении последующего остеосинтеза ребер.

### **Стабилизация с использованием принципа терапии ран отрицательным давлением**

Основным показанием к использованию способа стабилизации грудной клетки, основанного на принципах терапии ран отрицательным давлением – «negative pressure wound therapy» (NPWT) считали флотирующие переломы ребер любой локализации при отсутствии условий или наличии противопоказаний к оперативной фиксации. Таким образом, способ расценивали в качестве меры временной стабилизации грудной клетки. Кроме того, применение этого способа целесообразно при обширных гематомах мягких тканей, инфицировании и развитии гнойного воспаления в условиях нестабильной грудной клетки.

Суть способа заключалась в применении постоянного внешнего отрицательного давления воздуха на область флотации грудной клетки, обеспечивающего эффект стабилизации. Техническая сторона метода заключалась в выполнении послойного разреза мягких тканей в проекции флотации грудной клетки по линии межреберья до уровня ребер. Разрез заполняли медицинской губкой необходимой формы и размера. Поверх разреза на медицинскую губку накладывали плоскую губку большего размера. Обеспечивали герметичность разреза, для этого поверх плоской губки накладывали повязку, выполненную в виде слоя плотного материала большего размера, снабженного адгезивной поверхностью, прижимая адгезивную поверхность к коже. В повязке вырезали окно, в проекции медицинской губки. В окно устанавливали один конец силиконовой трубки. Обеспечивали герметичность входа трубки в повязку. Другой конец силиконовой трубки подключали к аппарату вакуумной терапии. Включали аппарат вакуумной терапии, создавая постоянное отрицательное давление воздуха в разрезе (рис. 10). Эффект стабилизации реберного клапана оценивали по регрессу явлений парадоксального дыхания и улучшению респираторных показателей. При этом

пониженное давление в разрезе и в силиконовой трубке вызывало выделение из разреза раневого экссудата, и его дальнейшее продвижение по силиконовой трубке в емкость аппарата вакуумной терапии. Использование способа NPWT позволяло осуществлять передвижение пострадавшего, так как аппараты вакуумной терапии - это мобильные устройства небольших размеров. На описанный способ стабилизации грудной клетки при флотирующем переломе ребер был получен Патент РФ на изобретение №2578182 от 20.03.2016 г.



Рисунок 10. Стабилизация флотирующей грудной клетки с помощью аппарата вакуумной терапии ран предложенным способом.

Сроки использования этого способа могут быть разными – от нескольких суток до стабилизации состояния и последующего остеосинтеза ребер или же до двух недель при тяжелых сопутствующих повреждениях и нецелесообразности оперативной фиксации. Данный способ можно рекомендовать у пострадавших с флотирующими переломами ребер на этапе предоперационной подготовки, в острый период травмы, перед накостной оперативной фиксацией переломов. Он позволяет обеспечить временную стабилизацию грудной клетки, борьбу с патогенной микрофлорой, удаление раневого экссудата, снятие отека. Кроме того, способ стабилизации с

использованием отрицательного давления направлен также и на предупреждение нагноения мягких тканей путем удаления гематом мягких тканей в области флотирующего перелома ребер у пациентов, которым противопоказано хирургическое вмешательство. Он обеспечивает регресс явлений парадоксального дыхания и улучшает респираторные показатели.

### **Внутренняя оперативная фиксация переломов ребер**

Способом, обеспечивающим достижение стабилизации грудной клетки и внутренней оперативной фиксации переломов ребер, являлся остеосинтез. При проведении остеосинтеза принципиальными вопросами для решения являлись определение показаний к операции, выбор оперативного доступа и вида самого остеосинтеза.

При определении показаний к проведению остеосинтеза основным критерием являлось наличие множественных и/или флотирующих переломов ребер. Иными словами, всех пациентов потенциально рассматривали в качестве кандидатов на остеосинтез. В то же время, у большинства пострадавших имелось сочетание переломов с другими патофизиологическими механизмами, присутствие которых служило дополнительным основанием к выбору активной хирургической тактики. Таковыми считали деформации грудной клетки, ушиб легких, ОДН, болевой синдром. В ряде случаев именно наличие сопутствующих состояний учитывали в большей степени, нежели переломы ребер, как таковые.

Ниже представлена характеристика основных и дополнительных критериев, формирующих показания к проведению остеосинтеза ребер.

Наиболее тяжелой формой повреждения ребер являлись флотирующие переломы. Они явились показанием к остеосинтезу ребер у большинства пациентов. Наличие сложного двойного перелома с формированием флотирующего реберного фрагмента обуславливало стремительное развитие дыхательной и сердечно-сосудистой недостаточности вследствие тяжелых нарушений биомеханики дыхания. Эта наиболее тяжелая форма явилась

показанием к операции у 48 пациентов. Из них переднебоковой флотирующий перелом был у 13, боковой – у 28, задний - у 7 пациентов (рис. 11).



Рисунок 11. Компьютерная томограмма грудной клетки (режим 3D-реконструкции) пациента М., 45 лет, история болезни № 40012121. Боковые флотирующие переломы ребер слева.

Хорошо известно, что наибольшую роль в акте дыхания играют 7 ребер (с III по IX). В соответствии с этим, при множественных переломах более половины «дыхательных» ребер, т.е. переломах 4 и более ребер, считали возможным рассматривать целесообразность применения хирургических методов лечения. Особенно очевидной эта целесообразность представлялась у пациентов с множественными переломами ребер по одной линии, у которых произошло нарушение каркасности грудной клетки. Таким образом, решение об оперативной фиксации принимали при наличии переломов не менее 4 ребер с одной стороны, что в нашем исследовании было реализовано у 10 пациентов, или 8 и более ребер с двух сторон (12 пациентов). Кроме того, в расчет принимали также и проекцию линий переломов, а также конституциональные особенности пациентов. Так, например, у пациентов гиперстенического телосложения с хорошо развитыми мышечными массивами при наличии

множественных переломов ребер без нарушения каркасности грудной клетки от остеосинтеза ребер предпочитали воздержаться.

У пациентов с множественными переломами ребер нарушение каркасности грудной клетки проявлялось в виде деформации грудной клетки. Она характеризовалась уменьшением объема гемиторакса, дыхательной недостаточностью, ограничением двигательной активности, болевым синдромом. Кроме того, значительное смещение отломков ребер обуславливало повреждение паренхимы легких с соответствующей симптоматикой травматического пневмоторакса. Подобную картину мы наблюдали у 14 пострадавших, которым были выставлены показания к остеосинтезу ребер (рис. 12).

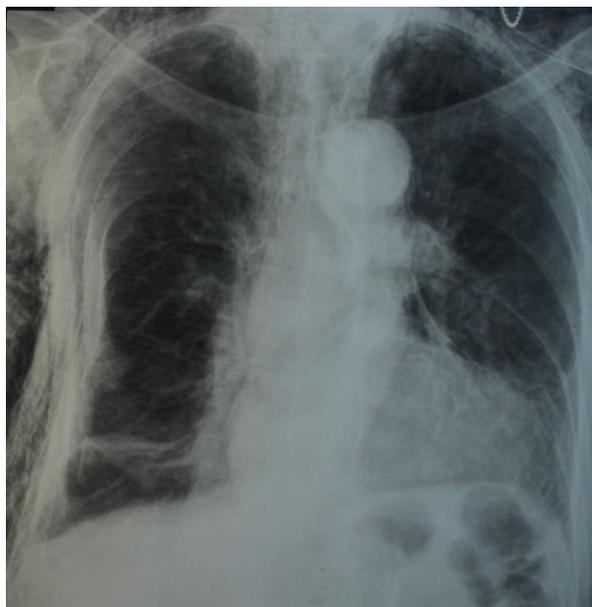


Рисунок 12. Рентгенограмма грудной клетки (прямая проекция) пациента Б., 64 лет, ИБ № 198031. Множественные переломы ребер справа с деформацией гемиторакса, гемопневмоторакс, пневмомедиастинум, подкожная эмфизема.

На определение показаний к остеосинтезу ребер оказывает влияние и наличие повреждения легочной ткани, одной из наиболее тяжелых форм которого является ушиб легких. Как правило, клинические проявления ушиба легких сопровождаются дыхательной недостаточностью и зависимостью

пациентов от ИВЛ. Проведение внутренней пневматической стабилизации обеспечивает протезирование дыхательной функции, но при этом сохраняется эффект травматизации легочной ткани отломками ребер, вследствие чего остеосинтез рассматривается в качестве меры профилактики прогрессии острого повреждения легких. Несмотря на то, что в нашем исследовании среди пациентов основной группы контузия легочной ткани часто сопровождала переломы ребер и была диагностирована у 132 пациентов, в качестве ведущего синдрома она явилась показанием к операции у 7 пострадавших, из них ушиб средней степени был у 2 пациентов, ушиб тяжелой степени – у 5 пациентов (рис. 13). При этом, учитывая то, что значимых нарушений каркасности грудной клетки у этих пациентов выявлено не было, именно ушиб легких был определяющим фактором в выборе способа лечения.

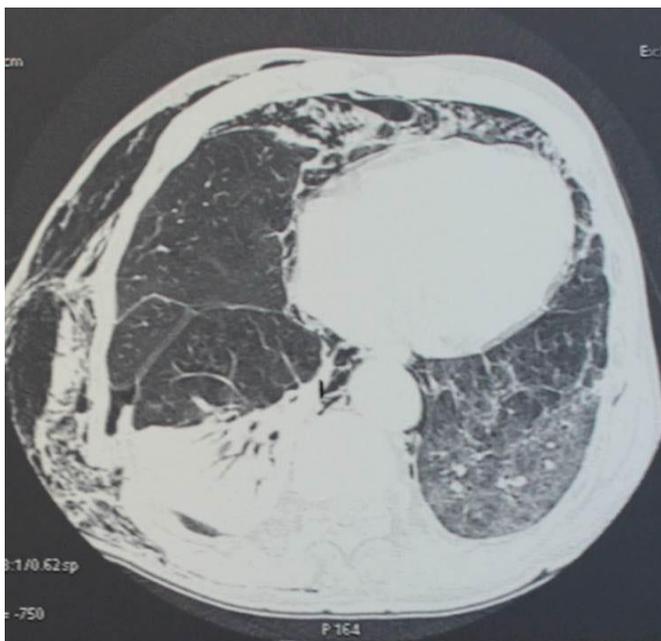


Рисунок 13. Компьютерная томограмма грудной клетки (аксиальный срез) пациента Ж., 19 лет, история болезни № 40158151. Множественные переломы ребер с двух сторон, ушиб легких тяжелой степени, пневмомедиастинум.

У большинства пациентов, оперированных по упомянутым выше показаниям, была ОДН разной степени выраженности. Из них 68 пациентов находились на ИВЛ до проведения оперативного вмешательства. Таким

образом, при рассмотрении показаний к остеосинтезу также принимали во внимание фактор отлучения от ИВЛ.

Несмотря на то, что большинству пациентов проводили современную мультимодальную анестезию в пред-, пери- и послеоперационном периодах, включающую перидуральный блок и межреберные блокады, у трех пациентов отмечался стойкий рефрактерный болевой синдром. Несмотря на то, что флотации или нарушения каркасности грудной клетки у этих пациентов отмечено не было, тем не менее, с целью купирования болевого синдрома, а также профилактики гиповентиляции легкого и пневмонии у них был проведен остеосинтез ребер.

Еще одним показанием к остеосинтезу ребер был факт выполнения торакотомии/торакоскопии. У двух пациентов, которым была выполнена экстренная торакотомия по поводу разрыва легкого и внутриплеврального кровотечения, остеосинтез травмированных ребер выполнен после устранения внутриплевральных повреждений в качестве меры стабилизации грудной клетки. Следует подчеркнуть, что в случае отсутствия показаний к торакотомии, оперативное лечение переломов ребер в экстренном порядке этим пациентам не стало бы проводиться.

Еще одному пациенту остеосинтез выполнен в качестве компонента вмешательства по одномоментному устранению внутриплевральных повреждений, фоновой легочной патологии и повреждений костного каркаса. Вообще, наличие фоновой патологии легочной ткани у пациентов с множественными и флотирующими переломами является весьма важным фактором, способным повлиять на исход лечения в целом. Частое присутствие ХОБЛ, наличие булл, разрывы которых при травме обуславливают развитие персистирующего пневмоторакса и длительного просачивания по плевральным дренажам, служат еще одним основанием для выставления показаний к проведению одномоментных операций на костном каркасе и внутриплевральных органах.

Планирование оперативного доступа при проведении остеосинтеза ребер является весьма важной задачей, поскольку именно на этом этапе операции создаются условия для адекватной экспозиции максимального количества предполагаемых к выполнению остеосинтеза ребер. В нашем исследовании при проведении остеосинтеза у пациентов основной группы использовали следующие виды оперативного доступа:

- разрезы вдоль межреберий по направлениям линий Лангера;
- разрезы в проекции линии переломов;
- миниинвазивные доступы (разрезы длиной менее 10 см);
- более одного доступа.

Разрезы вдоль межреберий по направлениям линий Лангера являлись одним из способов обнажения ребер. При выполнении классического доступа по ходу межреберий осуществляли послойный разрез мягких тканей (кожа, подкожная жировая клетчатка, поверхностная фасция) по ходу линий Лангера. Длина разреза была - 11-20 см. При необходимости пересекали отдельные волокна прилегающих мышц. Чаще всего это были зубчатые мышцы или отдельные порции большой грудной мышцы и широчайшей мышцы спины. Обнажали слой, соответствующий ребрам и межреберьям. Обычно, при переломах со смещением отчетливо визуализировали и пальпировали зоны переломов. Далее проводили препарирование тканей с целью мобилизации кожно-подкожно-мышечного слоя, что позволяло выделить большее количество реберных поверхностей для последующего остеосинтеза. Обычно, указанной длины разреза мягких тканей было достаточно для восстановления 2-3 ребер (рис. 14).

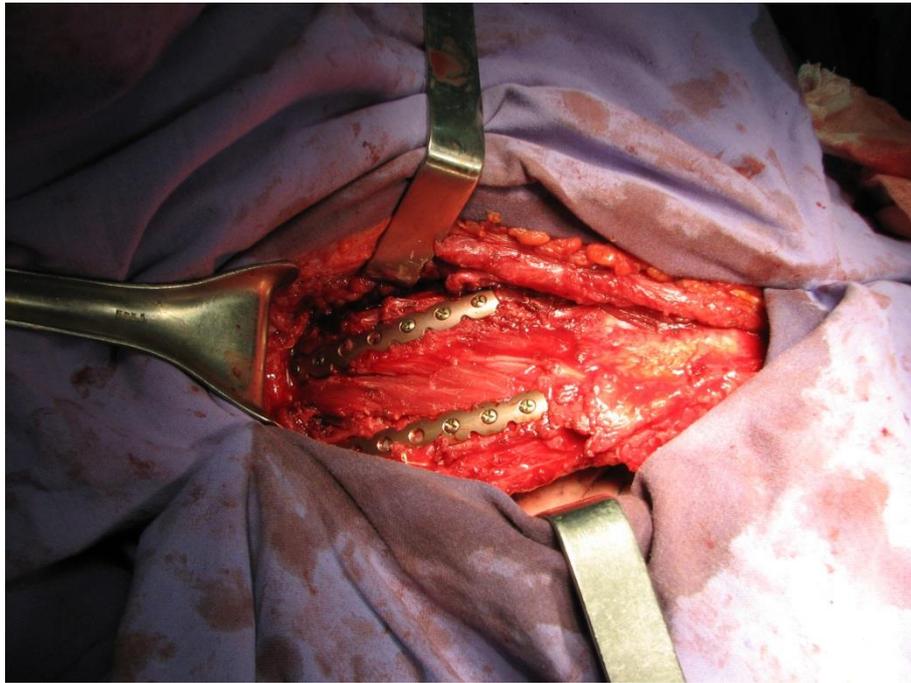


Рисунок 14. Остеосинтез ребер через доступ по ходу межреберий.

Для адекватной экспозиции всех ребер, восстановление которых предполагалось провести, длину хирургического разреза необходимо было планировать таким образом, чтобы при разведении краев раны обнажались не только линии переломов, но и неповрежденные участки ребер, в которые проводилось сверление и вкручивание блокирующих винтов. Исходя из этого, длина разреза зависела от количества синтезируемых ребер. При выполнении доступа вдоль межреберий длину разреза зачастую приходилось увеличивать не столько для обнажения соответствующих ребер, сколько для того, чтобы последующее разведение тканей без натяжения позволило обеспечить доступ к соседним ребрам.

С целью оптимизации оперативного доступа и улучшения возможностей экспозиций ребер именно в местах переломов у ряда пациентов осуществляли разрезы в проекции линии переломов. При этом направление разреза могло не совпадать с направлением линий Лангера, но практически всегда его проводили с учетом расположения крупных мышечных массивов. Так, при операциях у пациентов с переломами боковых отрезков III – VII ребер, разрез проводили по краям большой грудной или широчайшей мышц спины, в зависимости от того,

наружные контуры которой из них повторяли линии переломов. Пересечение волокон других мышц грудной клетки при этом также было возможно минимальным и было обусловлено необходимостью обнажения линий переломов и соседствующих с ними неповрежденных частей на отдалении 5-6 см от линии перелома. Длина разреза при этом способе также варьировала от 11 до 20 см в зависимости от количества переломов ребер (рис. 15).

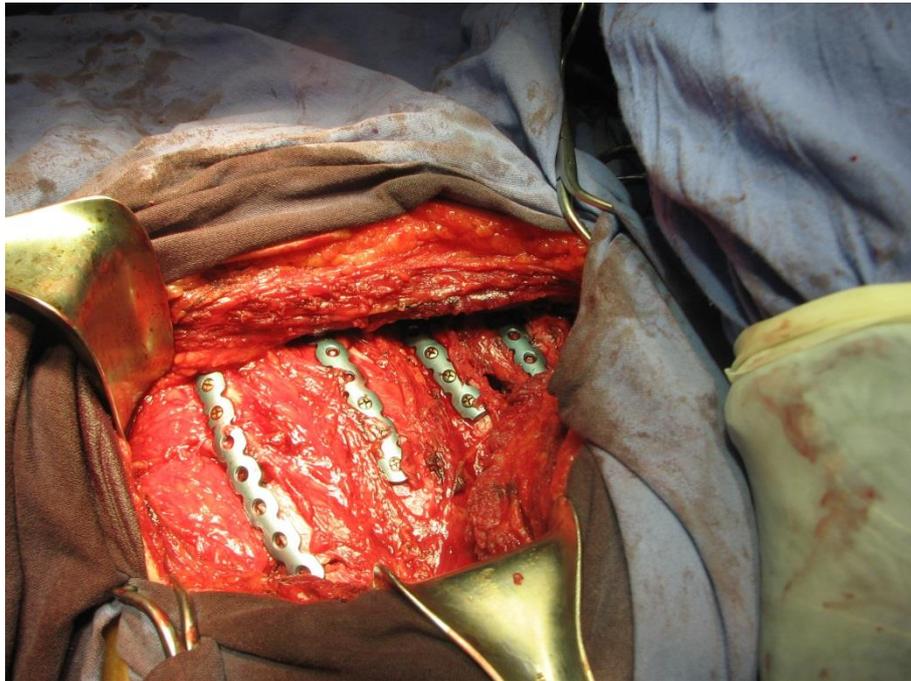


Рисунок 15. Остеосинтез ребер через доступ в проекции линии переломов.

Для лучшей топической диагностики переломов ребер и более точного планирования оперативного доступа нами было предложено специальное приспособление - «Рентгеноконтрастная сетка для маркировки операционного поля» (патент РФ на полезную модель №152847 от 20.06.2015 г.), которую использовали при проведении МСКТ в предоперационном периоде. Данная полезная модель характеризовалась тем, что содержала подложку из рентгенопрозрачного материала; рентгеноконтрастные нити, расположенные на подложке, образовывали прямоугольную сетку. Сама подложка приспособления была выполнена в виде гибкой пластины с прямоугольными отверстиями, образующими ячейки сетки. В узлах между прямоугольными

отверстиями были расположены круглые отверстия, через которые пропущены рентгеноконтрастные нити. Размер сторон прямоугольных отверстий был от 20 до 50 мм. По периметру подложки с одной стороны была нанесена клейкая основа для фиксации сетки к поверхности кожи пациента.

Выполнение компьютерной томографии грудной клетки и последующая объемная реконструкция позволяли спроецировать линии переломов ребер по отношению к ячейкам сетки и, соответственно, определить линию оптимального разреза мягких тканей (рис. 16).

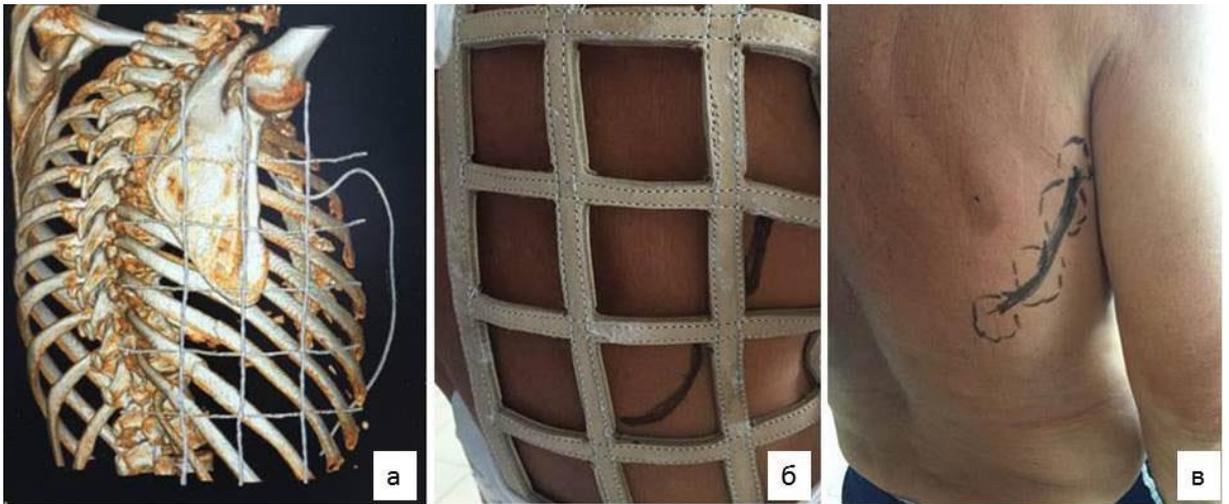


Рисунок 16. Применение рентгеноконтрастной сетки в планировании оперативного доступа при переломах ребер: а – МСКТ грудной клетки с наложенной сеткой (режим 3D-реконструкции); б – проецирование линий переломов на поверхность кожи; в – маркировка операционного поля.

Выполнение разрезов длиной менее 10 см и осуществление через этот разрез основного этапа операции – непосредственно остеосинтеза ребер у пациентов с множественными и флотирующими переломами в большинстве случаев было достаточно затруднительно, поскольку при этом возникали известные сложности с ретракцией мягких тканей и экспозицией наружной поверхности ребер. Тем не менее, стремление к уменьшению операционной травмы являлось весьма важным аргументом к разработке способов миниинвазивного остеосинтеза ребер.

Нами был разработан и внедрен в работу клиники специальный троакар, с помощью которого проводили перфорацию и создание рабочего канала в мягких тканях, что позволяло выполнять остеосинтез в труднодоступных областях, а также выполнять миниинвазивные операции (патент РФ на полезную модель №154109 от 20.08.2015 г.). Показанием для использования троакара стали интраоперационные ситуации, когда вторая линия переломов, а, следовательно, и область фиксации винтами, приходились на топографическую область с большим мышечным массивом. Чаще всего, это подлопаточная область. Использование троакара позволяло избежать пересечения большой грудной мышцы и широчайшей мышцы спины, создать рабочий канал, через который можно адекватно провести и сверление ребра, и вкручивание блокирующего винта. При этом, как правило, была возможность манипуляции на 2-3 соседних ребрах. В последующем этот троакарный доступ использовали для установки дренажа в плевральную полость или же к зоне остеосинтеза (рис. 17).

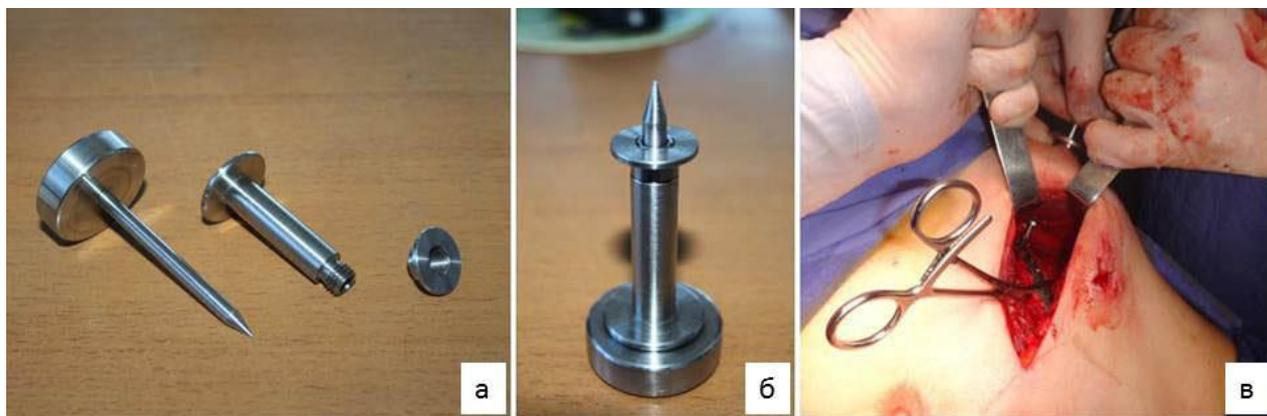


Рисунок 17. Миниинвазивный остеосинтез ребер с использованием троакара: а – троакар в разобранном виде; б – троакар в собранном виде; в – остеосинтез ребер с использованием троакара.

Использование данного троакара позволило нам также чаще осуществлять миниинвазивные доступы длиной менее 10 см. При локализации линий переломов преимущественно по боковой поверхности грудной клетки имелись предпосылки для выполнения малых разрезов непосредственно над

линией переломов. Последующая препаровка тканей способствовала обнажению зон для остеосинтеза, располагающихся под кожно-подкожно-мышечным слоем. Троякар в этих случаях устанавливали поочередно по обе стороны от краев разреза непосредственно в проекции неповрежденного участка ребра для сверления и установки фиксирующих винтов. Таким образом, реализовали принцип миниинвазивности, позволяющий провести остеосинтез от одного до трёх рядом расположенных ребер через небольшую линию разреза кожи и мягких тканей.

Кроме того, выполнению миниинвазивного остеосинтеза способствовало применение  $90^\circ$  дрели и отвертки. При этом через один доступ длиной не более 10 см удавалось провести фиксацию пластин к 2-3 соседним ребрам (рис. 18).

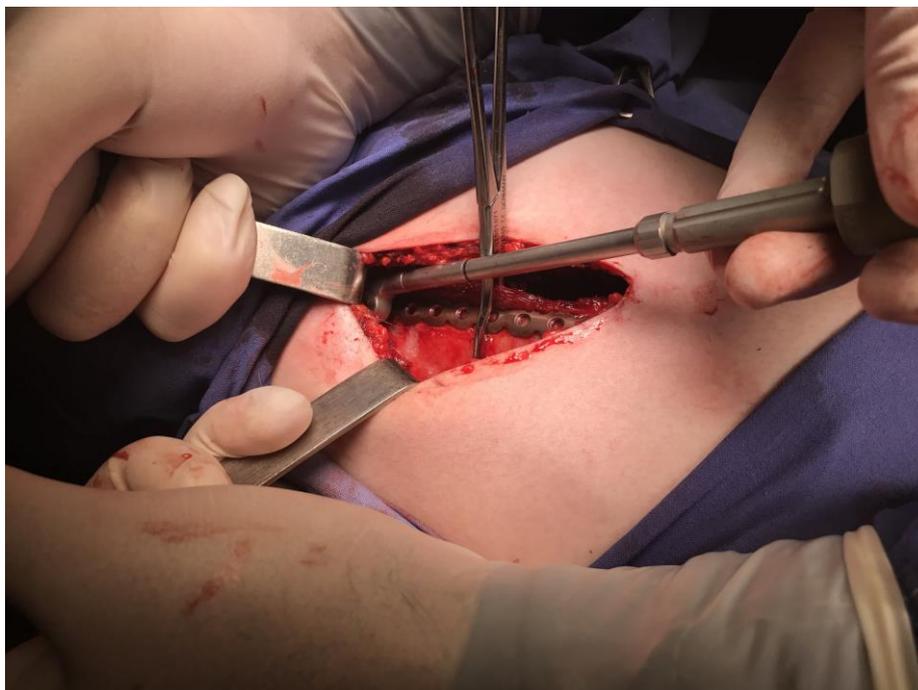


Рисунок 18. Миниинвазивный остеосинтез ребер с использованием  $90^\circ$  дрели и отвертки.

Использование принципа миниинвазивности операционного доступа предоставляло возможность рассматривать возможность осуществления нескольких доступов у пациентов с множественными переломами, когда линии переломов ребер приходились на удаленные друг от друга топографические ориентиры. С одной стороны, это позволяло адекватно восстановить

каркаасность грудной клетки, с другой - избежать больших разрезов с обширной отслойкой мягких тканей. В то же время, наличие 2 отдельных разрезов не стало мерой утяжеления травматичности оперативного вмешательства, поскольку их выполняли без разрушения крупных мышечных массивов (рис. 19).



Рисунок 19. Вид послеоперационных ран после выполнения остеосинтеза через 2 хирургических доступа.

Основной этап операции у всех пациентов заключался в восстановлении реберного каркаса груди, которое проводили с помощью системы фиксации ребер «Matrix Rib Fixation System» («Synthes GmbH», Швейцария). Данная технология включала в себя набор анатомических предизогнутых наkostных пластин и внутрикостных штифтов для остеосинтеза III - IX ребер, а также набор специальных инструментов.

Фиксацию пластины к ребру осуществляли с помощью имеющихся в наборе блокирующих винтов после репозиции отломков. Подбор соответствующей пластины для конкретного ребра и размера блокирующего винта зависел от порядкового номера и толщины ребра, а также от локализации линии перелома. Определяли ребра, которые предполагается синтезировать.

При локализации линий переломов по передним и боковым топографическим линиям (от 1. parasternalis до 1. axillaris posterior) было показано проведение накостного остеосинтеза. Рассекали надкостницу ребра над переломом и на протяжении 6-8 см в обе стороны от линии перелома. С помощью специального инструментария производили репозицию отломков ребра. Далее осуществляли подбор пластины для конкретного ребра и размер блокирующего винта, что зависело от толщины ребра и удаленности линий переломов друг от друга при наличии флотирующего сегмента. При выполнении фиксации ребер при переднебоковых и боковых флотирующих переломах с использованием накостных пластин, обязательным было покрытие пластиной всех линий переломов. Далее производили последовательное сверление отверстий в ребрах и вкручивание винтов. Необходимое количество винтов – по 3 с каждой стороны от линии перелома, отдельными винтами фиксировали и флотирующие сегменты. Как правило, использовали крайние отверстия на пластинах (рис. 20). Угловая стабильность конструкции обеспечивалась тем, что винт не только фиксировал пластину к ребру, но и блокировался в самой пластине. После фиксации пластины к ребру оценивали прочность конструкции путем мануальной тракции и девиации.



Рисунок 20. Остеосинтез ребер с помощью накостных пластин.

При локализации переломов в труднодоступных для накостного остеосинтеза областях (l. axillaris posterior, l. scapularis), а также в случаях большого количества фрагментарных переломов прибегали к использованию техники внутрикостного остеосинтеза с помощью специальных штифтов. Данная технология заключалась в своеобразном внутрикостном «шинировании» поврежденного ребра. После обнажения зоны перелома ребра производили создание внутреннего костномозгового канала в обе стороны от линии перелома. После чего в направлении спереди кзади через созданное путем сверления отверстия для введения штифта вводили специальную пластину, которая проводилась через линию перелома и тем самым обеспечивали эффект внутреннего «шинирования». Фиксацию этой пластины к ребру осуществляли путем вкручивания блокирующего винта в специальное отверстие на внешней площадке пластины (рис. 21).



Рисунок 21. Остеосинтез ребер с помощью интрамедуллярных пластин.

Имелись особенности и при выполнении остеосинтеза в случаях, когда одна из линий перелома приходилась на хрящевую часть ребра, или имелся отрыв хрящей от грудины. В этой ситуации использовали специальные

спонгиозные винты, предназначенные для фиксации пластины к хрящевой ткани, а также проводили дополнительную фиксацию путем наложения прочных лигатур, обхватывающих ребро и пластину.

При множественных переломах выполняли фиксацию ребер с наибольшим смещением отломков, либо ребер, доступных для манипуляций в зоне оперативного доступа. У пациентов с флотирующими переломами стремились фиксировать обе линии перелома, а в случае расположения второй линии перелома за лопаткой сочетали накостную фиксацию переднего перелома и интрамедуллярную фиксацию заднего перелома (рис. 22).



Рисунок 22. Остеосинтез ребер с помощью накостных и интрамедуллярных пластин.

Анатомо-топографическими условиями, ограничивающими возможность выполнения остеосинтеза, были переломы III – VI ребер по задним проекционным линиям (от *l. axillaris posterior* до *l. paravertebralis*). Кроме того, остеосинтез не проводили при одиночных переломах ребер по паравертебральной линии. Для выполнения остеосинтеза задних отрезков VII – IX ребер при множественных и флотирующих переломах необходима была укладка пациента в положение на животе с отведенной верхней конечностью на

стороне операции. Проведение остеосинтеза I – II и X – XII ребер не рассматривали по причине отсутствия клинически значимых проявлений и стабильности переломов вследствие удержания мышечными массивами.

### **Внутренняя пневматическая стабилизация**

Поскольку основной линией в предложенной дифференцированной хирургической тактике была направленность на выполнение хирургической стабилизации или фиксации, то метод внутренней пневматической стабилизации изолированно применяли достаточно редко. Показаниями к проведению внутренней пневматической стабилизации в качестве монотерапии считали наличие множественных переломов без нарушения каркасности грудной клетки, переломов, локализующихся по задней поверхности грудной клетки, а также отсутствие анатомо-топографических условий для остеосинтеза ребер. Кроме того, в качестве метода временной стабилизации ИВЛ применяли на этапах противошоковых мероприятий, медицинской эвакуации пациентов и предоперационной подготовки. В то же самое время, ИВЛ расценивали в качестве обязательного лечебного метода при всех случаях клинически значимого ушиба легких, так или иначе сопровождающего множественные и флотирующие переломы ребер, а также при диагностике ОРДС.

В программе лечения пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер применяли все существующие методы респираторной поддержки в зависимости от степени выраженности дыхательной недостаточности, тяжести ушиба легких, периода течения травматической болезни. Режимы респираторной поддержки определяли, также ориентируясь на сроки и характер проведенного хирургического способа стабилизации грудной клетки. Основными методами респираторной поддержки, обеспечивающими внутреннюю пневматическую стабилизацию, были НИВЛ и ИВЛ с интубацией.

НИВЛ проводили у пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер в процессе подготовки к оперативному вмешательству, как метод предотвращения интубации при компенсированной ОДН и в

послеоперационном периоде. В послеоперационном периоде НИВЛ применяли в качестве вспомогательного метода для отлучения от вентилятора после экстубации трахеи и для предотвращения повторной интубации. При ИВЛ в режимах принудительной или вспомогательной вентиляции (PSV) устанавливали следующие параметры ПДКВ - от 8 до 14 см вод.ст. Мониторинг проведения НИВЛ включал в себя оценку: комфорта пациента, синхронизации с вентилятором, ЧД, АД и частоты сердечных сокращений, участия в дыхании вспомогательной дыхательной мускулатуры, пульсоксиметрии, значений  $PaCO_2$ ,  $PaO_2$ , pH и соотношения  $PaO_2/FiO_2$ .

При нарастании ЧД, увеличении соотношения ЧД/дыхательный объем выше 100, снижении  $PaO_2/FiO_2$  ниже 175 мм рт.ст., нарастании уровня  $PaCO_2$  НИВЛ признавали неэффективной и выставляли показания к интубации трахеи. Режим внутренней пневматической стабилизации при этом подразумевал настройку должных показателей ПДКВ (8 - 14 см вод.ст.), применение режима вентиляции с поддержкой инспираторного давления, установку значения  $FiO_2$  на минимально необходимом уровне для поддержания достаточного уровня оксигенации артериальной крови, синхронизацию пациента с респиратором (использование седативной терапии, миоплегии), поддержание поднятого положения головного конца на уровне между  $30^\circ$  и  $45^\circ$ , для снижения риска аспирации и предотвращения развития вентилятор-ассоциированной пневмонии.

Клиническими критериями достижения пневматической стабилизации были прекращение флотации грудной клетки, улучшение аускультативной картины в легких, нормализация гемодинамических показателей. Лабораторно-инструментальные критерии заключались в нормализации показателей  $PaCO_2$ ,  $PaO_2$  в анализе газового состава крови, расправлении легких и уменьшении инфильтрации в них при рентгенологическом исследовании. Сроки проведения пневматической стабилизации были разными и зависели от ее роли в программе лечения каждого конкретного пациента.

Респираторную поддержку в послеоперационном периоде проводили в режимах, обеспечивающих плавный переход от принудительной к вспомогательной вентиляции, с соблюдением существующих протоколов ИВЛ.

### **Торакоскопия**

Устранение повреждений внутриплевральных органов у большинства пациентов было обязательным компонентом хирургического лечения, его проводили последовательно или одновременно с мероприятиями по стабилизации реберного каркаса. Выполнение торакоскопии у пациентов основной группы, а в особенности у тех, кому был выполнен остеосинтез ребер, имело свои особенности.

Так, у некоторых пациентов торакоскопию проводили непосредственно после экспозиции межреберий и подготовки ребер к остеосинтезу. Это позволяло провести минимальный по размерам доступ в плевральную полость путем тупого раздвижения волокон межреберных мышц с помощью зажима, что было достаточным для введения эндоскопического инструментария. В других случаях были осуществлены два доступа в плевральную полость, что обеспечивало выполнение широкого спектра внутриплевральных манипуляций.

С целью оптимизации техники торакоскопии нами было предложено устройство для проведения эндоскопических операций (Патент РФ на полезную модель от 20.06.2015 г.), которое представляло собой двухканальный торакопорт, предназначенный для выполнения торакоскопии в условиях имеющейся широкой инцизии мягких тканей грудной стенки. Торакопорт был полезен в ситуациях, требующих тонких прецизионных манипуляций в плевральной полости в различных неблагоприятных условиях, усложняющих хирургические действия, например, при необходимости выполнения рассечения медиастинальной плевры при напряженной эмфиземе средостения в условиях отсутствия однолегочной вентиляции и малого объема рабочего пространства в плевральной полости (рис. 23).

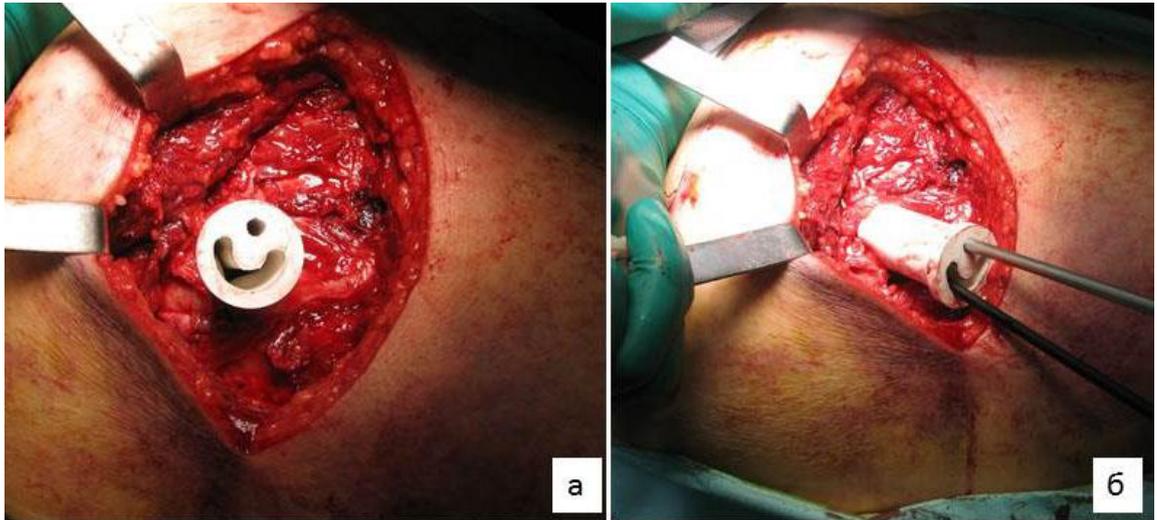


Рисунок 23. Однопортовая торакоскопия при остеосинтезе ребер с использованием двухканального торакопорта: а – этап установки торакопорта; б – этап проведения инструментария через торакопорт в плевральную полость.

У пострадавших, у которых имелись показания к экстренной внутриплевральной операции (продолжающееся внутриплевральное кровотечение, напряженный пневмомедиастинум), торакоскопия была проведена перед этапом остеосинтеза, поскольку была необходимость визуальной оценки степени смещения отломков в плевральную полость. Поэтому, доступ в плевральную полость осуществляли либо через имеющиеся раны после установки дренажей, либо в стандартных точках в IV межреберье по l. axillaris media и VI межреберье по l. parasternalis. При этом во всех случаях изначально были выполнены три торакоскопических доступа в плевральную полость, а затем уже после устранения внутриплевральных повреждений приступали к проведению остеосинтеза.

Спектр внутриплевральных манипуляций во время торакоскопии у пациентов основной группы заключался в удалении гемоторакса, ликвидации пневмоторакса, медиастинотомии с целью декомпрессии эмфиземы средостения, ушивании разрывов легкого, ушивании диафрагмы, удалении инородных тел (костные отломки), фенестрации перикарда. После завершения остеосинтеза ребер также проводили контрольный осмотр плевральной полости

с целью оценки эффективности восстановления объема и формы грудной клетки. Все операции были завершены прицельным дренированием плевральной полости одним или двумя дренажами.

Таким образом, хирургическая тактика у пациентов основной группы была основана на следующих ключевых положениях:

- этапное и последовательное применение различных способов стабилизации грудной клетки и лечения внутриплевральных повреждений;
- предпочтительная госпитализация пострадавших в травмоцентры I уровня, в которых имелась возможность оказания специализированной торакальной хирургической помощи;
- сочетание хирургических и нехирургических способов стабилизации;
- использование скелетного вытяжения и внутренней пневматической стабилизации только в качестве временных способов стабилизации или при отсутствии условий для остеосинтеза ребер;
- предпочтительное использование остеосинтеза ребер в качестве способа окончательной стабилизации и фиксации;
- расширение возможностей торакоскопии в качестве способа лечения внутриплевральных повреждений.

## Глава 4. Непосредственные результаты применения различных компонентов разработанной хирургической тактики у пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер

### 4.1. Сравнительная оценка непосредственных результатов различных способов стабилизации грудной клетки у пациентов группы сравнения и основной группы

В зависимости от тяжести состояния, наличия показаний к проведению реанимационных мероприятий и интенсивной терапии или экстренному оперативному вмешательству, пациентов направляли в операционную, ОРИТ или хирургические (общая хирургия, торакальная хирургия, травматология, нейрохирургия) отделение (табл. 20). В соответствии с очередностью и срочностью применения необходимых лечебных воздействий проводили и диагностические мероприятия.

Таблица 20

Внутригоспитальное движение пациентов

Госпитализация пациентов	Группа сравнения (n=148)	Основная группа (n=167)	$\chi^2$
В экстренную операционную	39 (26,3%)	52 (31,1%)	1,018 p>0,05
В ОРИТ	83 (56,1%)	90 (53,9%)	
В хирургические отделения	26 (17,6%)	25 (15,0%)	

Иными словами, принципиальные стратегические и тактические установки по внутригоспитальной маршрутизации пациентов не претерпели существенных статистически значимых изменений у пациентов основной группы по сравнению с пострадавшими группы сравнения.

Реализация разработанной хирургической тактики включала: устранение или стабилизацию повреждений костного каркаса грудной клетки, устранение внутриплевральных повреждений и посттравматических патологических состояний, устранение сочетанных повреждений.

Экстренные оперативные вмешательства в течение первых двух часов с момента госпитализации были проведены у 139 пациентов основной группы (83,2%) и у 130 пациентов группы сравнения (87,8%). У пациентов основной группы было выполнено 154 операции (в среднем 1,1 операций на 1 пациента), у пациентов группы сравнения - 158 операций (в среднем 1,2 операций на 1 пациента). Из них на органах грудной клетки у пациентов основной группы было выполнено 142 операции, у пациентов группы сравнения - 137 операций (табл. 21). Кроме того, на этапе оказания экстренной медицинской помощи респираторную поддержку в объеме интубации трахеи и ИВЛ в связи с ОДН проводили у 60 пациентов группы сравнения и у 74 пациентов основной группы ( $\chi^2 = 0,456$ ;  $p > 0,05$ ).

Таблица 21

Операции на органах грудной клетки, выполненные в экстренном порядке

Вид операции	Группа сравнения (n=130)	Основная группа (n=139)	$\chi^2$
Дренирование плевральной полости	126	130	6,975 $p > 0,05$
Торакотомия, устранение повреждений	3	-	
Торакоскопия, устранение повреждений	-	4	
Скелетное вытяжение за грудную клетку	8	8	
Всего	137	142	

Статистически значимых различий между группами в зависимости от характера и частоты выполнения экстренных оперативных вмешательств получено не было. В то же время, у пациентов основной группы при показаниях к внутриплевральным вмешательствам выполняли торакоскопию, тогда как у пациентов группы сравнения – торакотомию.

Кроме этого, в экстренном порядке лапаротомия, устранение повреждений внутрибрюшных органов была проведена у 6 пациентов основной

группы и у 16 пациентов группы сравнения, скелетное вытяжение конечностей – у 5 пациентов основной группы и у 1 пациента группы сравнения, трепанация черепа – у 1 пациента основной группы и у 4 пациентов группы сравнения. Целью этих операций было устранение неотложных состояний, возникших в результате травмы. Задачи экстренных оперативных вмешательств заключались в остановке кровотечения, устранении повреждений органов, наружном дренировании патологических скоплений биологических жидкостей и воздуха, временной стабилизации грудной клетки.

Помимо традиционных задач экстренных вмешательств в программе лечения пациентов основной группы осуществляли выбор способа стабилизации грудной клетки, к реализации которого в большинстве случаев приступали после устранения жизненно важных повреждений. Так, скелетное вытяжение за ребра или грудину в экстренном порядке было проведено у 8 пациентов группы сравнения и у 8 пациентов основной группы. Но если у пострадавших группы сравнения оно рассматривалось в качестве основного вмешательства, обеспечивающего стабилизацию грудной клетки, то у пациентов основной группы оно было временным способом стабилизации, используемым на первом этапе лечения ввиду малой травматичности и быстроты выполнения.

Срочные оперативные вмешательства в сроки от 2 часов до 7 суток были проведены у 113 пациентов основной группы (67,7%) и у 87 пациентов группы сравнения (58,8%). У пациентов основной группы было выполнено 310 операций (в среднем 2,7 операций на 1 пациента), у пациентов группы сравнения - 196 операций (в среднем 2,2 операций на 1 пациента). Показаниями к выполнению срочных операций считали наличие флотирующих переломов и переломов с нарушением каркасности грудной клетки, что требовало фиксации ребер и достижения окончательной стабилизации грудной клетки, а также внутриплевральную посттравматическую патологию. Всего в срочном порядке на органах грудной клетки у пациентов основной группы выполнено 274 операции, у пациентов группы сравнения – 129 операций (табл. 22).

## Операции на органах грудной клетки, выполненные в срочном порядке

Вид операции	Группа сравнения (n=87)	Основная группа (n=113)	$\chi^2$
Дренирование плевральной полости	8	25	153,304 p<0,01
Торакотомия, устранение повреждений	8	6	
Торакоскопия, устранение повреждений	33	115	
Скелетное вытяжение за грудную клетку	67	17	
Внешняя фиксация переломов ребер	13	10	
NPWT	-	4	
Остеосинтез ребер	-	97	
Всего	129	274	

Были получены статистически значимые различия между группами в зависимости от характера и частоты выполнения срочных вмешательств. Очевидно, что у пациентов основной группы для устранения внутриплевральных повреждений значимо чаще применяли торакоскопию ( $\chi^2 = 68,301$ ;  $p < 0,01$ ). Что касается мероприятий по стабилизации грудной клетки и фиксации переломов ребер, то если в группе сравнения чаще применяли скелетное вытяжение (45,3%), то в основной группе преимущественно выполнялся остеосинтез ребер (58,1%).

Отсутствие статистически значимых различий в характере и объеме экстренных хирургических вмешательств и их наличие при анализе структуры срочных вмешательств объяснялось тем, что основные мероприятия по устранению повреждений нестабильности костного каркаса и внутригрудных повреждений проводились в срочном порядке после выполнения экстренных операций и стабилизации состояния пострадавшего.

Кроме того, на органах брюшной полости выполнено 7 операций у пациентов основной группы и 10 операций у пациентов группы сравнения, на конечностях – 28 операций у пациентов основной группы и 54 операции у пациентов группы сравнения, нейрохирургические вмешательства – у 1 пациента основной группы и у 3 пациентов группы сравнения.

Помимо указанных оперативных вмешательств, направленных на устранение повреждений и последствий травмы грудной клетки и других органов и систем, пациентам при длительной ИВЛ проводили операцию трахеостомию. Показания к трахеостомии в каждом случае определяли индивидуально и основывались на оценке таких факторов, как длительность предшествующей ИВЛ, перспективы восстановления спонтанного дыхания, оценка восстановления каркасности грудной клетки, состояние трахеобронхиального дерева, динамика газового состава артериальной крови. Всего трахеостомия была проведена у 89 пациентов (60,1%) группы сравнения и у 34 пациентов (20,4%) основной группы ( $\chi^2 = 52,158$ ;  $p < 0,01$ ).

Анализ характера и количества операций выявил, что у пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер, проходивших лечение в период с 2006 по 2010 гг., что хирургическое лечение нестабильности грудной клетки, развившейся в результате множественных и флотирующих переломов, у пациентов группы сравнения осуществляли путем скелетного вытяжения за грудину или ребра или наложении аппаратов внешней фиксации (табл. 23). При этом изначально выбранный способ стабилизации, как правило, являлся и окончательным, а ИВЛ проводили в качестве метода лечения ОДН и СПОН, но никак не для создания внутренней пневматической стабилизации.

Способы стабилизации грудной клетки у пациентов обеих групп\*

Способ стабилизации	Группа сравнения (n=148)		Основная группа (n=167)		$\chi^2$
	n	%	n	%	
Скелетное вытяжение	75	50,7%	25	15,0%	131,118 p<0,01
АВФ	13	8,8%	10	6,0%	
NPWT	-		4	2,4%	
Остеосинтез ребер	-		97	58,1%	
ИВЛ	25	16,9%	12	7,2%	
Консервативное лечение	35	23,6%	33	19,8%	

\*у пациентов основной группы вследствие сочетания способов стабилизации общее их количество превышает количество пациентов

У пациентов основной группы в качестве ведущего и окончательного способа стабилизации грудной клетки рассматривали только оперативную фиксацию путем остеосинтеза ребер, поэтому большинство других методов служили либо в качестве временных мер стабилизации, либо применялись при отсутствии условий для остеосинтеза ребер. В связи с этим нами были получены статистически значимые различия в частоте применения, прежде всего, остеосинтеза ребер ( $\chi^2 = 124,214$ ; p<0,01).

Учитывая, что одной из ключевых составляющих предложенной хирургической тактики были сочетание и преемственность способов стабилизации грудной клетки у пациентов основной группы, зачастую одному пациенту проводили несколько способов, и поэтому оценивали эффективность окончательного способа стабилизации. Так, в конечном итоге остеосинтез ребер был проведен у 10 из 25 пациентов, которым на первом этапе было выполнено скелетное вытяжение, у 2 из 10, которым был наложен АВФ, у 2 из 4, которым была применена NPWT. Что касается внутренней пневматической стабилизации, то поскольку она рассматривалась нами в качестве облигатного способа, сопутствующего всем хирургическим способам стабилизации, то

оценка ее результатов также была проведена только у тех пациентов, у которых хирургические методики не применялись. В таблицах 24-26 приведено окончательное распределение пациентов в зависимости от ведущего клинического варианта переломов ребер.

Таблица 24

Способы стабилизации грудной клетки у пациентов с множественными переломами ребер с нарушением каркасности грудной клетки

Способ стабилизации	Группа сравнения	Основная группа	$\chi^2$
Скелетное вытяжение	29	11	44,292 p<0,01
АВФ	4	6	
NPWT	-	-	
Остеосинтез ребер	-	36	
ИВЛ	3	6	
Консервативное лечение	6	3	

Были выявлены статистически значимые различия в частоте применения различных способов стабилизации у пациентов с множественными переломами ребер с нарушением каркасности грудной клетки. У пациентов группы сравнения чаще выполняли скелетное вытяжение, а у пациентов основной группы - остеосинтез ребер.

Таблица 25

Способы стабилизации грудной клетки у пациентов с флотирующими переломами ребер

Способ стабилизации	Группа сравнения	Основная группа	$\chi^2$
Скелетное вытяжение	43	4	92,081 p<0,01
АВФ	9	2	
NPWT	-	2	
Остеосинтез ребер	-	49	
ИВЛ	8	3	
Консервативное лечение	-	2	

При сравнении способов стабилизации у пациентов с флотирующими переломами ребер также были выявлены статистически значимые различия. У

большинства пациентов основной группы выполнен остеосинтез ребер, тогда как в группе сравнения преобладало выполнение скелетного вытяжения.

Таблица 26

Способы стабилизации грудной клетки у пациентов с множественными переломами ребер без нарушения каркасности грудной клетки

Способ стабилизации	Группа сравнения	Основная группа	$\chi^2$
Скелетное вытяжение	3	-	22,059 p<0,01
АВФ	-	-	
NPWT	-	-	
Остеосинтез ребер	-	12	
ИВЛ	14	3	
Консервативное лечение	29	28	

У пациентов с множественными переломами ребер без нарушения каркасности грудной клетки в обеих группах чаще применяли консервативные методы лечения. Тем не менее, применение остеосинтеза в основной группе и акцент на проведение ИВЛ в группе сравнения обусловили наличие статистически значимых различий и в этой подгруппе.

Кроме того, было проведено распределение пациентов в зависимости от вида травмы (изолированная или сочетанная) и окончательного способа стабилизации грудной клетки (табл. 27).

Таблица 27

Распределение пациентов в зависимости от вида травмы и окончательного способа стабилизации грудной клетки

Метод стабилизации грудной клетки	Группа сравнения		Основная группа	
	Изолированная травма	Сочетанная травма	Изолированная травма	Сочетанная травма
Скелетное вытяжение	24	51	2	13
АВФ	5	8	1	7
NPWT	-	-	-	2
Остеосинтез ребер	-	-	42	55
ИВЛ	2	23	2	10
Консервативное лечение	27	8	26	7

Оценку эффективности каждого способа стабилизации проводили на основании анализа клинических, лабораторных и инструментальных признаков. Клиническими критериями служили: купирование парадоксального дыхания – отсутствие флотации грудной клетки, восстановление формы и объема грудной клетки, аускультативные признаки расправления легкого, прекращение утечки воздуха и экссудации по дренажам, восстановление спонтанного дыхания. В качестве инструментальных показателей использовали: рентгенологические признаки расправления легких, уменьшение явлений ушиба и инфильтрации, отсутствие патологических скоплений воздуха и жидкости; проходимость и санация дыхательных путей при фибробронхоскопии. К лабораторным критериям относили нормализацию показателей синдрома системной воспалительной реакции, системы гемостаза, улучшение показателей газового состава артериальной крови.

Для проведения статистического анализа оценивали такие общепринятые в данном разделе хирургии индикаторные показатели, как длительность ИВЛ, продолжительность пребывания в ОРИТ, частота осложнений, летальность [Tanaka H. et al., 2002; Granetzny A. et al., 2005; Slobogean G.P. et al., 2013].

### **Результаты применения скелетного вытяжения**

Скелетное вытяжение у пациентов группы сравнения было проведено в 75 случаях, из них у 24 пострадавших с изолированной травмой груди и у 51 пациента с сочетанной травмой. У 8 пациентов с парадоксальным дыханием скелетное вытяжение было осуществлено одновременно с другими неотложными вмешательствами в экстренном порядке, у 67 – в срочном порядке после проведения иных неотложных вмешательств и сохраняющейся флотации грудной клетки при неэффективности консервативных методов.

У пациентов, которым вмешательство на внутриплевральных органах ограничивалось только торакоцентезом и дренированием плевральной полости одинаково часто применяли тракцию за грудину (26 пациентов) и за ребра (29 пациентов). У 20 пациентов проведение лигатур за ребра для последующего скелетного вытяжения осуществляли во время видеоассистированной

торакотомии, предпринятой для остановки внутриплеврального кровотечения и санации гемоторакса.

Из 75 пациентов группы сравнения, которым проводилось скелетное вытяжение, у 16 оно выступало в качестве единственного метода стабилизации грудной клетки, у 59 пациентов его осуществляли в сочетании с ИВЛ. Средний срок ИВЛ у пациентов группы сравнения, которым проводилось скелетное вытяжение, составил  $10,3 \pm 3,8$  дней. По мере купирования явлений флотации грудной клетки и восстановления спонтанного дыхания постепенно уменьшали груз скелетного вытяжения (с 2 кг изначального веса ежедневно на 500 г) до полного его прекращения. Чаще всего, это происходило через 2-3 суток после отлучения от ИВЛ.

У пострадавших основной группы скелетное вытяжение проводили в экстренном (7 пациентов) и в срочном порядке (18 пациентов) в качестве меры временной стабилизации при наличии нестабильных показателей гемодинамики и на этапах медицинской эвакуации, предшествующих этапу специализированного лечения в хирургическом торакальном отделении. Из них в респираторной поддержке нуждались все 25 пациентов. Впоследствии 10 пациентам был проведен остеосинтез ребер. В то же самое время, у 15 пациентов скелетное вытяжение явилось основным хирургическим методом стабилизации, но обязательно в сочетании с внутренней пневматической стабилизацией. Из них у 2 пациентов имелась изолированная травма груди, у 13 – сочетанная травма. Средняя продолжительность ИВЛ у этих пациентов составила  $7,6 \pm 1,2$  дней.

Помимо скелетного вытяжения, которое рассматривалось в качестве метода стабилизации грудной клетки, у пациентов также были проведены вмешательства по устранению внутриплевральных проявлений травмы. Так, в группе сравнения дренирование плевральной полости было проведено у 72 пациентов, торакоскопия – у 21 пациента, торакотомия – у 6 пострадавших. В основной группе дренирование плевральной полости было проведено у 13 пациентов, торакоскопия – у 13 пациентов, торакотомия – у 1 пациента ( $\chi^2 =$

7,816;  $p < 0,05$ ). Наличие статистически значимых различий в структуре внутриплевральных вмешательств являлось следствием примененной тактики, направленной на приоритетное выполнение торакоскопии.

При оценке эффективности скелетного вытяжения у пациентов обеих групп в расчет принимались только те пациенты, у которых этот метод служил основным методом стабилизации, или же осуществлялся в сочетании с ИВЛ. Результаты лечения тех пациентов основной группы, у которых впоследствии был проведен остеосинтез ребер, представлены при анализе результатов оперативной фиксации переломов ребер (табл. 28).

Таблица 28

## Оценка эффективности скелетного вытяжения

Показатель	Группа сравнения (n=75, из них 59 на ИВЛ)		Основная группа (n=15, из них 15 на ИВЛ)		t; $\chi^2$
Длительность ИВЛ, сутки	10,3±3,8		7,6±1,2		t=0,68 p>0,05
Продолжительность пребывания в ОРИТ, сутки	12,4±4,4		10,2±2,1		t=0,45 p>0,05
Осложнения	26	34,7%	2	13,3%	$\chi^2=2,654$ p>0,05
Летальность	12	16%	2	13,3%	$\chi^2=0,068$ p>0,05

Как следует из таблицы, статистически значимых различий в обеих группах получено не было. Однако следует отметить, что снижение значений осложнений и летальности в основной группе было связано с изначальным применением сочетания скелетного вытяжения и ИВЛ в режимах внутренней пневматической стабилизации.

Кроме того, была проведена оценка эффективности скелетного вытяжения в зависимости от наличия или отсутствия сочетанных повреждений (табл. 29,30).

Таблица 29

Оценка эффективности скелетного вытяжения у пациентов с изолированной  
травмой

Показатель	Группа сравнения (n=24, из них 17 на ИВЛ)		Основная группа (n=2, из них 2 на ИВЛ)	t; $\chi^2$
Длительность ИВЛ, сутки	7,9±2,4		6,5±0,7	t=0,56 p>0,05
Продолжительность пребывания в ОРИТ, сутки	8,7±2,4		9,5±0,7	t=0,32 p>0,05
Осложнения	8	33,3%	-	$\chi^2=0,963$ p>0,05
Летальность	3	12,5%	-	$\chi^2=0,283$ p>0,05

Таблица 30

Оценка эффективности скелетного вытяжения у пациентов с сочетанной  
травмой

Показатель	Группа сравнения (n=51, из них 42 на ИВЛ)		Основная группа (n=13, из них 13 на ИВЛ)		t; $\chi^2$
Длительность ИВЛ, сутки	11,3±3,8		7,8±1,2		t=0,88 p>0,05
Продолжительность пребывания в ОРИТ, сутки	13,9±4,2		10,3±2,3		t=0,75 p>0,05
Осложнения	18	35,3%	2	15,4%	$\chi^2=1,911$ p>0,05
Летальность	9	17,6%	2	15,4%	$\chi^2=0,037$ p>0,05

Статистически значимых различий при анализе результатов у пациентов с изолированной и сочетанной травмой груди между группами не выявлено. Это свидетельствует о том, что эффективность метода скелетного вытяжения была сопоставимой как у пациентов с изолированной, так и с сочетанной

травмой груди. В то же время, меньшая длительность ИВЛ и пребывания ОРИТ у пациентов основной группы, а также меньшее количество осложнений у пациентов основной группы были связаны с сочетанием методов скелетного вытяжения и внутренней пневматической стабилизации

В целом, осложнения у пациентов, которым было проведено скелетное вытяжение, распределились следующим образом (табл. 31).

Таблица 31

## Структура осложнений при проведении скелетного вытяжения

Вид осложнения	Группа сравнения (n=26)	Основная группа (n=2)
Пневмония	5	1
ОРДС	5	1
Эмпиема плевры	4	1
Свернувшийся гемоторакс	1	-
Абсцесс легкого	1	-
Медиастинит	2	-
Остеомиелит грудины, ребер	2	-
Сепсис	6	-
Тромбоэмболия легочной артерии (ТЭЛА)	2	-
Острая сердечно-сосудистая недостаточность	2	1
Полиорганная недостаточность	12	-
Всего	42	4

В целом, было зарегистрировано 42 осложнения у 26 пациентов группы сравнения и 4 осложнения у 2 пациентов основной группы. Статистически значимая разница в количестве возникших осложнений служит основанием для вывода, что скелетное вытяжение при правильном определении показаний к его применению и в сочетании с другими методами у пациентов основной группы продемонстрировало большую эффективность, нежели в группе сравнения, где

оно рассматривалось в качестве первого и единственного метода стабилизации грудной клетки.

Как правило, чаще возникали внутриплевральные осложнения, связанные как с исходной тяжестью самой торакальной травмы, так и с присоединением различных состояний, ассоциированных с длительной ИВЛ, пребыванием в ОРИТ, нозокомиальной инфекцией. Зачастую эти осложнения возникали последовательно, трансформировались друг в друга, а также были связаны непосредственно с применением самого метода скелетного вытяжения. Иллюстрацией подобного течения событий является следующий клинический пример.

### **Клиническое наблюдение №1**

Пациент З., 67 лет, история болезни № 1018/06, поступил 14.05.2006 года в тяжелом состоянии с клиникой сочетанной травмы после ДТП. У пациента были диагностированы ЧМТ, сотрясение головного мозга, закрытые переломы левой ключицы и лопатки, множественные флотирующие переломы ребер слева (II, III, IV по передней подмышечной линии; V, VI, VII и VIII по передней и задней подмышечным линиям), гемопневмоторакс слева. Доминирующей травмой были повреждения органов грудной клетки. Тяжесть повреждений по шкале ISS составила 29 баллов, тяжесть состояния по шкале SAPS II – 32 балла. Пациент был госпитализирован в ОРИТ, где в порядке оказания экстренной помощи были последовательно проведены торакоцентез и дренирование плевральной полости, а также наложено скелетное вытяжение за грудину с помощью бельевых цапок. Несмотря на видимый эффект купирования парадоксального дыхания, на 3-и сутки у пациента появились признаки нарастания ОДН, вследствие чего он был переведен на ИВЛ, а на 4-е сутки была наложена трахеостома. Проводимая интенсивная терапия включала в себя антибактериальную, инфузионную, анальгетическую, противоотечную терапию, профилактику тромбоэмболических осложнений. На контрольных рентгенограммах от 19.05.2006 г. отмечались признаки левосторонней нижнедолевой пневмонии, осумкования жидкости в левой плевральной

полости. По дренажу из плевральной полости сохранялось серозно-геморрагическое отделяемое в объеме около 300 мл в сутки, на 8-е сутки появились признаки инфицирования в виде фибринозно-гнойного осадка. Пациенту 24.05.2006 г. была проведена видеоассистированная торакоскопия слева, при которой выявлена осумкованная эмпиема плевры и произведена санация. После операции было продолжено общее и местное лечение эмпиемы плевры, основными компонентами которого были антибактериальная терапия и промывание растворами антисептиков. Скелетное вытяжение проводилось в течение 16 дней, по истечении которых появились признаки восстановления спонтанного дыхания, которое стало полностью самостоятельным на 18-е сутки после получения травмы. После удаления бельевых цапок с грудины были отмечены признаки нагноения области тракции с последующей прогрессией в остеомиелит тела грудины. По этому поводу пациенту были проведены 3 оперативных вмешательства (07.06.2006., 14.06.2006., 20.06.2006.), заключающиеся в этапных некрсеквестрэктомиях, вскрытии гнойных затеков мягких тканей. Длительный период восстановления также был связан с медленным восстановлением респираторной функции вследствие сформировавшейся посттравматической деформации грудной клетки. Пациент выписан 25.06.2006 г., на 42-е сутки после получения травмы с рекомендациями отсроченного оперативного лечения перелома ключицы и освидетельствования на медико-социальной экспертизе.

Летальные исходы при применении скелетного вытяжения наступили у 12 пациентов группы сравнения (16%) и у 2 пациентов основной группы (13,3%). В большинстве случаев причиной летального исхода стала полиорганная недостаточность – 8 пациентов, у 2 пациентов причиной смерти стала ТЭЛА, еще у 2 – острая сердечно-сосудистая недостаточность.

### **Результаты применения внешней фиксации**

Наложение аппаратов внешней фиксации было применено у 13 пациентов группы сравнения и у 10 пациентов основной группы. Все операции были проведены в срочном порядке после оказания экстренной и неотложной

помощи по устранению жизнеугрожающих состояний. Методика включала в себя применение различных устройств, обеспечивающих внешнюю фиксацию флотирующего сегмента. Были использованы несколько различных модификаций внешних фиксирующих устройств, основным принципом работы которых была фиксация патологически подвижных сегментов грудной клетки к неповреждённым костям (ключица, грудина, подвздошные кости). При этом использовали как способы лигатурной фиксации, так и способы стержневой фиксации с помощью винтов Шанца и спиц Киршнера. Из принципиальных отличий следует отметить, что в основной группе у всех пациентов была применена оригинальная усовершенствованная методика внеочаговой внешней фиксации.

Из 13 пациентов группы сравнения, которым была проведена внешняя фиксация флотирующих переломов, изолированная травма груди была у 5, сочетанная травма – у 8. На ИВЛ к моменту наложения АВФ находились 3 пациента с изолированной травмой и 6 пациентов с политравмой. Средняя продолжительность ИВЛ при наложении аппаратов внешней фиксации составила  $9,2 \pm 1,1$  суток. Аппараты демонтировали на 1-2-е сутки после восстановления самостоятельного дыхания. Достижение стабилизации у пациентов без ИВЛ происходило на  $7,5 \pm 0,7$  сутки у пациентов с изолированной травмой и  $9,5 \pm 0,7$  у пациентов с сочетанной травмой.

Наложение аппаратов внешней фиксации с целью стабилизации грудной клетки в основной группе было применено у 10 пациентов. Двум пострадавшим впоследствии был проведен остеосинтез ребер, поэтому анализ результатов лечения этих пациентов приведен при описании результатов остеосинтеза. Изолированная травма груди была у 1 пациента, сочетанная травма – у 7 пациентов. У пациентов основной группы наложение АВФ в большинстве случаев также сочетали с внутренней пневматической стабилизацией. ИВЛ в этой подгруппе проводили у 5 человек из 8, все были пациенты с политравмой. Причем, если начало респираторной поддержки приходилось, как правило, на первые часы нахождения пациента в стационаре, то внешнюю фиксацию

проводили в срочном порядке на 1-2-е сутки после стабилизации гемодинамических показателей и выполнения экстренных операций. Средняя длительность ИВЛ составила  $8,2 \pm 1,3$  суток. Необходимо отметить, что у ряда пациентов именно сочетание методов внешней фиксации и ИВЛ позволило достичь положительного исхода лечения. Приводим клиническое наблюдение.

### **Клиническое наблюдение №2**

Пациентка А., 1945 г.р., история болезни №39876131, получила сочетанную травму в результате ДТП, произошедшего 14.12.2013 г. Первоначально бригадой СМП была доставлена в ближайшую к месту происшествия ЦРБ. При поступлении были диагностированы множественные флотирующие переломы ребер слева, открытая ЧМТ, ушиб головного мозга, закрытый перелом костей левого предплечья, травматический шок II – III степени.

После проведения неотложных хирургических и противошоковых мероприятий, включающих дренирование плевральной полости, восполнение объема циркулирующей крови, интубацию трахеи и ИВЛ, пациентка в сопровождении реанимационной бригады службы «санитарной авиации» была доставлена для дальнейшего лечения в травмоцентр I уровня на базе СОКБ. При уточняющем дообследовании на МСКТ были выявлены флотирующие переломы I – V ребер слева, гемоторакс слева, переломы остистых отростков IV – IX грудных позвонков, внутримозговое кровоизлияние левой височной области, перелом зубовидного отростка C2 со смещением. Тяжесть травмы по шкале ISS составила 41 балл, ведущими повреждениями были признаны переломы ребер в сочетании с внутривисцеральными травматическими изменениями. Тяжесть состояния пациентки по шкале SAPS II составила 39 баллов. Степень ОДН оценивали по исследованию сатурации крови кислородом, газового и кислотно-основного составов крови, а также по индексу Горовица. На момент поступления у пациентки были диагностированы следующие показатели:  $SpO_2$  – 91%,  $PaO_2$  – 68 мм рт.ст.,  $PaCO_2$  – 52 мм рт.ст., pH – 7,30, индекс Горовица – 113,3 мм рт.ст.

Исходя из этого, основной акцент был сделан на достижении стабилизации грудной клетки. Была проведена иммобилизация переломов костей левого предплечья и шейных позвонков. Предоперационная подготовка включала в себя инфузионную, антикоагулянтную, антибактериальную терапию, перидуральную анестезию. Планирование объема оперативного вмешательства проводили с учетом характера и проекции переломов ребер. Так как у пострадавшей были передние флотирующие переломы с отрывом реберных хрящей как от грудины, так и от костной части ребер, выполнение того или иного способа остеосинтеза было затруднено в связи с разным анатомическим строением хрящевой и костной тканей. Поэтому было принято решение о наложении устройства для внешней фиксации флотирующих сегментов ребер в сочетании с торакоскопией, позволяющей осуществлять контроль наложения устройства со стороны плевральной полости.

Хирургическое вмешательство было выполнено 15.12.2013 г. Под общей анестезией была проведена торакокопия слева, санация плевральной полости, эвакуация гемоторакса и расправление легкого. На область флотирующих переломов III-V ребер наложено внешнее устройство для стабилизации реберного клапана. В послеоперационном периоде проводилась ИВЛ в режиме синхронизированной перемежающейся принудительной вентиляции – «synchronized intermittent mandatory ventilation» (SIMV) со следующими параметрами: дыхательный объем – 550 мл, частота дыхания – 14 в минуту, ПДКВ – 5 см вод.ст. Спустя сутки было замечено, что парадоксальные движения грудной клетки в области флотирующих переломов имеют тенденцию к возобновлению. В связи с нестабильностью грудной клетки и прогнозированием длительной ИВЛ 17.12.2013 г. были последовательно проведены переустановка устройства внешней фиксации грудной клетки, реторакопия, санация плевральной полости и трахеостомия. С целью усиления эффекта внешней фиксации вмешательство на грудной клетке также было дополнено последующим скелетным вытяжением за область флотирующего сегмента.

Несмотря на сочетание трех методов стабилизации грудной клетки (ИВЛ, внешняя фиксация, скелетное вытяжение), сохранялась флотация в области переломов ребер. Объективизация показателей респираторной функции также не выявила существенной тенденции к улучшению:  $SpO_2$  – 93%,  $PaO_2$  – 72 мм рт.ст.,  $PaCO_2$  – 50 мм рт.ст., pH – 7,30, индекс Горовица – 120 мм рт.ст.

Поэтому 19.12.2013 г. (на 4-е сутки после установления) было принято решение о снятии внешней конструкции и использовании только внутренней пневматической стабилизации путем подбора оптимального режима ИВЛ. Пациентка была введена в наркоз, была достигнута полная миорелаксация, перидуральную анестезию продолжили. ИВЛ проводили с помощью аппарата «Puritan Bennett – Tyco NBP 760» по принципу протективной вентиляции в режиме CMV со следующими параметрами: дыхательный объем – 550 мл, ЧД – 10-12 в минуту,  $FiO_2$  – 60-40%, ПДКВ - 10 см вод.ст. Следует отметить, что практически сразу же была достигнута стабилизация грудной клетки, проявляющаяся в отсутствии парадоксальных движений после установления этого режима вентиляции. В первые 7 дней ИВЛ обращало на себя внимание, что флотация грудной клетки появлялась вновь при восстановлении мышечного тонуса. По истечении этого срока принудительной вентиляции ситуация коренным образом изменилась: исчезло парадоксальное дыхание, нормализовались гемодинамические показатели и газовый состав крови ( $SpO_2$  – 99%,  $PaO_2$  – 95 мм рт.ст.,  $PaCO_2$  – 37 мм рт.ст., pH – 7,35, индекс Горовица – 190 мм рт.ст.), была отмечена положительная рентгенологическая динамика в виде расправления легкого и рассасывания внутрилегочных гематом. Все это в сочетании с санацией трахеобронхиального дерева и поддержанием показателей гемоглобина на уровне 90 – 110 г/л позволило изменить режим вентиляции и начать тренировку спонтанного дыхания. Начиная с 26.12.2013 г., в течение 5 суток проводили ИВЛ в режиме CPAP без миорелаксации и наркотических препаратов с установочными параметрами: PSV – 8-4 см вод.ст.,  $FiO_2$  – 40%, ПДКВ - 5 см вод.ст. С 01.01.2014 г. была начата тренировка самостоятельного дыхания, и 03.01.2014 г. ИВЛ была полностью прекращена.

Спустя 3 суток пациентка была переведена из ОРИТ в хирургическое торакальное отделение. Было продолжено консервативное лечение, включающее антибактериальную, бронхолитическую терапию, профилактику тромбоэмболических осложнений, физиотерапию. Явления дыхательной недостаточности были полностью купированы, что подтверждено отсутствием одышки и цианоза, нормальными показателями  $SpO_2$  и газового состава крови. Пациентка была выписана с клиническим улучшением 14.01.2014 г.

Контрольный осмотр состоялся через 3 месяца после выписки из стационара. Общее состояние было удовлетворительным. Сохранялась незначительная одышка при физической нагрузке. При осмотре имелась невыраженная деформация левого гемиторакса в области переломов ребер. Рентгенологически легкие были расправлены, инфильтративных изменений, воздуха, жидкости выявлено не было.

Наряду с внешней фиксацией пациентам проводили оперативные вмешательства, направленные на лечение внутриплевральных проявлений травмы: торакоцентез и дренирование плевральной полости были выполнены у 13 пациентов группы сравнения и у 8 пациентов основной группы; торакотомия – у 1 пациента группы сравнения и у 2 пациентов основной группы; торакоскопия – у 9 пациентов группы сравнения и у 5 пациентов основной группы ( $\chi^2 = 1,028$ ;  $p > 0,05$ ). Отсутствие статистически достоверной разницы при анализе структуры внутриплевральных оперативных вмешательств свидетельствовало об однообразии подходов для устранения внутриплевральных повреждений при проведении внешней фиксации.

Оценку эффективности методов внешней фиксации также проводили на основании изучения данных длительности ИВЛ, продолжительности пребывания в ОРИТ, частоте осложнений и летальности (табл. 32).

## Оценка эффективности внешней фиксации

Показатель	Группа сравнения (n=13, из них на 9 ИВЛ)		Основная группа (n=8, из них на 5 ИВЛ)		t; $\chi^2$
Длительность ИВЛ, сутки	9,2±1,2		8,2±1,3		t=0,57 p>0,05
Продолжительность пребывания в ОРИТ, сутки	10,9±1,7		9,8±1,3		t=0,51 p>0,05
Осложнения	3	23,1%	1	12,5%	$\chi^2=0,359$ p>0,05
Летальность	3	23,1%	1	12,5%	$\chi^2=0,359$ p>0,05

Статистически значимых различий по основным показателям в обеих группах получено не было, что свидетельствовало о равной эффективности разных способов внешней фиксации, в том числе, и предложенного нами способа. Тем не менее, у пациентов основной группы было отмечено уменьшение частоты осложнений и летальности.

Оценка эффективности внешней фиксации в зависимости от наличия или отсутствия сочетанных повреждений также выявила сопоставимые результаты в обеих группах (табл. 33,34).

Оценка эффективности внешней фиксации у пациентов с изолированной  
травмой

Показатель	Группа сравнения (n=5, из них 3 на ИВЛ)		Основная группа (n=1, из них 0 на ИВЛ)	t; $\chi^2$
Длительность ИВЛ, сутки	8,0±1,0		-	-
Продолжительность пребывания в ОРИТ, сутки	9,3±1,2		2,0	t=6,08 p<0,05
Осложнения	1	20%	-	$\chi^2=0,240$ p<0,05
Летальность	1	20%	-	$\chi^2=0,240$ p<0,05

Оценка эффективности внешней фиксации у пациентов с сочетанной травмой

Показатель	Группа сравнения (n=8, из них 6 на ИВЛ)		Основная группа (n=7, из них 5 на ИВЛ)		t; $\chi^2$
Длительность ИВЛ, сутки	9,8±0,8		8,2±1,3		t=1,05 p>0,05
Продолжительность пребывания в ОРИТ, сутки	11,7±1,4		9,8±1,3		t=0,99 p>0,05
Осложнения	2	25%	1	14,3%	$\chi^2=0,268$ p>0,05
Летальность	2	25%	1	14,3%	$\chi^2=0,268$ p>0,05

Отсутствие статистически значимой разницы в результатах лечения пациентов с изолированной и с сочетанной травмой груди в обеих группах при проведении внешней фиксации свидетельствовало о единообразии подходов и отсутствии значимых перспектив в путях дальнейшего совершенствования АВФ.

Структура осложнений у пациентов, которым была проведена внешняя фиксация, также была достаточно разнообразной, но характеризовалась сочетанием осложнений у лимитированного количества пациентов (табл. 35).

Таблица 35

## Структура осложнений при проведении внешней фиксации

Вид осложнения	Группа сравнения (n=3)	Основная группа (n=1)
Пневмония	1	-
ОРДС	1	1
Эмпиема плевры	2	-
Абсцесс легкого	1	-
Остеомиелит грудины, ребер	1	-
Сепсис	-	1
Острая сердечно- сосудистая недостаточность	1	-
Полиорганная недостаточность	2	1
Всего	9	3

У 3 пациентов группы сравнения возникло 9 осложнений (в целом, 3 осложнения на 1 пациента). У 1 пациента основной группы также было зарегистрировано 3 осложнения, одно из которых - сепсис стало причиной летального исхода. В целом, летальные исходы были зарегистрированы у 4 пациентов, которым была проведена внешняя фиксация: у 3 пациентов группы сравнения и 1 пациента основной группы.

### **Результаты применения ИВЛ - внутренней пневматической стабилизации**

Еще одним способом лечения нестабильности грудной клетки, общим для обеих групп пациентов, была ИВЛ. Ее применяли в качестве основного лечебного метода у 25 пациентов группы сравнения (16,9%) и 12 пациентов основной группы (6,0%). Столь существенные различия объяснялись тем, что у пациентов основной группы был сделан акцент на широкое применение хирургических методов стабилизации, и внутренняя пневматическая

стабилизация применялась только при преимущественном повреждении легкого у пациентов без значимого смещения отломков ребер, при наличии противопоказаний к операции или ее нецелесообразности. Кроме того, респираторную поддержку применяли также у всех пациентов, перенесших то или иное оперативное вмешательство, а также в сочетании с другими способами стабилизации грудной клетки. У тех пациентов, у которых ИВЛ обеспечивала стабилизацию грудной клетки без применения хирургических технологий, основным показанием к протезированию дыхательной функции была ОДН, развившаяся в результате сочетанных повреждений костного скелета и легочной ткани.

Оценку результатов применения ИВЛ у пациентов обеих групп проводили на основании изучения тех же критериев эффективности стабилизации, что и у пациентов с оперативным лечением, однако большое внимание уделялось также анализу предикторов восстановления спонтанного дыхания и отлучения от ИВЛ (табл. 36).

Таблица 36

## Оценка эффективности ИВЛ - внутренней пневматической стабилизации

Показатель	Группа сравнения (n=25)		Основная группа (n=12)		t; $\chi^2$
Длительность ИВЛ, сутки	13,5±3,7		9,9±2,1		t=0,85 p>0,05
Продолжительность пребывания в ОРИТ, сутки	15,4±3,7		12,0±2,6		t=0,75 p>0,05
Осложнения	18	72%	6	50%	$\chi^2=1,722$ p>0,05
Летальность	14	56%	3	25%	$\chi^2=3,137$ p>0,05

Было отмечено уменьшение длительности ИВЛ и продолжительности пребывания в ОРИТ на 3-3,5 суток среди пациентов основной группы, что повлияло на снижение частоты осложнений и уровня летальности. Это было связано с изменением методологического подхода к проведению

респираторной поддержки – именно в режимах, обеспечивающих внутреннюю пневматическую стабилизацию. Достаточно высокие цифры осложнений и летальности среди пациентов группы сравнения, на наш взгляд, были связаны, в том числе, с неверным выбором режима необходимой респираторной поддержки. Иллюстрацией подобного ведения пациентов с помощью продленной ИВЛ является следующее клиническое наблюдение.

### **Клиническое наблюдение №3**

Пациент П., 47 лет, история болезни №20041, доставлен бригадой СМП 23.02.2008 г. после получения травмы грудной клетки и брюшной полости в результате ДТП. На уровне приемно-диагностического отделения было проведено клинико-инструментальное обследование, включающее рентгенографию легких и ультразвуковое исследование брюшной и плевральных полостей, которое выявило закрытую ЧМТ, ушиб головного мозга, множественные переломы ребер с 2 сторон (одинарные переломы IV, V, VI, VIII ребер слева, одинарные и двойные переломы III, IV, V, VI, VII, VIII, IX ребер справа), с флотацией правого гемиторакса, гемопневмоторакс справа, гемоперитонеум. Тяжесть повреждений по шкале ISS составила 50 баллов, тяжесть состояния по шкале SAPS II – 44 балла. В экстренном порядке пациенту были выполнены дренирование правой плевральной полости и лапаротомия, во время которой выявлен разрыв селезенки, гемоперитонеум в объеме 1500 мл, проведена спленэктомия, дренирование брюшной полости. В послеоперационном периоде пациенту проводилась продленная ИВЛ, 26.02.2008 г. по истечении 3-их суток после операции проведена операция трахеостомия в связи с отсутствием предпосылок восстановления спонтанного дыхания. ИВЛ проводилась в режиме принудительной вентиляции с ПДКВ 3-4 см вод.ст. Отмечался слабый эффект купирования парадоксального дыхания и расправления легкого. Неоднократно предпринимались попытки отлучения от ИВЛ, однако они были безуспешны. На 7-е сутки после операции у пациента появилась клиника острого панкреатита и ОРДС. Была проведена коррекция лечения (антисекреторная терапия, усиление антибактериальной терапии) и

продолжение ИВЛ в прежних параметрах. Состояние пациента длительное время оставалось тяжелым, присоединились явления острой посттравматической эмпиемы плевры. Было проведено редрирование плевральной полости и продолжен режим фракционных промываний. Однако гнойное воспаление в плевральной полости не имело тенденции к купированию, появились признаки легочной деструкции с прорывом в плевральную полость и формированием бронхоплеврального свища. Пациенту были выставлены показания к торакотомии, которая была выполнена 12.03.2008 г. на 18-е сутки после травмы. Во время операции были проведены пневмолиз, санация плевральной полости, декорткация лёгкого, краевая атипичная резекция II и VI сегментов, несущих свищи. В послеоперационном периоде интенсивная терапия и респираторная поддержка были продолжены, однако спустя 4 суток наступила смерть пациента при явлениях нарастающей полиорганной недостаточности и тяжелого сепсиса.

У пациентов, которым ИВЛ проводили в качестве основного способа лечения дыхательной недостаточности, также были выполнены различные оперативные вмешательства по купированию внутриплевральных проявлений травмы. Торакоцентез и дренирование плевральной полости были проведены у 22 пациентов группы сравнения и у 10 пациентов основной группы; торакотомия – у 4 пациентов группы сравнения; торакоскопия – у 3 пациентов группы сравнения и у 7 пациентов основной группы ( $\chi^2 = 7,478$ ;  $p < 0,05$ ). Статистически значимая разница была обусловлена активным выполнением торакоскопии в основной группе, что позволило избежать поздних осложнений и показаний к торакотомии.

Оценка эффективности ИВЛ – внутренней пневматической стабилизации у пациентов с изолированной травмой груди и сочетанной травмой представлена в таблицах 37 и 38.

Таблица 37

Оценка эффективности ИВЛ – внутренней пневматической стабилизации у пациентов с изолированной травмой

Показатель	Группа сравнения (n=2)		Основная группа (n=2)	t; $\chi^2$
Длительность ИВЛ, сутки	11,5±2,1		8,0±0	t=1,67 p>0,05
Продолжительность пребывания в ОРИТ, сутки	13,5±2,1		9,5±0,7	t=1,81 p>0,05
Осложнения	1	20%	-	$\chi^2=1,333$ p>0,05
Летальность	1	20%	-	$\chi^2=1,333$ p>0,05

Таблица 38

Оценка эффективности ИВЛ – внутренней пневматической стабилизации у пациентов с сочетанной травмой

Показатель	Группа сравнения (n=23)		Основная группа (n=10)		t; $\chi^2$
Длительность ИВЛ, сутки	13,7±3,7		10,3±2,1		t=0,80 p>0,05
Продолжительность пребывания в ОРИТ, сутки	15,6±3,8		12,5±2,5		t=0,68 p>0,05
Осложнения	17	73,9%	6	60%	$\chi^2=0,639$ p>0,05
Летальность	13	56,5%	3	30%	$\chi^2=1,963$ p>0,05

Статистически значимых различий в результатах применения ИВЛ у пациентов с изолированной и с сочетанной травмой груди в обеих группах не было получено. Однако в основной группе было отмечено уменьшение длительности ИВЛ и пребывания в ОРИТ, что, несомненно, внесло свой вклад в снижение частоты осложнений и летальных исходов.

Осложнения возникли у 18 пациентов группы сравнения и у 6 пациентов основной группы ( $\chi^2 = 1,722$ ;  $p > 0,05$ ). Осложнения у пациентов, у которых основным методом стабилизации грудной клетки была ИВЛ, характеризовались тем же разнообразием, что и при хирургических методах, однако отмечалась большая частота легочных проявлений травмы (табл. 39).

Таблица 39

Структура осложнений при проведении ИВЛ – внутренней пневматической стабилизации

Вид осложнения	Группа сравнения (n=18)	Основная группа (n=6)
Пневмония	12	3
ОРДС	10	3
Эмпиема плевры	4	1
Свернувшийся гемоторакс	2	-
Абсцесс легкого	3	1
Медиастинит		-
Остеомиелит грудины, ребер	-	-
Сепсис	8	1
ТЭЛА	1	-
Острая сердечно-сосудистая недостаточность	3	-
Полиорганная недостаточность	15	3
Всего	58	12

Умерло 14 пациентов в группе сравнения и 3 пациента в основной группе ( $\chi^2 = 3,137$ ;  $p > 0,05$ ). Наиболее частой причиной летального исхода были проявления полиорганной недостаточности.

#### **Результаты применения NPWT для стабилизации грудной клетки у пациентов основной группы**

Среди пациентов основной группы были использованы методы, которые не применялись у пациентов группы сравнения. К ним относились

стабилизация грудной клетки с использованием принципа NPWT и остеосинтез ребер.

Стабилизация грудной клетки с использованием аппаратов вакуум-терапии была проведена у 4 пациентов: у всех были флотирующие переломы ребер и сочетанные повреждения. На ИВЛ к моменту применения этого метода находился 1 пациент. Кроме того, еще у 1 пациента уже имелись инфекционные осложнения в виде нагноившейся гематомы мягких тканей грудной клетки.

Купирование парадоксального дыхания отмечали буквально в течение первых часов после наложения вакуумной повязки. У 2 пациентов сроки применения NPWT составили 3 и 5 суток соответственно, после чего им был выполнен остеосинтез ребер. У двух других пациентов способ явился окончательным в достижении стабилизации грудной клетки. Средний срок его применения составил  $7,5 \pm 2,1$  суток. В целом, отмечали помимо хорошего эффекта стабилизации, еще и значимый дренирующий эффект данного способа. Клиническое наблюдение по применению NPWT у пациентов с флотирующими переломами ребер демонстрирует все отмеченные эффекты метода.

#### **Клиническое наблюдение №4**

Пациент М., 49 лет, история болезни №2360141, получил травму грудной клетки, головы и правого бедра в результате ДТП 23.03.2014 г. Был госпитализирован в близлежащую ЦРБ, где был поставлен диагноз: «Сочетанная травма. Закрытая ЧМТ. Сотрясение головного мозга. Закрытая травма грудной клетки. Множественные флотирующие переломы ребер справа (с IV по IX). Гемопневмоторакс справа. ОДН II степени. Закрытый перелом средней трети правого бедра со смещением отломков. Травматический шок I степени». Оценка степени тяжести повреждений по шкале по шкале ISS составила 41 балл, оценка тяжести состояния по шкале SAPS – 42 балла

Пациенту в порядке оказания экстренной помощи 23.03.2014 г. были выполнены: торакоцентез справа, дренирование плевральной полости, наложение скелетного вытяжения за мышечки бедра. Учитывая явления ОДН, пациенту была проведена интубация трахеи, и пациент был переведен на ИВЛ.

Последующая терапия включала в себя противошоковые мероприятия. С целью определения дальнейшей тактики лечения пациента и возможной транспортировки в специализированное отделение был вызван на консультацию торакальный хирург из областной больницы.

При осмотре торакального хирурга спустя 6 часов после травмы выявлено сохранение парадоксального дыхания у пострадавшего, несмотря на проводимую ИВЛ. Была диагностирована флотация грудной клетки в проекции IV – VI ребер справа. Учитывая тяжелое состояние пациента, нестабильные гемодинамические показатели, а также отсутствие условий для проведения оперативной фиксации ребер, было принято решение о проведении стабилизации грудной клетки с помощью аппарата низковакуумной терапии ран. Под местной анестезией был выполнен разрез мягких тканей в проекции флотирующих переломов IV – VI ребер, обнажена зона фрагментации, туда уложена медицинская губка и подключен аппарат низковакуумной терапии (рис. 24).



Рисунок 24. Наложение аппарата вакуумной терапии ран на область флотирующих переломов ребер.

Спустя 2 часа после подключения аппарата было отмечено прекращение парадоксального движения грудной клетки, стабилизация параметров гемодинамики. В течение суток пациент находился на лечении в ЦРБ, далее на реанимобиле был доставлен в СОКБ, где было продолжено проведение стабилизации грудной клетки с помощью аппарата низковакуумной терапии ран.

Пациенту была выполнена МСКТ грудной клетки, которая выявила наличие гемопневмоторакса. Были выставлены показания к торакоскопии, которая была выполнена 25.03.2014 г.: были произведены санация и дренирование плевральной полости. Состояние пациента улучшалось, отмечали стабильность конфигурации и объема грудной клетки. По достижении нормализации параметров газового состава крови, SpO<sub>2</sub> через 6 суток после травмы 29.03.2014 г. пациент был переведен на вспомогательные режимы вентиляции и затем экстубирован. Последующее спонтанное дыхание было адекватным, полностью обеспечивая потребности организма больного. Аппарат вакуумной терапии функционировал еще в течение 2 суток после отлучения от ИВЛ. С его помощью ежедневно эвакуировали около 150-200 мл гематомы мягких тканей. Пациент медленно активизировался. Вакуум-терапия была прекращена 01.04.2014 г., на следующий день после удаления аппарата на рану были наложены вторично отсроченные швы. Потребности в дальнейшей стабилизации не было. Подтверждением эффективности стабилизации были: расправление правого легкого на рентгенограмме, нормальные показатели оксигенации и газового состава крови. Необходимости в дополнительных методах стабилизации грудной клетки или фиксации ребер у данного пациента не возникло. По мере завершения лечения в торакальном отделении пациент был переведен в отделение травматологии для дальнейшего лечения перелома бедра.

У обоих пациентов, которым проводилась низковакуумная терапия, были проведены дренирование плевральной полости на первом этапе оказания медицинской помощи и санационные торакоскопии на этапе оказания

специализированной медицинской помощи. Было зарегистрировано одно осложнение в виде посттравматической пневмонии.

Летальных исходов не было. Результаты использования метода терапии ран отрицательным давлением в лечении пострадавших с множественными и флотирующими переломами ребер приведены в таблице 40.

Таблица 40

Оценка эффективности NPWT у пациентов основной группы

Количество пациентов	2	
Длительность ИВЛ, сутки	6	
Продолжительность пребывания в ОРИТ, сутки	8	
Осложнения	1	50%
Летальность	-	

**Результаты применения внутренней оперативной фиксации переломов ребер у пациентов основной группы**

Остеосинтез ребер был выполнен у 97 пациентов. Из них изолированная травма грудной клетки была диагностирована у 42 (43,3%) пациентов, сочетанные повреждения имелись у 55 пациентов (56,7%). Временные хирургические методы стабилизации были предварительно проведены у 14 пациентов, внутреннюю пневматическую стабилизацию на дооперационном этапе проводили у 68 пациентов.

Предоперационный период у пациентов был разным и зависел в разных случаях от необходимости стабилизации гемодинамических показателей, этапности, связанной с проведением неотложных операций или транспортировкой пациента из других учреждений, подготовки инструментария и пластин для остеосинтеза ребер или грудины. В целом, длительность предоперационного периода выглядела следующим образом (табл. 41).

Распределение пациентов в зависимости от длительности предоперационного периода

Количество дней до операции	1	2	3	4	5	6	7	8
Количество оперированных пациентов	8	39	25	15	3	4	2	1

Средняя продолжительность предоперационного койко-дня составила  $2,9 \pm 1,4$  дней.

В качестве оперативных доступов были применены: разрезы вдоль межреберий по направлениям линий Лангера – у 37 пациентов; разрезы в проекции линии переломов – 49 пациентов; миниинвазивные доступы (разрезы длиной менее 10 см) – у 7 пациентов; более одного доступа – у 4 пациентов.

Накостные пластины при проведении остеосинтеза ребер были применены у 89, сочетание экстра- и интрамедуллярного остеосинтеза – у 8 пострадавших.

Остеосинтез ребер с одной стороны проведен у 80, двусторонняя операция – у 17 пациентов. Количество синтезированных ребер было в пределах от 1 до 6 и зависело от количественных и топографических характеристик переломов, а также от возможностей хирургического доступа к ним. Среднее количество синтезированных ребер составило  $3,2 \pm 1,2$  (табл. 42)

Соотношение количества синтезированных ребер и количества оперированных пациентов

Количество синтезированных ребер	1	2	3	4	5	6
Количество оперированных пациентов	3	24	36	21	8	5

Во время операции после экспозиции зоны переломов стремились к выполнению фиксации наиболее поврежденных ребер, обуславливающих нестабильность грудной клетки. При этом для достижения клинического эффекта достаточно было порой провести фиксацию 1-2 ребер, чтобы обеспечить нормализацию биомеханики внешнего дыхания за счет восстановления *punctum fixum* для межреберных мышц. Приводим клиническое наблюдение.

#### **Клиническое наблюдение №5**

Пациент Д., 52 лет, история болезни № 43872121, 09.12.2012 получил тяжелую травму органов грудной клетки вследствие ДТП, в связи с чем был госпитализирован в ЦРБ. При поступлении были диагностированы закрытая травма грудной клетки, множественные флотирующие переломы ребер справа, осложненные гемопневмотораксом и ОДН I степени, травматический шок I степени. Тяжесть состояния по шкале SAPS II была равна 28 баллам. Пациенту в экстренном порядке были выполнены дренирование правой плевральной полости и перевод на ИВЛ. Интенсивная терапия включала в себя все необходимые противошоковые мероприятия. На следующие сутки по мере стабилизации гемодинамических показателей пациент был доставлен бригадой «санитарной авиации» в СОКБ.

При поступлении общее состояние тяжелое. Медикаментозно седатирован. Проводится продленная ИВЛ. SpO<sub>2</sub> - 92%. Грудная клетка асимметричная за счет деформации правой половины, имеется парадоксальное дыхание, при аускультации ослабленное везикулярное дыхание справа во всех отделах. Пальпаторно определяется крепитация костных отломков ребер по подмышечным линиям. Пульс 96 в минуту, артериальное давление 115 и 70 мм рт.ст. В общем анализе крови: анемия легкой степени. На МСКТ: множественные переломы ребер II - X ребер справа со смещением отломков; флотирующие переломы VI, VII, IX ребер справа, гемопневмоторакс справа с коллапсом легкого на 1/4 объема, ушиб нижней доли правого легкого.

Больному был поставлен клинический диагноз: «Закрытая травма груди. Множественные флотирующие переломы ребер справа. Ушиб правого легкого. Гемопневмоторакс справа. ОДН II степени. Травматический шок I степени». После предоперационной подготовки 11.12.2012 пациенту в срочном порядке была проведена операция по остеосинтезу ребер справа. Был выполнен накостный остеосинтез с помощью технологии «Matrix Rib». С использованием предизогнутых правых реберных титановых пластин синтезированы VI, VII, IX ребра с наибольшими повреждениями (рис. 25). Одномоментно была выполнена торакоскопия с эвакуацией малого гемоторакса и дренированием плевральной полости.

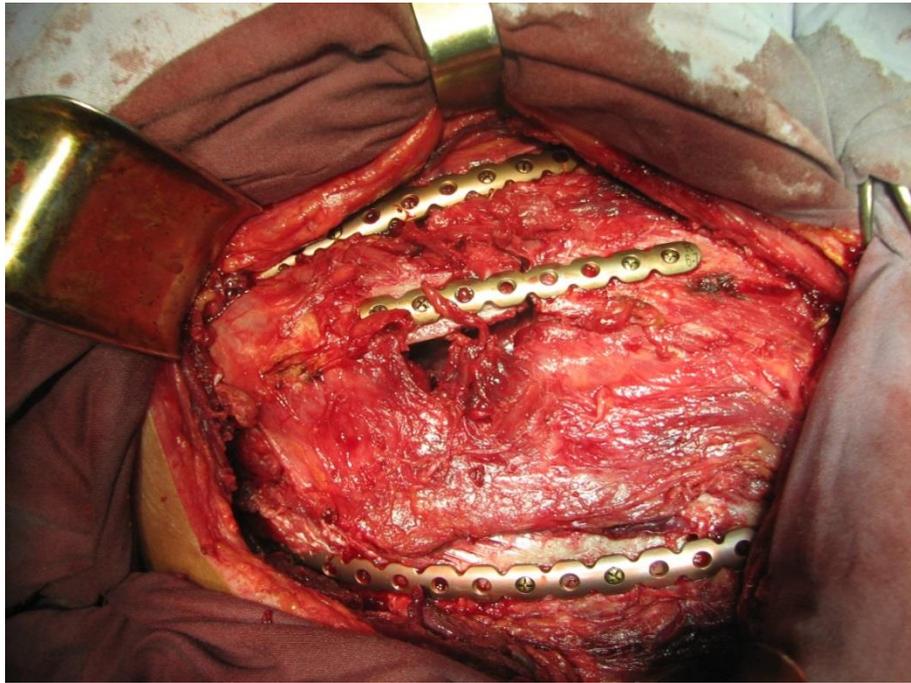


Рисунок 25. Накостный остеосинтез VI, VII, IX ребер справа.

Послеоперационный период протекал гладко. На следующие сутки после операции больной был переведен на спонтанное дыхание и экстубирован. Правое легкое на контрольных рентгенограммах было расправлено, патологических скоплений воздуха и жидкости не наблюдали (рис. 26).

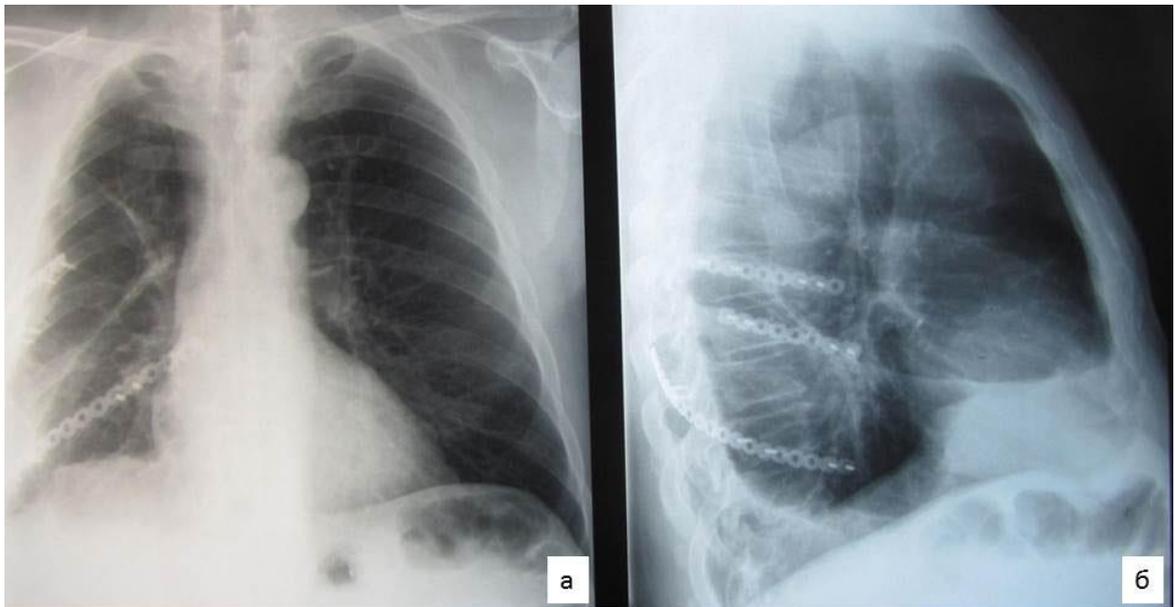


Рисунок 26. Рентгенограмма грудной клетки (а - прямая проекция; б - правая боковая проекции) пациента Д., 52 лет, история болезни № 43872121. Состояние после остеосинтеза VI, VII, IX ребер справа.

Была отмечена ранняя активизация пациента и скорый регресс дыхательной недостаточности. Раневых осложнений не было. Пациент был выписан на 14-е сутки после операции с выздоровлением.

Оценку результатов оперативной фиксации переломов ребер и стабилизации грудной клетки при остеосинтезе проводили на основании анализа эффективности устранения ведущего патологического синдрома, лежащего в основе каждого конкретного показания к операции. Так, у пациентов с флотацией грудной клетки главным критерием было купирование «парадоксального дыхания» и достижение стабилизации грудной клетки; у пациентов с нарушением каркасности и деформациями грудной клетки – восстановление формы и объема соответствующего гемиторакса; у пациентов с ОДН и зависимостью от ИВЛ - восстановление адекватного спонтанного дыхания; при ушибе легких оценивали динамику рассасывания кровоизлияний и репарации легочной паренхимы. Статистические показатели, отражающие основные клинические эффекты, приведены в таблице 43.

Таблица 43

Оценка эффективности остеосинтеза ребер у пациентов основной группы

Показатель	Изолированная травма (n=42, из них 20 на ИВЛ)		Сочетанная травма (n=55, из них 48 на ИВЛ)		t; $\chi^2$
Длительность ИВЛ, сутки	2,4±1,3		4,9±2,7		t=0,83 p>0,05
Продолжительность пребывания в ОРИТ, сутки	3,7±1,6		6,7±3,3		t=0,82 p>0,05
Осложнения	2	4,8%	10	18,2%	$\chi^2=3,956$ (p<0,05)
Летальность	-		8	14,5%	$\chi^2=6,658$ (p<0,01)

Средняя продолжительность ИВЛ после проведения остеосинтеза ребер у пациентов с изолированной травмой грудной клетки составила 2,4±1,3 суток с вариабельностью от 2 часов до 8 суток, у пациентов с сочетанной травмой - 4,9±2,7 суток с вариабельностью от 6 часов до 17 суток. Полное восстановление

спонтанного дыхания было отмечено у 88 пострадавших, еще у двух пациентов после экстубации возникли различные бронхообструктивные состояния, потребовавшие повторной интубации и возобновления респираторной поддержки.

Восстановление биометрических показателей грудной клетки (форма, объем плевральной полости) было отмечено у всех оперированных пациентов. Симптом «парадоксального дыхания» был также устранен во всех случаях. Объективную оценку состояния респираторной функции проводили на основании изучения рентгенологических данных и газового состава артериальной крови, исследуемого за одни сутки до операции и на вторые сутки после оперативного лечения (табл. 44).

Таблица 44

## Газовый состав крови в пред- и послеоперационном периоде

Показатель	Изолированная травма (n=27*)		Сочетанная травма (n=41*)	
	Перед операцией	После операции	Перед операцией	После операции
PaCO <sub>2</sub>	56,3±3,4	95,5±4,9	54,0±5,4	88,7±4,5
	t=6,57; p<0,05		t=4,94; p<0,05	
PaO <sub>2</sub>	35,9±4,1	32,2±1,8	38,3±4,4	34,9±2,7
	t=0,83; p>0,05		t=0,66; p>0,05	
SpO <sub>2</sub>	88,4±5,8	97,1±2,8	84,4±8,4	93,5±3,9
	t=1,35; p>0,05		t=0,98; p>0,05	

\* анализ проводился не у всех оперированных пациентов

Анализ представленных показателей выявил улучшение насыщаемости артериальной крови кислородом, причем наиболее значимый прирост был зафиксирован у пациентов с изолированной травмой груди. Исследование газового состава крови было ключевым при определении тактики лечения у пациентов с ушибом легких тяжелой степени, когда повреждение легочной

ткани обуславливало длительную прогнозируемую ИВЛ и могло служить сдерживающим фактором при определении показаний к операции. Низкие показатели  $PaO_2$  и высокие значения  $PaCO_2$ , а также отрицательная динамика свидетельствовали о прогрессии ушиба, ОРДС и служили дополнительным аргументом в пользу необходимости оперативной фиксации. Приводим клиническое наблюдение.

### **Клиническое наблюдение №6**

Пациентка С., 26 лет, история болезни № 22773131, была доставлена в СОКБ службой «санитарной авиации» из ЦРБ, куда была изначально госпитализирована по поводу политравмы. Из анамнеза: 16.06.13 г. получила множественные повреждения в результате ДТП. Бригадой СМП в тяжелом состоянии была доставлена в ближайшую к месту происшествия ЦРБ, где был поставлен диагноз: «Сочетанная травма. ЧМТ. Сотрясение головного мозга. Скальпированная рана лобной области. Закрытая травма грудной клетки. Множественные переломы рёбер с 2 сторон. Пневмоторакс справа. Ушиб легких. ОДН II степени. Закрытый многооскольчатый перелом ключицы справа. Травматический шок I степени». Степень тяжести повреждений по шкале ISS – 29 баллов, тяжесть состояния по шкале SAPS II – 30 баллов.

Пациентке в экстренном порядке было выполнено дренирование правой плевральной полости с эвакуацией малого гемоторакса. Ввиду неэффективности спонтанного дыхания и с целью создания внутренней пневматической стабилизации пациентка была переведена на ИВЛ. Далее проводили посиндромную противошоковую терапию, и были вызваны специалисты областной больницы для консультации и оценки возможности транспортировки в специализированное учреждение. Бригадой специалистов в составе торакального хирурга, нейрохирурга, анестезиолога-реаниматолога пострадавшая была консультирована спустя 2,5 часа после получения травмы. Учитывая стабилизацию гемодинамических показателей, компенсацию дыхательной системы на фоне проведения ИВЛ, а также отсутствие показаний к дополнительным экстренным вмешательствам на месте, пациентка была

признана транспортабельной. Последующая транспортировка в СОКБ прошла успешно.

При поступлении пострадавшая была осмотрена мультидисциплинарной бригадой специалистов травмоцентра I уровня, и было проведено лабораторно-инструментальное обследование. На МСКТ были выявлены: ушиб мягких тканей левой лобно-теменно-височной области; двусторонний малый гемопневмоторакс, геморрагическая контузия обоих легких, множественные двусторонние переломы ребер (справа – переломы I–VII ребер; слева – переломы II–III, VI–IX ребер) со смещением и флотацией справа; подкожная эмфизема; перелом правой ключицы со смещением отломков (рис. 27). Признаков травматической патологии головного и спинного мозга, органов брюшной полости, костей таза и позвоночника выявлено не было.

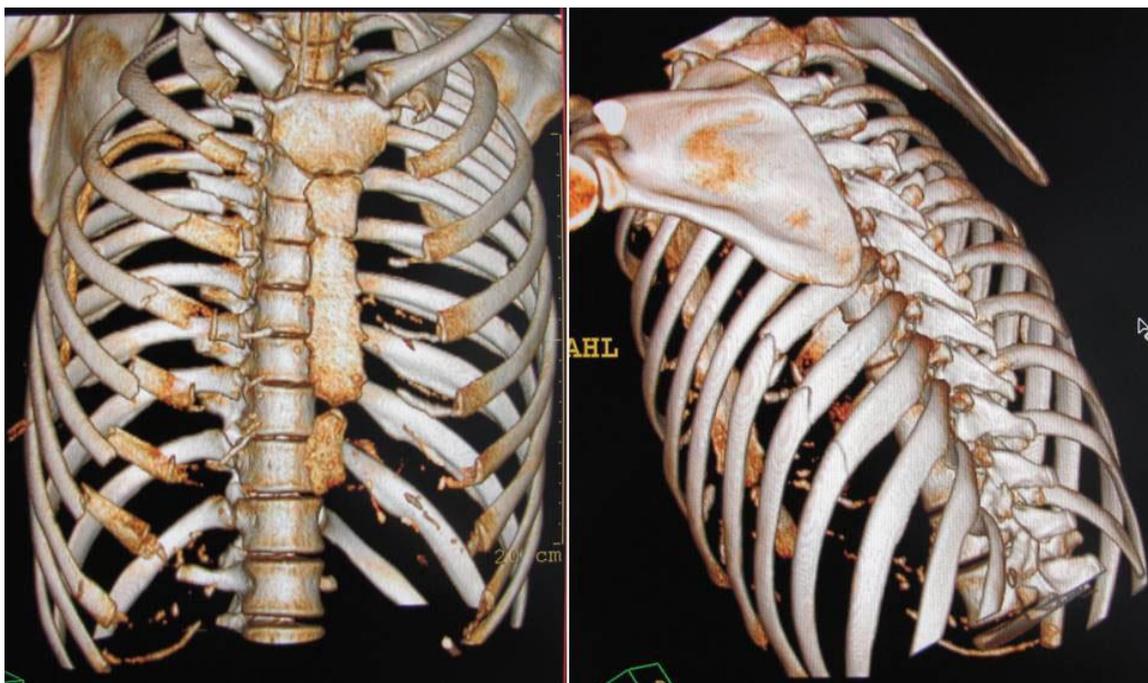


Рисунок 27. Компьютерная томограмма грудной клетки (режим 3D-реконструкции) пациента С., 26 лет, история болезни № 22773131. Множественные переломы ребер с двух сторон, перелом правой ключицы.

Был выставлен клинический диагноз: «Сочетанная травма. Закрытая ЧМТ. Сотрясение головного мозга. Скальпированная рана лобной области. Закрытая травма грудной клетки. Множественные переломы ребер с 2 сторон.

Флотирующие переломы ребер справа. Двусторонний гемопневмоторакс. Ушиб легких тяжелой степени. Закрытый многооскольчатый перелом правой ключицы».

Оценка совокупности повреждений и их тяжести позволила заключить о наличии у пациентки сочетанной травмы с доминирующими повреждениями органов грудной клетки. На основании этого была определена оптимальная последовательность проведения лечебно-диагностических мероприятий. Пациентка была госпитализирована в ОРИТ, где была продолжена ИВЛ в режиме CMV с ПДКВ - 10 см вод.ст. Консервативное лечение проводилось согласно имеющимся протоколам ведения пациентов с политравмой в остром периоде. В срочном порядке были выполнены торакоцентез слева с последующим дренированием плевральной полости, а также осуществлено проведение скелетного вытяжения за грудину, как вспомогательного временного метода при нестабильности грудной клетки. Показатели газового состава артериальной крови в предоперационном периоде были следующие: SpO<sub>2</sub> – 87%, PaO<sub>2</sub> – 64 мм рт.ст., PaCO<sub>2</sub> – 54 мм рт.ст., pH – 7,30, индекс Горовица – 110 мм рт.ст.

В качестве основного метода по стабилизации грудной клетки у пациентки было выбрано применение остеосинтеза ребер с использованием технологии «Matrix Rib». Показаниями к оперативной фиксации послужили множественные переломы ребер и наличие флотирующих переломов справа в сочетании с ушибом легких тяжелой степени, проявляющиеся развитием ОДН. Планирование зон предполагаемого остеосинтеза осуществляли на основании анализа компьютерной томографии с мультипланарной 3D-реконструкцией. Учитывая наличие двустороннего гемопневмоторакса, также было запланировано проведение двусторонней торакоскопии с целью санации плевральных полостей и контроля качества остеосинтеза. Проводимая ИВЛ и осуществляемая ее посредством пневматическая стабилизация вкупе со скелетным вытяжением позволила достичь относительно устойчивого

равновесия показателей систем дыхания и кровообращения в предоперационном периоде.

Оперативное вмешательство было выполнено 17.06.2013 г. под общим обезболиванием. Первым этапом проведены манипуляции на правом гемитораксе. После послойной инцизии мягких тканей была выделена область переломов V, VI, VII ребер. Отломки ребер флотировали, выступали в плевральную полость и травмировали ткань легкого. С помощью специального набора инструментов, реберных пластин и блокирующих винтов «Matrix Rib» была проведена репозиция отломков и их фиксация. Был выполнен накостный остеосинтез V, VI, VII правых ребер (рис. 28). Далее пациентка была переведена в положение для операции на левой стороне. При ревизии были выявлены одностворчатые переломы VII, VIII, IX ребер. Используя сходные реберные пластины, был выполнен накостный остеосинтез VII и IX ребер слева. Интраоперационно была достигнута стабильность реберного каркаса и ликвидирована патологическая подвижность реберных створок.

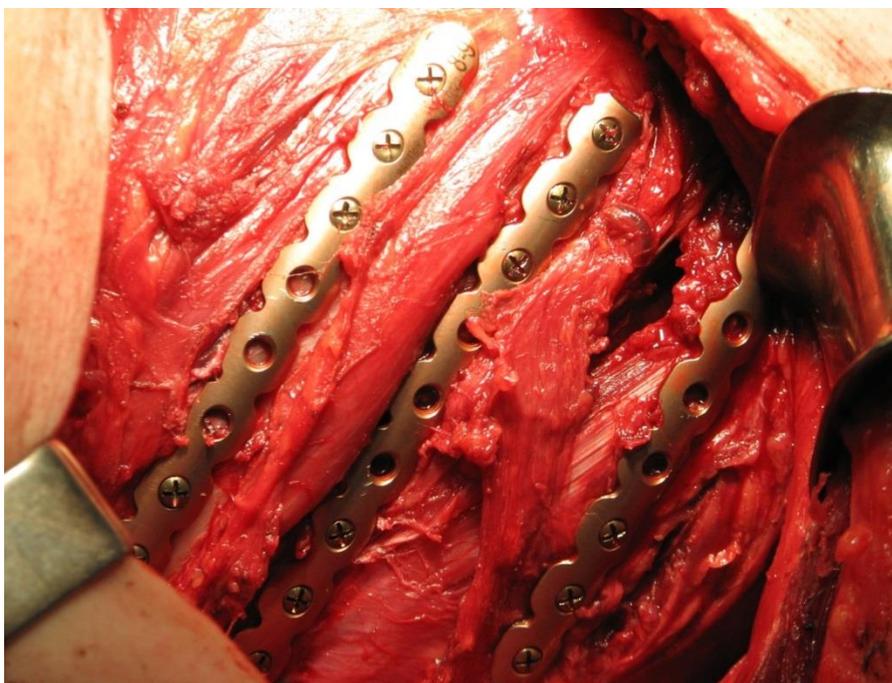


Рисунок 28. Остеосинтез V, VI, VII ребер справа.

Во время манипуляций на ребрах через межреберья, которые локализовались в зоне остеосинтеза, была выполнена двусторонняя

торакоскопия. В каждой из плевральных полостей было около 100 мл гемолизированной крови, явления ограниченного пневмоторакса. Нижние доли обоих легких были с участками кровоизлияний и отека. Разрывов паренхимы и других интраплевральных повреждений не было выявлено. Было выполнено удаление гемоторакса. Интраоперационно легкие были расправлены в режиме гипервентиляции. Плевральные полости были дренированы силиконовыми трубками с последующим подсоединением к системе подводного дренирования. Общее время оперативного вмешательства составило 90 минут.

В послеоперационном периоде была возобновлена интенсивная терапия в условиях ОРИТ. Контрольное рентгенологическое исследование подтвердило стабилизацию костного каркаса грудной клетки и заполнение легкими плевральных полостей (рис. 29). Принудительная вентиляция легких проводилась в течение 18 часов с последующим переводом на вспомогательные режимы в течение 14 часов и спонтанное дыхание. Исследование газового состава артериальной крови выявило положительную динамику основных показателей:  $SpO_2$  – 98%,  $PaO_2$  – 93 мм рт.ст.,  $PaCO_2$  – 39 мм рт.ст., pH – 7,30, индекс Горовица – 185 мм рт.ст. Общее время ИВЛ в послеоперационном периоде составило 32 часа. Осложнений отмечено не было. Пациентка была переведена в отделение торакальной хирургии 20.06.2013 г. Дальнейшее течение характеризовалось ранней активизацией, полным купированием дыхательной недостаточности, отсутствием плевральных осложнений. Удаление дренажей и снятие швов было произведено на 3-и и 7-е сутки после операции, соответственно.

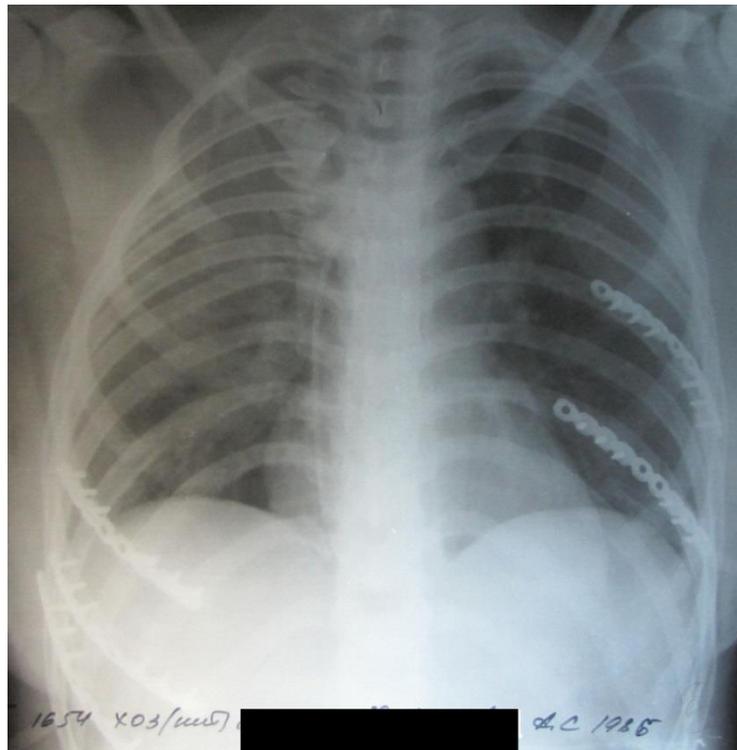


Рисунок 29. Рентгенограмма грудной клетки (прямая проекция) пациента С., 26 лет, история болезни № 22773131. Состояние после остеосинтеза V, VI, VII ребер справа и VII, IX ребер слева, торакоскопии.

Пациентка была выписана из стационара в удовлетворительном состоянии с выздоровлением 30.07.2013 г. спустя 14 дней после получения травмы. При контрольных осмотрах через 1 и 3 месяца после проведенного лечения состояние больной было удовлетворительным, жалоб не предъявляла, послеоперационные рубцы были в хорошем состоянии, рентгенологически состояние реберных пластин было удовлетворительным, легкие были расправлены. Пациентка была активна, отмечала возврат к полноценной жизнедеятельности.

Среди пациентов, которым был выполнен остеосинтез ребер, был проведен анализ эффективности различных видов оперативного доступа. Оценивали как результаты лечения в целом, так и специальные критерии, характеризующие хирургический доступ (табл. 45).

Оценка эффективности остеосинтеза ребер в зависимости от вида оперативного доступа

Показатель	Классические разрезы (n=37)	Разрезы в проекции линии переломов (n=49)	Миниинвазивные доступы (n=7)	Более 1 доступа (n=4)	$\chi^2$
Длительность ИВЛ, сутки	3,7±2,8	4,1±2,5	3,4±2,5	3,5±1,3	-
Продолжительность пребывания в ОРИТ, сутки	5,2±3,5	5,7±2,9	5,1±3,3	4,7±1,7	-
Осложнения	6	5	-	1	2,294 p>0,05
Повторные операции	1	2	-	-	0,530 p>0,05
Летальность	4	4	-	-	1,311 p>0,05

Статистически значимого влияния вида оперативного доступа на показатели частоты осложнений и летальности не было выявлено. Это подтверждало известную точку зрения о том, что результаты лечения зависели от тяжести травмы и посттравматических патологических состояний, а также от примененных способов лечения. Частота гнойно-септических раневых осложнений была также сопоставима, что позволило сделать вывод об одинаковой эффективности примененных оперативных доступов.

Для оценки качества оперативного доступа мы использовали следующие критерии (табл. 46):

- 1) длина хирургического разреза;
- 2) среднее количество синтезированных ребер;
- 3) необходимость в дополнительных разрезах;
- 4) длительность оперативного вмешательства.

Сравнительная характеристика оперативных доступов

Критерий	Классические разрезы (n=37)	Разрезы в проекции линии переломов (n=49)	Мини-инвазивные доступы (n=7)	Более одного доступа (n=4)
Длина разреза, см	20,1±2,4	19,5±2,5	9,9±0,9	10,2±0,5
Длительность оперативного вмешательства, минуты	110,7±17,6	85±12,3	57,9±7,6	90±4,1
Среднее количество синтезированных ребер	2,4±0,6	3,9±1,0	2,1±0,4	3,5±0,6
Необходимость в дополнительных разрезах	6	-	-	-

Длительность оперативного вмешательства при выполнении хирургического доступа по ходу межреберий была больше, что было связано с техническими трудностями ввиду необходимости ретракции тканей для обнажения соседних выше- и нижележащих ребер. Этим же объяснялось и меньшее количество ребер, доступных для остеосинтеза.

Если у 6 пациентов необходимость выполнения дополнительных или продления существующих разрезов была вынужденной, и ее выявляли по ходу оперативного вмешательства, то у 4 пациентов были изначально запланированы отдельные доступы для фиксации ребер в разных проекционных зонах. Таким образом, использование специальных устройств, облегчающих диагностику и доступ к зонам переломов ребер, обусловило удобство и технические преимущества у этих пациентов. Приводим клиническое наблюдение.

### Клиническое наблюдение №7

Пациент С., 38 лет, история болезни №18728141, был доставлен службой СМП в СОКБ 15.05.2014 г. с клинической картиной травмы органов грудной клетки. Из анамнеза известно, что за 2 часа до поступления получил травму в результате противоправных действий. При поступлении предъявлял жалобы на интенсивные боли в правой половине грудной клетки, наличие подкожной эмфиземы, одышку смешанного характера. Общее состояние средней тяжести, отмечалось ограничение двигательной активности, положение – сидя с упором на верхние конечности. Кожные покровы бледно-розовые, имелась ненапряженная подкожная эмфизема, ограниченная правой половиной туловища и распространяющаяся от уровня подбородка до реберной дуги и края грудины, визуализировались подкожные кровоизлияния. Грудная клетка при осмотре гиперстенической формы, с деформацией правого гемиторакса. Пальпация была резко болезненной справа, определялись крепитация, патологическая подвижность ребер. Аускультативно – ослабление дыхания по всем легочным полям справа. ЧД – 22-24 в минуту, SpO<sub>2</sub> – 90%. Гемодинамические показатели без клинически значимых сдвигов. Симптомов повреждения других органов, систем и областей тела при физикальном обследовании выявлено не было. Тяжесть состояния по шкале SAPS II соответствовала 22 баллам.

С целью уточнения характера и объема повреждений пациенту было проведено лабораторно-инструментальное обследование, включая МСКТ и фибробронхоскопию. На МСКТ были выявлены множественные флотирующие переломы ребер справа, гемопневмоторакс справа, пневмомедиастинум, разрыв правого купола диафрагмы с транслокацией печени в плевральную полость, ушиб правого легкого, перелом правой ключицы (рис. 30). Учитывая совокупную картину имеющихся повреждений, были выставлены показания к операции фиксации переломов ребер в сочетании с торакоскопическим устранением интраплевральных повреждений и симультанным восстановлением целостности ключицы.

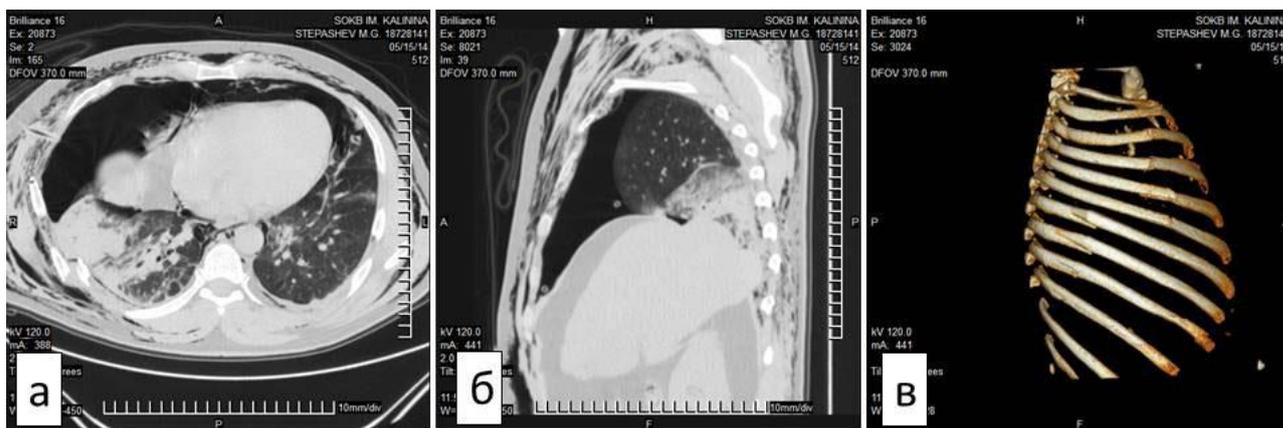


Рисунок 30. Компьютерная томограмма грудной клетки (а – аксиальный срез; б – сагиттальный срез; в – режим 3D-реконструкции) пациента С., 38 лет, история болезни №18728141. Множественные и флотирующие переломы ребер справа, гемопневмоторакс, пневмомедиастинум, разрыв правого купола диафрагмы.

Оперативное вмешательство было проведено 15.05.2014 г. под эндотрахеальным наркозом. При планировании объема и способа операции учитывали характеристику переломов ребер (множественность, разные топографические линии переломов, наличие флотирующих переломов), наличие разрыва диафрагмы. Было принято решение о выполнении операции на костного остеосинтеза ребер в сочетании с торакоскопическим ушиванием диафрагмы. Для этого линии переломов ребер с помощью компьютерной 3D-реконструкции были спроецированы на поверхность грудной клетки и сообразно им были намечены зоны хирургических доступов. Всего было выполнено 2 разреза длиной по 10-12 см соответственно линиям флотирующих переломов V-VI и VIII-IX ребер справа. Последовательность дальнейших действий происходила следующим образом: после рассечения мягких тканей, обнажения зон переломов ребер и подготовки непосредственно к остеосинтезу, произвели 2 торакоцентеза в V и VIII межреберьях. При этом размеры рассечения и раздвижения межреберных мышц не превышали 1,5 см, что было критерием малотравматичного доступа в плевральную полость.

Во время торакоскопии был выявлен линейный разрыв правого купола диафрагмы по заднему скату на границе мышечной и сухожильной частей длиной 15 см с транслокацией печени в плевральную полость, пневмоторакс с коллапсом легкого на 1/3 объема, малый гемоторакс до 250 мл, мелкие кровоизлияния в паренхиму легкого. Первым этапом была выполнена санация плевральной полости. Затем узловыми нерассасывающимися швами произвели восстановление анатомической целостности диафрагмы с созданием дубликатуры. Легкое было расправлено на гипервентиляции. Внутривнутриплевральный этап операции завершили рассечением медиастинальной плевры с целью декомпрессии пневмомедиастинума и дренированием плевральной полости. Далее с помощью системы фиксации ребер «Matrix Rib» выполнили накостный остеосинтез V-VI и VIII-IX ребер справа с достижением стабилизации гемиторакса посредством двух отдельных доступов (рис. 31). По завершении оперативного вмешательства на грудной клетке был произведен остеосинтез ключицы.



Рисунок 31. Вид операционного поля после проведения остеосинтеза ребер.

В послеоперационном периоде в течение 12 часов проводилась ИВЛ в режиме CMV по принципу протективной вентиляции, после чего были применены вспомогательные режимы вентиляции. Спустя 18 часов от момента завершения операции больной был переведен на спонтанное дыхание и экстубирован. Общее пребывание в ОРИТ в послеоперационном периоде составило 1,5 суток.

Дальнейшее лечение пациента заключалось в ранней активизации, профилактике инфекционных и тромбоэмболических осложнений. Отмечалось полное купирование дыхательной недостаточности, подтверждённое показателями сатурации и газового состава крови. Контрольное рентгенологическое исследование продемонстрировало удовлетворительное состояние синтезированных ребер и правого купола диафрагмы (рис.32). Пациент выписан на 10-е сутки после операции с выздоровлением.

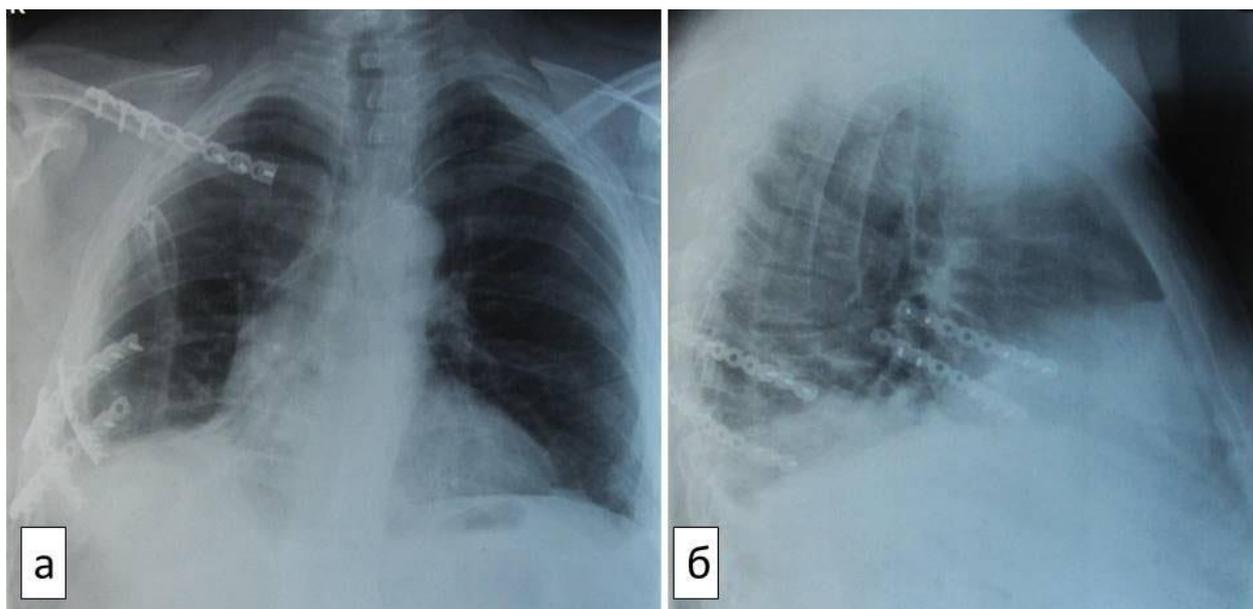


Рисунок 32. Рентгенограмма грудной клетки пациента С., 38 лет, история болезни №18728141: а – прямая проекция; б – боковая проекция. Состояние после остеосинтеза V, VI, VIII, IX ребер справа и правой ключицы, торакоскопии, ушивания разрыва диафрагмы.

Сочетанные вмешательства на органах грудной клетки были проведены у всех 97 пациентов, которым был выполнен остеосинтез ребер. Из них

дренирование плевральной полости было выполнено у 97, торакоскопия – у 92, торакотомия – у 3 пациентов. Следует также отметить, что наряду с остеосинтезом ребер у 3 пациентов был проведен остеосинтез грудины при ее сложных фрагментарных переломах, усугубляющим тяжесть флотации грудной клетки и ОДН. Приводим клиническое наблюдение.

### **Клиническое наблюдение №8**

Пациент А., 54 лет, история болезни №31276141, пастух по роду деятельности, получил закрытую травму грудной клетки 17.06.2014 г. вследствие прямого удара бегущего быка. Ретроспективный сбор жалоб и анамнеза позволил выявить, что пациент отметил появление резких интенсивных болей в грудной клетке, чувство нехватки воздуха, головокружение, выраженную общую слабость. Пострадавший был доставлен в ближайшую ЦРБ, где были первоначально диагностированы закрытая травма грудной клетки и травматический шок II-III степени.

Одновременно с противошоковыми мероприятиями пациенту проводили уточняющие диагностические процедуры: общеклинические анализы крови и мочи, электрокардиографию, обзорную рентгенографию органов грудной клетки, УЗИ брюшной и плевральных полостей. По результатам дообследования был выставлен диагноз: «Закрытая травма грудной клетки. Множественные переломы ребер с двух сторон. Двусторонний гемопневмоторакс. Поперечный перелом тела грудины. Ушиб сердца. ОДН II степени. Множественные ушибы мягких тканей. Травматический шок II-III степени». Бригадой специалистов травмоцентра I уровня в составе врача – торакального хирурга и врача – анестезиолога-реаниматолога вначале была проведена консультация по телефону, а затем осуществлен выезд с целью определения тактики лечения и возможностей последующей транспортировки пострадавшего в СОКБ. Согласно рекомендациям специалистов травмоцентра I уровня врачами центральной районной больницы был проведен торакоцентез и дренирование обеих плевральных полостей. С целью компенсации нарушенных параметров внешнего дыхания пациенту была произведена интубация трахеи и

начата ИВЛ. Интенсивная терапия до приезда бригады «санавиации» включала также инфузионную терапию, анальгезию, профилактику инфекционных и тромбоэмболических осложнений.

Состояние пострадавшего к моменту приезда специалистов областной больницы несколько стабилизировалось. При осмотре дополнительно было диагностировано наличие флотирующих переломов ребер слева и ушибов обоих легких. Учитывая отсутствие признаков продолжающегося кровотечения и иных состояний, являющихся показанием к неотложным оперативным вмешательствам на месте, было принято решение о транспортировке пострадавшего в областную больницу для дальнейшего лечения.

В СОКБ пациент был первоначально помещен в ОРИТ, где была проведена повторная оценка показателей гемодинамики и дыхания, взяты необходимые анализы, была налажена ИВЛ в параметрах, обеспечивающих создание внутренней пневматической стабилизации. После этого пациенту была проведена МСКТ грудной клетки, которая выявила множественные переломы ребер с двух сторон (V, VI ребра справа; II, IV, V, VI ребра слева), флотирующий перелом V, VI ребер слева, поперечный перелом тела грудины с расхождением и диастазом отломков до 3 см, диффузная гематома средостения, ушиб нижних долей обоих легких, гемопневмоторакс справа, пневмомедиастинум (рис. 33). Данных за травматическое повреждение головного мозга, позвоночника, органов брюшной полости, забрюшинного пространства и малого таза, костных структур таза выявлено не было. При фибробронхоскопии трахеобронхиальное дерево без значимых травматических изменений, небольшое количество слизисто-геморрагического отделяемого из нижнедолевых бронхов; произведена санация. Анализ газового состава крови выявил снижение  $PaO_2$  – 67 мм рт.ст. и повышение  $PaCO_2$  – 53 мм рт.ст. Тяжесть состояния по шкале SAPS II составила 30 баллов.

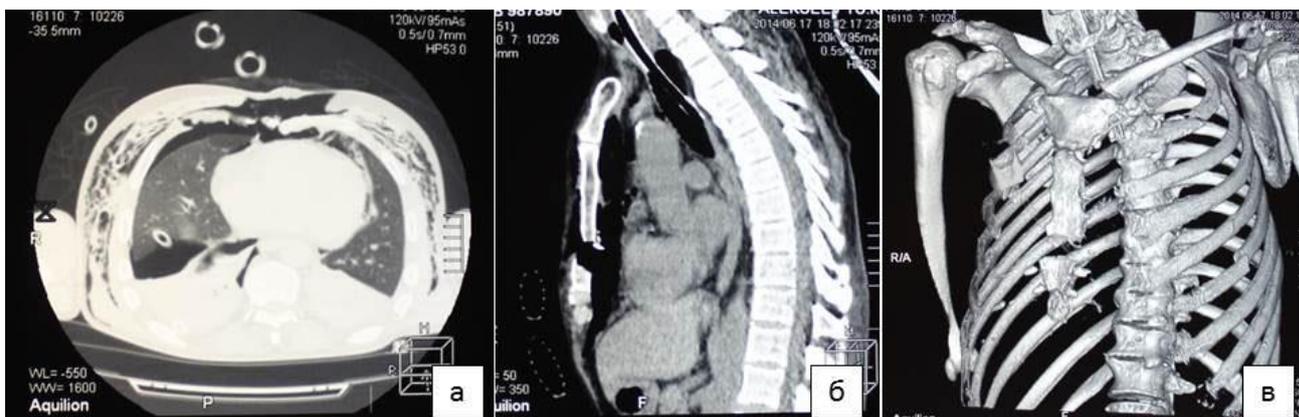


Рисунок 33. Компьютерная томограмма грудной клетки (а - поперечный срез; б - сагиттальный срез; в – режим 3D-реконструкции) пациента А., 54 лет, история болезни №31276141. Перелом тела грудины, флотирующий перелом V, VI ребер слева, двусторонний гемопневмоторакс, ушиб нижних долей обоих легких, пневмомедиастинум.

Таким образом, по мере получения данных лабораторно-инструментального обследования был сформулирован следующий клинический диагноз: «Закрытая травма грудной клетки. Множественные переломы ребер с двух сторон. Флотирующий перелом V, VI ребер слева. Поперечный перелом тела грудины с диастазом отломков. Ушиб сердца. Гематома средостения. Нестабильная грудная клетка. Двусторонний гемопневмоторакс. Ушиб нижних долей обоих легких. Пневмомедиастинум. ОДН II степени. Травматический шок II-III степени».

Лечебная тактика у пациента была направлена на одномоментное устранение повреждений костного каркаса грудной клетки и внутриплевральных органов после предоперационной подготовки в течение 36-40 часов, включающей дальнейшие мероприятия по стабилизации состояния и профилактике осложнений. Пациенту был установлен катетер для перидуральной анестезии на уровне Th IV. Режим ИВЛ в предоперационном периоде был задан в параметрах CMV с дыхательным объемом 600 мл, ЧД 12-14 в минуту,  $FiO_2$  – 60-40%, ПДКВ - 10 см вод.ст. Показатели респираторной

функции перед операцией имели следующие значения:  $SpO_2$  – 92%,  $PaO_2$  – 74 мм рт.ст.,  $PaCO_2$  – 49 мм рт.ст., pH – 7,28, индекс Горовица – 118 мм рт.ст.

Оперативное вмешательство выполнили 19.06.2014г., спустя 37 часов после госпитализации в областную больницу и через 44 часа от получения травмы. Под эндотрахеальным наркозом было проведено оперативное вмешательство, во время которого последовательно выполнили: репозицию и остеосинтез грудины пластиной «Titanium Sternal Locking Body Double T-Plate» («Synthes GmbH», Швейцария), торакоскопию справа, широкое рассечение медиастинальной плевры с целью декомпрессии пневмомедиастинума и дренирования гематомы средостения, удаление малого гемоторакса, санацию, дренирование правой плевральной полости, накостный остеосинтез V, VI ребер слева с использованием системы фиксации «Matrix Rib», торакоскопию слева, удаление малого гемоторакса, санацию, дренирование левой плевральной полости.

Общее время оперативного вмешательства составило 110 минут. Из особенностей операции следовало подчеркнуть выполнение торакоскопии слева через образовавшиеся при получении травмы дефекты медиастинальной плевры, определенные технические сложности при сопоставлении дефекта грудины вследствие диастаза ее отломков более 3 см, а также полноценное расправление легочной ткани при гипервентиляции, несмотря на наличие множественных зон ушибов паренхимы легкого. Также, учитывая расположение второй линии флотирующего перелома ребер за левой лопаткой, фиксацию пластиной проводили с покрытием только одной линии перелома в проекции передней подмышечной линии.

В раннем послеоперационном периоде проводилась ИВЛ в прежнем режиме CMV по принципу протективной вентиляции. На следующие сутки была проведена оценка возможностей восстановления спонтанного дыхания. Были отмечены такие клинически значимые критерии, как восстановление сознания после медикаментозного сна, стабильные показатели гемодинамики, отсутствие парадоксальных движений грудной клетки, рентгенологически

подтвержденное расправление обоих легких, отсутствие сброса воздуха по дренажам из плевральных полостей, отсутствие обструкции трахеобронхиального дерева по данным фибробронхоскопии. Лабораторное обследование, помимо отсутствия анемии, подтвердило и положительную динамику восстановления показателей респираторной системы:  $SpO_2$  – 98%,  $PaO_2$  – 96 мм рт.ст.,  $PaCO_2$  – 36 мм рт.ст., pH – 7,30, индекс Горовица – 190 мм рт.ст. Основываясь на полученных данных, пациенту была проведена смена режима ИВЛ на СРАР без миорелаксации и наркотических препаратов с установочными параметрами: PSV – 8-4 см вод.ст.,  $FiO_2$  – 40%, ПДКВ – 4 см вод.ст. Дальнейшее отсутствие отрицательной динамики по каждому из указанных выше параметров в течение 6 часов послужили основанием к тренировке самостоятельного дыхания и последующему полному прекращению ИВЛ спустя 25 часов после оперативного вмешательства.

Несмотря на восстановление самостоятельного дыхания, дальнейшая терапия была продолжена в ОРИТ. Программа интенсивной терапии включала анальгетическую, бронхо- и муколитическую терапию, регулярные санации трахеобронхиального дерева, профилактику инфекционных и тромбоэмболических осложнений. Наличие перидуральной анестезии существенно снизило потребность в наркотических анальгетиках. Также следует отметить ранее применение физиотерапевтических процедур и лечебной физкультуры. На 3-и сутки после операции пациент был переведен в отделение торакальной хирургии, где соответствующая терапия была продолжена. Пациент достаточно скоро активизировался, отмечал прогрессивное снижение болевого синдрома и улучшение состояния. Явления дыхательной недостаточности были полностью купированы к 5-м суткам, что было подтверждено контрольным исследованием газового состава крови:  $PaO_2$  – 97 мм рт.ст.,  $PaCO_2$  – 34 мм рт.ст., pH – 7,35,  $SpO_2$  – 98%. Дренажи из плевральной полости и зоны остеосинтеза были последовательно удалены на 2-3-и сутки, швы сняли на 9-е сутки после операции. Контрольное рентгенологическое исследование показало расправление обоих легких,

удовлетворительное положение имплантов ребер и грудины, отсутствие патологических внутриплевральных состояний (рис. 34). Пациент был выписан 04.07.2014 г. с выздоровлением.

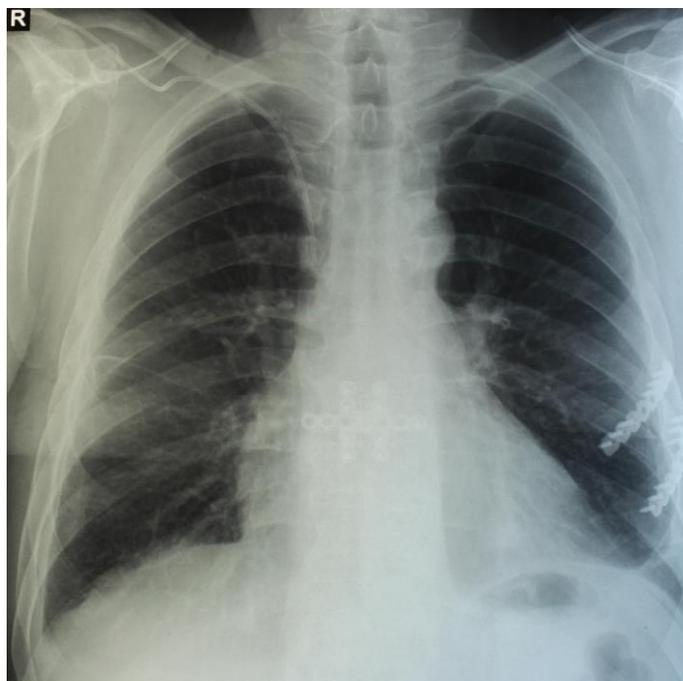


Рисунок 34. Обзорная рентгенограмма грудной клетки пациента А., 54 лет, история болезни №31276141. Состояние после остеосинтеза грудины и V, VI ребер слева.

Осмотр пациента спустя 1, 3 и 6 месяцев после операции не выявил каких-либо отклонений в объективном состоянии. Признаков дыхательной недостаточности не обнаружено, отмечалось сращение зон переломов, области послеоперационных ран и расположения имплантов без патологических изменений. Пациент вернулся к трудовой деятельности через 2 месяца после выписки, была рекомендована смена рода занятий.

Развитие последующих осложнений и неблагоприятных исходов после остеосинтеза ребер в большинстве случаев было связано с тяжестью исходной травмы легочной ткани, либо с проявлениями СПОН у пострадавших с политравмой. Кроме того, у пациентов после остеосинтеза были отмечены такие характерные послеоперационные осложнения, как нагноение раны и перелом пластины. Всего осложнения наблюдали у 2 пациентов с

изолированной травмой груди (4,8%) и у 10 пациентов с сочетанной травмой (18,2%). Структура осложнений представлена в таблице 47.

Таблица 47

## Структура осложнений при проведении остеосинтеза ребер

Вид осложнения	Изолированная травма	Сочетанная травма
Пневмония	-	4
Плеврит	1	-
ОРДС	-	4
Эмпиема плевры	-	2
Абсцесс легкого	-	1
Остеомиелит грудины, ребер	-	1
Сепсис	-	3
ТЭЛА	-	1
Острая сердечно-сосудистая недостаточность	-	1
Полиорганная недостаточность	-	7
Нагноение раны	-	3
Перелом пластины	1	1

Повторные оперативные вмешательства в ранние сроки были проведены у 3 пациентов с сочетанной травмой, все – по поводу гнойно-септических осложнений. Из 8 летальных исходов у пострадавших с сочетанной травмой в 3 случаях причиной смерти у пострадавших были тяжелые повреждения соседних органов и систем (у 2 – тяжелая черепно-мозговая травма, у 1 – интраабдоминальные повреждения), 5 пациентов погибли от легочных и инфекционных осложнений.

**Результаты консервативного лечения переломов ребер**

У 35 пациентов группы сравнения (27 с изолированной травмой груди и 8 с сочетанной травмой) и 33 пациентов основной группы (26 с изолированной травмой груди и 7 с сочетанной травмой) были применены методы консервативного лечения переломов ребер. Лечебная программа включала в себя тугое бинтование и бандажирование грудной клетки, новокаиновые

блокады мест переломов, перидуральную анестезию с целью адекватного купирования болевого синдрома, физиотерапевтическое лечение. Как правило, это были пациенты без значимых повреждений внутриплевральных органов, у которых множественные переломы не сопровождались нарушением каркасности и развитием флотации грудной клетки. В комплексе консервативных мер эти пациенты получали антибактериальную, бронхо- и муколитическую, анальгетическую, антикоагулянтную терапию, лечебную физкультуру. Говоря о консервативных методах, следует подчеркнуть, что речь идет о консервативном лечении именно переломов ребер, поскольку у этих же пациентов проводили различные оперативные вмешательства по устранению внутриплевральной посттравматической патологии и восстановление повреждений других органов и систем. Так, дренирование плевральной полости выполнили у 27 пациентов группы сравнения и у 25 пациентов основной группы.

Осложнения возникли у 7 пациентов группы сравнения и 5 пациентов основной группы. Умерли 4 пациента из группы сравнения и 1 пациент из основной группы. Сравнительные результаты консервативного лечения и их градация у пациентов с изолированной и сочетанной травмой грудной клетки у пациентов обеих групп представлены в таблицах 48-50.

Таблица 48

## Оценка эффективности консервативного лечения

Показатель	Группа сравнения (n=35)		Основная группа (n=33)		t; $\chi^2$
Продолжительность нахождения в ОРИТ, сутки*	3,2±1,6		1,9±0,9		t=0,71 p>0,05
Осложнения	7	20%	5	15,2%	$\chi^2=0,275$ p>0,05
Летальность	4	11,4%	1	3,0%	$\chi^2=1,759$ p>0,05

\*лечение в ОРИТ проходили 17 пациентов из группы сравнения и 10 пациентов из основной группы

Оценка эффективности консервативного лечения у пациентов с изолированной  
травмой

Показатель	Группа сравнения (n=27)		Основная группа (n=26)		t; $\chi^2$
Продолжительность нахождения в ОРИТ, сутки*	2,5±1,4		1,3±0,5		t=0,81 p>0,05
Осложнения	3	11,1%	1	3,8%	$\chi^2=1,002$ p>0,05
Летальность	1	3,7%	-		$\chi^2=0,981$ p>0,05

\*лечение в ОРИТ проходили 11 пациентов из группы сравнения и 6 пациентов из основной группы

Оценка эффективности консервативного лечения у пациентов с сочетанной  
травмой

Показатель	Группа сравнения (n=8)		Основная группа (n=7)		t; $\chi^2$
Продолжительность нахождения в ОРИТ, сутки*	4,5±1,0		2,7±0,9		t=1,34 p>0,05
Осложнения	4	50%	4	57,1%	$\chi^2=0,077$ p>0,05
Летальность	3	37,5%	1	14,3%	$\chi^2=1,029$ p>0,05

\*лечение в ОРИТ проходили 6 пациентов из группы сравнения и 4 пациентов из основной группы

Статистически значимых различий в результатах консервативного лечения среди пациентов обеих групп получено не было.

Среди осложнений у пациентов группы сравнения преобладали легочные и полиорганные, а у пациентов основной группы – внутриплевральные (табл.

51). Статистически значимых различий при оценке эффективности консервативного лечения между группами не было выявлено.

Таблица 51

## Структура осложнений при консервативном лечении

Вид осложнения	Группа сравнения (n=7)	Основная группа (n=5)
Пневмония	5	2
Плеврит	-	4
Свернувшийся гемоторакс	2	-
ОРДС	3	-
Эмпиема плевры	1	-
Абсцесс легкого	1	-
Сепсис	1	-
Острая сердечно-сосудистая недостаточность	2	1
СПОН	2	-
Всего	17	7

#### 4.2. Сравнительная оценка непосредственных результатов лечения внутриплевральных повреждений у пациентов группы сравнения и основной группы

Операции по устранению повреждений внутриплевральных органов проводили пациентам обеих групп в соответствии с классическими показаниями к дренированию плевральной полости, торакоскопии, торакотомии. Частота сочетаний различных способов стабилизации грудной клетки и различных операций по устранению внутриплевральных повреждений приведена в таблице 52.

Соотношение способов стабилизации грудной клетки и внутриплевральных операций

Операция на плевральной полости Способ стабилизации грудной клетки	Дренирование плевральной полости		Торакоскопия		Торакотомия	
	Группа сравнения	Основная группа	Группа сравнения	Основная группа	Группа сравнения	Основная группа
Скелетное вытяжение	72	13	21	13	6	1
АВФ	13	8	9	5	1	2
NPWT		2		2		
Остеосинтез ребер		97		92		3
ИВЛ	22	10	3	7	4	
Консервативное лечение	27	25				
Всего	134	155	33	119	11	6

Следует отметить, что у пациентов обеих групп в равной степени придерживались принципа последовательности применения различных оперативных вмешательств. Так, на первом этапе у большинства пациентов (90,5% в группе сравнения и 92,8% в основной группе,  $\chi^2 = 0,536$ ;  $p > 0,05$ ) в качестве меры неотложной помощи проводили дренирование плевральной полости. В то же время, отмечалась существенная разница в частоте применения торакоскопии. Если у пациентов группы сравнения ее применяли в 22,3% случаев, то в основной группе торакоскопия была применена у 71,3% пострадавших ( $\chi^2 = 75,326$ ;  $p < 0,01$ ). Это позволило снизить частоту развития поздних внутриплевральных осложнений, а, следовательно, и уменьшить необходимость в проведении повторных вмешательств и торакотомии.

Дренирование плевральной полости традиционно являлось первым в ряду лечебных оперативных мероприятий у пациентов с закрытой травмой грудной клетки. У 90 пациентов группы сравнения (60,8%) в итоге дренирование плевральной полости стало единственным пособием по устранению внутриплевральной посттравматической патологии. Небольшой процент выполненной торакоскопии (22,3%) и торакотомии (7,4%) объяснялся консерватизмом хирургической тактики и отсутствием нацеленности на оперативную фиксацию переломов ребер.

В основной группе всего у 30 пациентов (17,9%) не потребовалось в дальнейшем других вмешательств. Как правило, это были пациенты, которым проводили консервативное лечение переломов ребер. В то время как 119 пациентам основной группы (71,3%), которым были проведены оперативные вмешательства по стабилизации грудной клетки, одновременно проводили и торакоскопию с целью окончательной диагностики и устранения внутриплевральных повреждений, санации плевральной полости. Так или иначе, у всех пациентов основной группы при определении показаний к оперативной фиксации пациентов одновременно выполняли торакоскопию или торакотомию.

Распределение пациентов в зависимости от основного клинического варианта переломов ребер и способа лечения внутриплевральных повреждений также продемонстрировало статистически значимые изменения в подгруппах пациентов с множественными переломами ребер с нарушением каркасности грудной клетки и с флотирующими переломами ребер (табл. 53-55).

Таблица 53

Способы лечения внутриплевральных повреждений у пациентов с множественными переломами ребер с нарушением каркасности грудной клетки

Вид операции	Группа сравнения	Основная группа	$\chi^2$
Дренирование плевральной полости	37	58	12,698 p<0,01
Торакоскопия	10	48	
Торакотомия	6	3	

Таблица 54

Способы лечения внутриплевральных повреждений у пациентов с флотирующими переломами ребер

Вид операции	Группа сравнения	Основная группа	$\chi^2$
Дренирование плевральной полости	58	61	12,188 p<0,01
Торакоскопия	19	58	
Торакотомия	4	3	

Таблица 55

Способы лечения внутриплевральных повреждений у пациентов с множественными переломами ребер без нарушения каркасности грудной клетки

	Группа сравнения	Основная группа	$\chi^2$
Дренирование плевральной полости	39	36	5,632 p>0,05
Торакоскопия	4	13	
Торакотомия	1	-	

Характер внутриплевральных манипуляций при проведении торакотомии и торакоскопии представлен в таблицах 56 и 57. Программа лечения внутриплевральной посттравматической патологии включала в себя

последовательное выполнение дренирования плевральной полости и последующей торакоскопии. Показаниями к торакотомии были продолжающееся кровотечение, большие разрывы диафрагмы и массивное повреждение легкого.

Таблица 56

Характер внутриплевральных манипуляций при проведении торакотомии

	Группа сравнения (n=11)	Основная группа (n=6)
Остановка кровотечения	5	3
Ушивание разрывов легкого	4	3
Атипичная резекция легкого	2	1
Декортикация	5	2
Лобэктомия	-	1
Ушивание диафрагмы	4	1
Медиастинотомия	-	2
Открытая репозиция и фиксация переломов лопатки и ребер	-	1
Санация плевральной полости	11	6

Кроме того, у 5 пациентов группы сравнения и у 2 пациентов основной группы торакотомия была предпринята по поводу развившейся эмпиемы плевры.

Таблица 57

Характер внутриплевральных манипуляций при проведении торакоскопии

	Группа сравнения (n=33)	Основная группа (n=119)
Остановка кровотечения	6	3
Ушивание разрывов легкого	2	8
Атипичная резекция легкого	1	6
Декортикация	13	4
Ушивание диафрагмы	-	5
Медиастинотомия	-	32
Фенестрация перикарда	-	3
Удаление инородных тел	-	5
Санация плевральной полости	33	119

Как следует из таблицы 57, спектр внутриплевральных вмешательств, осуществляемых посредством торакоскопических доступов, у пациентов основной группы был значительно шире. Если у пациентов группы сравнения основные мероприятия сводились к остановке кровотечения, а также к санации гемоторакса и купированию ранних осложнений в виде эмпиемы, то в основной группе появились вмешательства на перикарде, диафрагме, средостении. Это, безусловно, было связано и с накоплением опыта, и с развитием технологий.

Торакоскопические операции у пациентов, которым планировали проведение остеосинтеза ребер, имели свои особенности. Предварительное дренирование плевральной полости было осуществлено у всех 97 пациентов. Одномоментное с остеосинтезом окончательное устранение внутриплевральных повреждений посредством торакоскопии было проведено у 92 пострадавших, торакотомия проведена у 3 пациентов.

У 82 пациентов торакоскопию проводили непосредственно после экспозиции межреберий и подготовки ребер к остеосинтезу. Это позволяло провести минимальный по размерам доступ в плевральную полость путем разведения волокон межреберных мышц с помощью зажима, что было достаточным для введения эндоскопического инструментария. В 65 случаях были осуществлены 2 доступа в плевральную полость, что обеспечивало выполнение широкого спектра внутриплевральных манипуляций. Однопортовая торакоскопия с использованием предложенного торакопорта была проведена у 17 пациентов.

У 10 пострадавших торакоскопию выполнили перед этапом остеосинтеза, поскольку имелись показания к экстренной внутриплевральной операции (продолжающееся внутриплевральное кровотечение, напряженный пневмомедиастинум) и была необходимость визуальной оценки степени смещения отломков в плевральную полость. При этом во всех 10 случаях изначально были выполнены 3 торакоскопических доступа в плевральную полость, а затем, уже после устранения внутриплевральных повреждений приступали к проведению остеосинтеза.

Объем внутривидеальных манипуляций во время торакоскопии наряду с остеосинтезом заключался в удалении гемоторакса - у 92 пациентов, ликвидации пневмоторакса - у 80, медиастиномии с целью декомпрессии эмфиземы средостения - у 32, ушивании разрывов легкого - у 8, ушивании диафрагмы - у 5, удалении инородных тел (костные отломки) - у 4, фенестрации перикарда - у 3 пациентов. После завершения остеосинтеза ребер также проводили контрольный осмотр плевральной полости с целью оценки эффективности восстановления объема и формы грудной клетки. Все операции были завершены прицельным дренированием плевральной полости одним или двумя дренажами.

Следует подчеркнуть прогрессивное расширение спектра торакоскопических операций. Иллюстрацией возможностей торакоскопического устранения повреждения внутренних органов в сочетании с остеосинтезом ребер является следующее клиническое наблюдение.

#### **Клиническое наблюдение №9**

Пациент М., 45 лет, история болезни №1065021, был доставлен в одну из близлежащих к автомобильной трассе ЦРБ 21.01.2012 с сочетанной травмой, полученной в результате ДТП. Общее состояние при поступлении крайне тяжелое, травматический шок III степени, артериальное давление 80 и 40 мм рт.ст., ОДН III степени. При клиническом и лабораторно-инструментальном обследовании были диагностированы закрытая ЧМТ, сотрясение головного мозга, закрытая травма груди, множественные переломы ребер слева, гемопневмоторакс слева, ушиб сердца и левого легкого, закрытый перелом левой плечевой кости, закрытые переломы левой ключицы и лопатки.

Пострадавшему были начаты неотложные лечебные мероприятия, которые включали перевод пациента на ИВЛ, торакоцентез и дренирование левой плевральной полости в 2 точках, иммобилизацию левой верхней конечности, инфузионную и противошоковую терапию. О пострадавшем было сообщено в травмоцентр I уровня на базе СОКБ и дальнейшие лечебно-диагностические мероприятия выполняли по согласованию со специалистами

профильных отделений этого центра. На фоне проводимого лечения состояние больного стабилизировалось, больной был выведен из состояния шока, осуществляли внутреннюю пневматическую стабилизацию путем ИВЛ. Спустя 24 часа от момента получения травмы бригадой сотрудников отделения «санитарной авиации» в составе торакального хирурга и реаниматолога больной был транспортирован в СОКБ и сразу помещен в ОРИТ.

При поступлении общее состояние было тяжелым, пациент был в медикаментозном сне, кожный покров бледный, с множественными участками ссадин и подкожных кровоизлияний на лицевой части черепа и левой половине грудной клетки. Неврологический статус был без патологических изменений, зрачки были одинаковые, рефлексы были сохранены. Проводилась ИВЛ. SpO<sub>2</sub> - 90%. Грудная клетка была асимметричная за счет деформации левой половины, при аускультации выслушивали ослабленное везикулярное дыхание, больше слева в нижних отделах. Пальпаторно определяли крепитацию костных отломков ребер по подмышечным линиям. По дренажам из левой плевральной полости было геморрагическое отделяемое в объеме 300 мл за сутки. Тоны сердца были тихие, ритмичные, пульс был ускорен, частота сердечных сокращений - 106 в минуту, АД - 105 и 65 мм рт.ст. Живот был мягкий, на пальпацию не реагировал, участвует в акте дыхания, перистальтические шумы ослаблены. Моча по уретральному катетеру была светлая, 1850 мл за сутки. Левая верхняя конечность была укорочена и деформирована в средней трети плеча и в области акромиально-ключичного сочленения, определяли патологическую подвижность костных отломков в указанных областях.

На фоне обеспечения респираторной и инфузионной поддержки пациенту в экстренном порядке выполнили МСКТ черепа и головного мозга, позвоночного столба, органов грудной клетки, брюшной полости и забрюшинного пространства. Травматических изменений головного мозга, черепа, позвоночника, органов брюшной полости, забрюшинного пространства и малого таза выявлено не было. Были диагностированы множественные переломы ребер слева (I-VIII и X) по подмышечным линиям со смещением

отломков и задних отрезков I-III ребер справа с небольшим смещением; гемопневмоторакс слева с коллапсом легкого на  $\frac{1}{2}$  объема; ушибы обоих легких; разрыв левого купола диафрагмы с перемещением дна желудка в плевральную полость (рис. 35); пневмоторакс справа с коллапсом легкого на  $\frac{1}{4}$  объема; гидроперикард; перелом левой ключицы; оскольчатый перелом левой лопатки без вовлечения суставной поверхности.

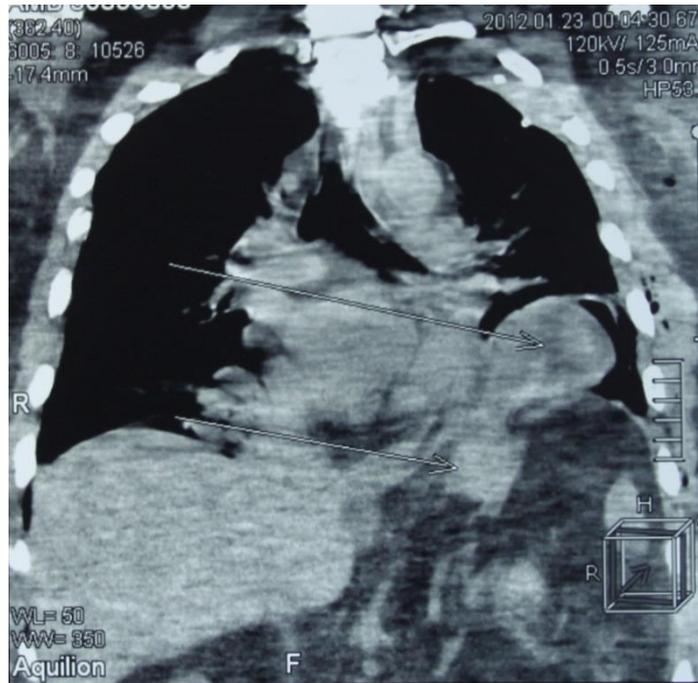


Рисунок 35. Компьютерная томограмма грудной клетки (фронтальная проекция) пациента М., 45 лет, история болезни №1065021. Стрелками указаны разрыв левого купола диафрагмы и транслокация дна желудка в левую плевральную полость.

Больной был осмотрен мультидисциплинарной бригадой специалистов в составе: травматолога, хирурга, торакального хирурга, нейрохирурга, кардиолога, оториноларинголога. Был выставлен клинический диагноз: «Сочетанная травма. Закрытая ЧМТ. Сотрясение головного мозга. Закрытая травма груди. Множественные переломы ребер с обеих сторон. Ушибы обоих легких средней степени. Двусторонний гемопневмоторакс. Разрыв левого купола диафрагмы с транслокацией дна желудка в левую плевральную полость. Закрытый перелом левой плечевой кости со смещением отломков. Закрытые

переломы левой ключицы и левой лопатки. Ушиб сердца. Гидроперикард. Травматический шок III степени». Данных за повреждение магистральных сосудов и ЛОР-органов не выявлено. Тяжесть повреждений по шкале ISS составила 41 балл, тяжесть состояния по шкале SAPS II – 45 баллов.

В неотложном порядке в ОРИТ больному были выполнены редренирование левой плевральной полости и торакоцентез с дренированием правой плевральной полости по Бюлау. Далее была проведена 8-часовая интенсивная терапия с целью стабилизации состояния после транспортировки и в качестве предоперационной подготовки. Оперативное вмешательство было проведено 23.01.2012 г. Под эндотрахеальным наркозом в сочетании с высоким грудным перидуральным блоком выполнили торакоскопию слева, во время которой были подтверждены разрыв левого купола диафрагмы с транслокацией дна желудка в плевральную полость, гемоторакс объемом 400 мл, ушиб левого легкого, а также визуализировали множественные переломы ребер со смещением части отломков в плевральную полость. Разрыв диафрагмы был овальной формы, размерами 10×6 см, локализующийся между сухожильным центром и пищеводным отверстием (рис. 36). Выполнили ликвидацию гемоторакса и санацию плевральной полости. Желудок переместили в брюшную полость, дефект купола диафрагмы ушили узловыми нерассасывающимися швами с помощью аппарата «EndoStitch» (рис. 37). Вмешательство на плевральной полости было завершено дренированием и интраоперационным расправлением легкого в режиме гипервентиляции.

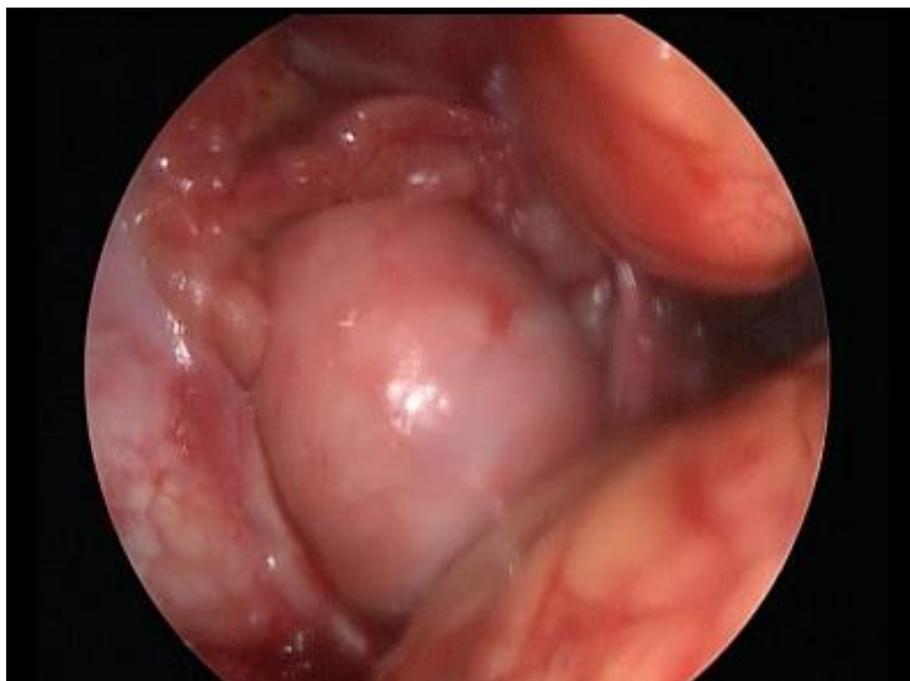


Рисунок 36. Разрыв левого купола диафрагмы с перемещением дна желудка в плевральную полость.

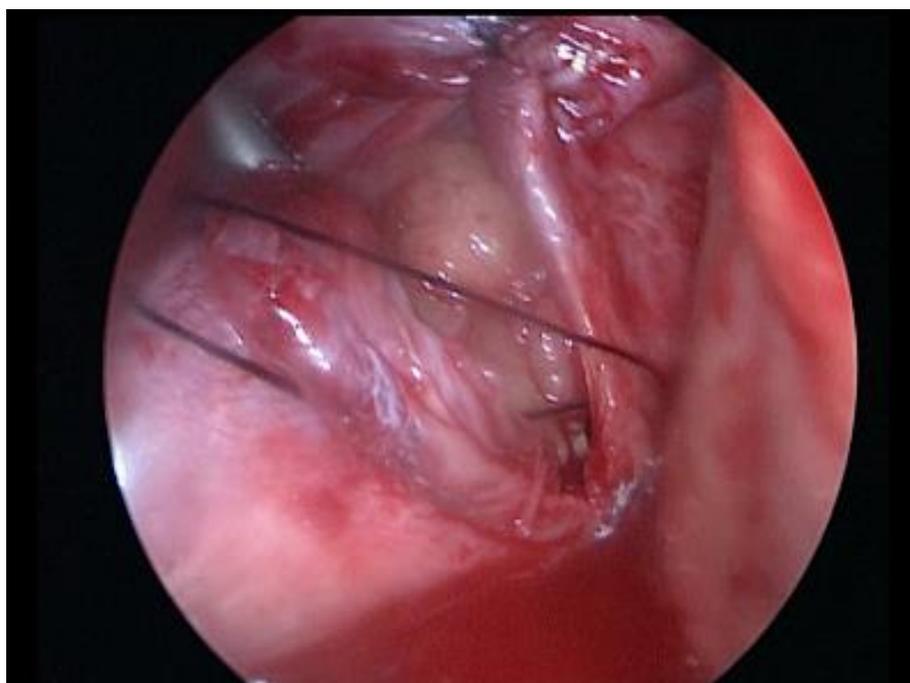


Рисунок 37. Этап торакоскопического ушивания дефекта диафрагмы.

Следующим этапом в ходе оперативного вмешательства выполнили накостный остеосинтез V и VI ребер слева с помощью набора реберных пластин и блокирующих винтов «Matrix Rib». Это было осуществлено

посредством проекционного доступа в V межреберье и обнажением зоны переломов с максимальным смещением отломков без рассечения межреберных мышц и проникновения в плевральную полость. Были использованы 2 реберные пластины, предизогнутые, для V-VI левых ребер. Была достигнута фиксация отломков ребер и устранение нестабильности грудной клетки.

Третий этап операции заключался в последовательном проведении остеосинтеза левой плечевой кости аппаратом наружной фиксации и накостного остеосинтеза левой ключицы металлической пластиной. Операция была завершена наложением трахеостомы, т.к. предполагалось проведение продленной ИВЛ в связи с ушибом легких и с целью обеспечения адекватной санации трахеобронхиального дерева.

Послеоперационный период протекал стабильно, с постепенным улучшением всех основных показателей. Пациенту проводили ИВЛ в режиме CMV с последующим включением вспомогательных режимов. Контрольные рентгенологические исследования подтвердили полное расправление обоих легких, расположение левого купола диафрагмы на уровне переднего отрезка V ребра, восстановление формы и объема реберного каркаса грудной клетки. С целью коррекции показателей гемостаза и детоксикации 25.01.2012 провели сеанс ультрагеофльтрации. Перидуральное введение анестетиков обеспечивало обезболивание и профилактику пареза желудочно-кишечного тракта.

Учитывая расправление легких и отсутствие значимого отделяемого по плевральным дренажам, 26.01.2012 и 27.01.2012 последовательно удалили все дренажи из обеих плевральных полостей. Была начата тренировка спонтанного дыхания, больной начал активизироваться. На МСКТ органов грудной клетки от 30.01.2012 диагностировали субсегментарные ателектазы в нижней доле левого легкого и малый гидроторакс слева; просвет бронхов был сохранен; переломы ребер были фиксированы, положение имплантов соответственно операции. Больной был полностью переведен на спонтанное дыхание 31.01.2012. Учитывая положительную динамику состояния, с 01.02.2012

дальнейшее лечение проводили в торакальном отделении. Несмотря на компенсацию показателей дыхания, еще в течение 6 дней пациент дышал через трахеостомическую трубку, которая затем была удалена 07.01.2012. Заживление послеоперационных ран происходило первичным натяжением. Швы были сняты на 9-10-е сутки после операции. Учитывая наличие оскольчатого перелома левой плечевой кости в аппарате внешней фиксации, осложненное невритом левого лучевого нерва, дальнейшее реконструктивно-восстановительное лечение планировали в отделении травматологии. Больной был выписан из торакального отделения в удовлетворительном состоянии 16.02.2012. В последующем ему провели накостный остеосинтез плечевой кости пластиной и реабилитационное лечение.

Помимо оперативных вмешательств, направленных на устранение повреждений, были выполнены вмешательства на внутриплевральных органах при наличии фоновой и сопутствующей патологии.

В нашем исследовании значимая фоновая легочная патология была выявлена у 8 пациентов группы сравнения и у 11 пациентов основной группы. В группе сравнения у 6 пациентов была эмфизема легких, у 1 – саркоидоз, и у 1 – бронхоэктатическая болезнь. Основным методом лечения внутриплевральной посттравматической патологии (гемоторакс, пневмоторакс) у этих пациентов было дренирование плевральной полости. При этом у 2 пациентов отмечали пневмоторакс и длительное просачивание воздуха более 7 суток. Проведенные в отсроченном порядке торакотомия у 1 и торакоскопия у 1 выявили разрывы булл в качестве причины персистенции пневмоторакса.

Среди пациентов основной группы у 8 имелась буллезная эмфизема легких, у 2 – туберкулез легких, у 1 пациента было сочетание буллезной эмфиземы и периферического образования правого легкого. У этих пациентов в определении лечебной программы учитывали степень потенциального влияния травмы на усугубление имеющихся изменений в легочной ткани. В таких случаях решение о проведении одномоментного устранения травматической и фоновой легочной патологии основывалось на большой вероятности разрыва

булл и персистенции пневмоторакса, который мог осложнить последующий восстановительный период. Симультанную резекцию легкого провели при торакоскопии у 6 пациентов. Последующий гладкий послеоперационный период и отсутствие проблем с длительным просачиванием воздуха свидетельствовали о возможности применения подобного подхода. Приводим одно из клинических наблюдений.

### **Клиническое наблюдение №10**

Пациент Н., 74 лет, история болезни №29745031, получил травму груди 31.08.2013 г. в результате падения с высоты 1,5 метров в быту. Отмечал появление острых интенсивных болей в правой половине грудной клетки, стремительное прогрессирование одышки, появление и нарастание подкожной эмфиземы. Был госпитализирован в общехирургическое отделение городской больницы по месту жительства, где при обследовании были диагностированы множественные переломы ребер справа (с III по XI) со смещением, гемопневмоторакс справа, тканевая подкожная эмфизема, ОДН I степени. Пациенту был выполнен торакоцентез справа с последующим дренированием плевральной полости и эвакуацией малого гемоторакса. Перечень дальнейших консервативных мероприятий включал в себя анальгетики, дыхательные analeптики, антибактериальную терапию. Состояние пациента после кратковременной стабилизации в течение первых суток после получения травмы стало прогрессивно ухудшаться: усугубилась дыхательная недостаточность, появилась нестабильность травмированного гемиторакса, сохранялось просачивание воздуха по плевральному дренажу, выросла тканевая эмфизема. Объективно это было подтверждено увеличением размеров пневмоторакса при рентгенографии, появлением воздуха в средостении (пневмомедиастинум), снижением показателя сатурации крови кислородом до 82%. После консультации торакального хирурга пациент был доставлен в торакальное хирургическое отделение СОКБ для дальнейшего лечения.

На момент поступления общее состояние пациента тяжелое. Предъявлял жалобы на одышку в покое смешанного характера, боли в правой половине

грудной клетки, ощущение смещения реберных отломков при дыхательных движениях, наличие подкожной эмфиземы, распространяющейся на лицо и паховую область, общую слабость. При осмотре - пациент был астенического телосложения, отмечали вынужденное положение - сидя с упором на пояс верхних конечностей. Определяли умеренно напряженную подкожную эмфизему, охватывающую лицо, грудную клетку, переднюю брюшную стенку, паховую область. Кожный покров был бледно-коричневого цвета, имелся акроцианоз. Грудная клетка была бочкообразной формы (в анамнезе – ХОБЛ), определяли деформацию боковой части правого гемиторакса, экскурсии которого были резко ограничены. Там же имелась массивная подкожная гематома неправильной формы внешними размерами 25 см в длиннике и 20 см в поперечнике. Пальпаторно определяли отломки травмированных ребер, их флотацию, крепитацию. Пальпация была резко болезненной. Данные перкуссии не поддавались трактовке из-за подкожной эмфиземы и гематомы мягких тканей. Аускультативно – ослабление всех дыхательных шумов справа, слева – ослабленное везикулярное дыхание, рассеянные сухие свистящие хрипы. ЧД – 24 в минуту. Отмечали одышку смешанного характера. SpO<sub>2</sub> – 88% в условиях инсуффляции увлажненного кислорода. Сердечные тоны были тихие, ритмичные, акцент второго тона на легочной артерии. Частота сердечных сокращений – 90 в минуту, пульс полный, мягкий. АД - 120 и 80 мм рт.ст. Язык влажный. Живот мягкий, безболезненный. При перкуссии признаков газа и жидкости в брюшной полости выявлено не было. Перистальтические шумы выслушиваются. Область почек без патологических изменений. Моча светлая. Стул регулярный. По плевральному дренажу определялся непрерывный сброс воздуха, усиливающийся при кашле и повышении внутрибрюшного давления.

Пациент был осмотрен консилиумом специалистов в составе торакального хирурга, травматолога, пульмонолога, кардиолога. Был поставлен диагноз: «Закрытая травма грудной клетки тяжелой степени. Множественные флотирующие переломы ребер справа с посттравматической деформацией гемиторакса. Гемопневмоторакс справа. Ушиб правого легкого.

Пневмомедиастинум. Хроническая обструктивная болезнь лёгких. Эмфизема легких. ОДН I степени. Ишемическая болезнь сердца. Хроническое легочное сердце, компенсированное». Тяжесть состояния пациента по шкале SAPS II составила 24 балла.

Для уточнения характера повреждений органов грудной клетки, а также исключения других повреждений была выполнена МСКТ шеи, грудной клетки, брюшной полости, забрюшинного пространства. Исследование выявило множественные и флотирующие переломы III-VII, X-XI ребер справа со смещением отломков в плевральную полость, гидропневмоторакс справа, ателектаз нижней доли, неравномерные зоны ушиба с геморрагическим пропитыванием в обоих легких, периферическое образование средней доли правого легкого размерами 18×28 мм, центрилобулярную эмфизему легких с формированием булл в верхних долях, пневмомедиастинум (рис. 38).

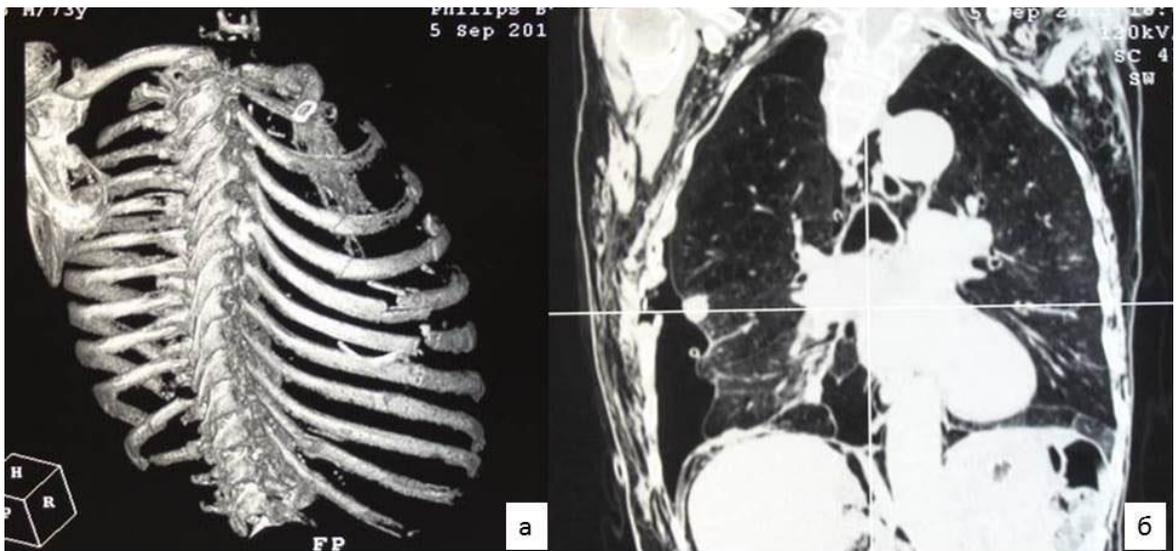


Рисунок 38. Компьютерная томограмма грудной клетки (а - режим 3D-реконструкции; б - фронтальный срез) пациента Н., 74 лет, история болезни №29745031. Множественные переломы ребер справа с разрывом межреберных мышц, пневмоторакс справа, пневмомедиастинум, эмфизема легких, периферическое образование средней доли правого легкого.

На следующий день после госпитализации 06.09.2013 г. пациенту была выполнена операция. Под эндотрахеальным наркозом в положении на здоровом

боку первым этапом выполнили рассечение мягких тканей правой половины грудной клетки в проекции VI межреберья. Зона разреза была выбрана исходя из данных МСКТ согласно области предполагаемой фиксации ребер. Длина разреза мягких тканей составила 15 см. Сразу после рассечения кожи обратило на себя внимание наличие разрыва всех слоев грудной стенки от подкожной клетчатки до межреберных мышц и париетальной плевры VI межреберья с образованием дефекта конической формы размерами 7×3 см на уровне межреберий. Были обнажены и выделены одинарные и двойные переломы V, VI, VII ребер с фрагментацией и смещением отломков, западением их в плевральную полость и деформацией костного каркаса гемиторакса. Переломы и смещение отломков остальных ребер в зоне оперативного вмешательства были менее значимыми.

Было принято принципиальное решение о фиксации ребер. Однако предварительно через имеющийся дефект межреберья выполнили торакоскопию, в ходе которой выявили пневмоторакс на  $\frac{3}{4}$  объема плевральной полости, малый гемоторакс. Легкое было диффузно эмфизематозно изменено во всех отделах, в области верхушки легкого также определяли буллезное перерождение, представленное буллами до 4 см в диаметре, некоторые из которых были с признаками разрыва, что и являлось причиной персистенции пневмоторакса и просачивания воздуха. Имелся также спаечный процесс между S1 и S3 сегментами, медиастинальной плеврой и грудной стенкой, что привело к так называемой «медиастинализации» булл и обусловило возникновение и нарастание напряженного пневмомедиастинума. Торакоскопическая картина эмфиземы средостения была представлена тотальной воздушной трансформацией клетчатки от купола плевры до диафрагмы. Описываемое при компьютерной томографии периферическое образование было визуализировано в структуре средней доле в виде плотного округлого узла размером около 4 см в диаметре, возвышающегося над поверхностью паренхимы доли. Последующий порядок внутривидеоплевральных манипуляций заключался в следующем. Произвели эвакуацию гемоторакса. Легкое было освобождено от сращений,

полностью мобилизовано. При этом во время экстраплеврального пневмолиза осуществили апикальную костальную плеврэктомию, как элемент противорецидивной операции при эмфиземе и пневмотораксе. С помощью гармонического скальпеля выполнили широкое рассечение медиастинальной плевры переднего средостения от купола плевры до перикардальной сумки, что обеспечило скорую декомпрессию пневмомедиастинума (рис. 39). Следующим этапом выполнили краевую атипичную резекцию верхушечного сегмента с буллами с помощью эндоскопического сшивающего аппарата. Был достигнут азростаз и устранено патологическое истечение воздуха из паренхимы легкого. Решение об удалении периферического образования средней доли было принято с учетом стабильных гемодинамических и респираторных показателей во время операции, поскольку этот этап операции носил «плановый» характер. Была выполнена прецизионная клиновидная резекция-энуклеация образования, которое имело капсулу, было плотной консистенции, на разрезе – структурированные гомогенные ткани. Срочное гистологическое исследование не выявило признаков злокачественности. Раневую поверхность средней доли ушили ручными узловыми рассасывающимися швами. По окончании внутриплевральных манипуляций легкое было расправлено в режиме гипервентиляции, после чего установили одну дренажную трубку в плевральную полость.

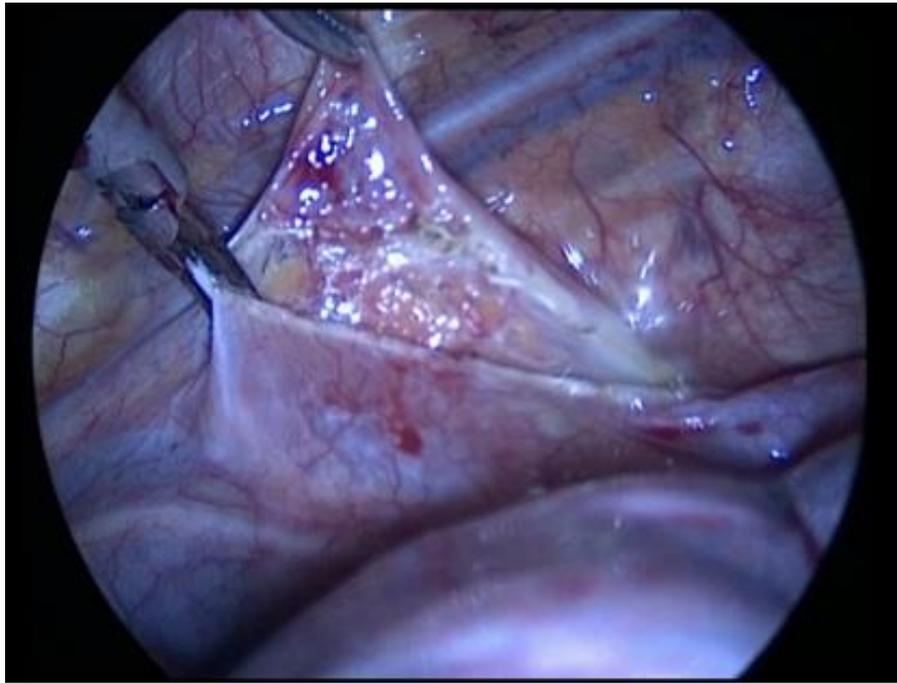


Рисунок 39. Этап рассечения медиастинальной плевры с целью декомпрессии напряженного пневмомедиастинума.

После устранения внутригрудных повреждений и патологических состояний было продолжено вмешательство в зоне переломов ребер. С помощью специального набора инструментов и реберных пластин «Matrix Rib» последовательно выполнили: репозицию отломков ребер, резекцию и удаление нежизнеспособных костных фрагментов, остеосинтез V, VI, VII ребер с помощью наkostных пластин и блокирующих винтов. Была достигнута стабильная фиксация флотирующего сегмента грудной клетки и устранена посттравматическая деформация гемиторакса (рис. 40). Зону фиксации ребер дренировали через контрапертуру. Операционную рану послойно ушили с восстановлением непрерывности всех слоев грудной стенки. По окончании операции пациент был переведен в ОРИТ.

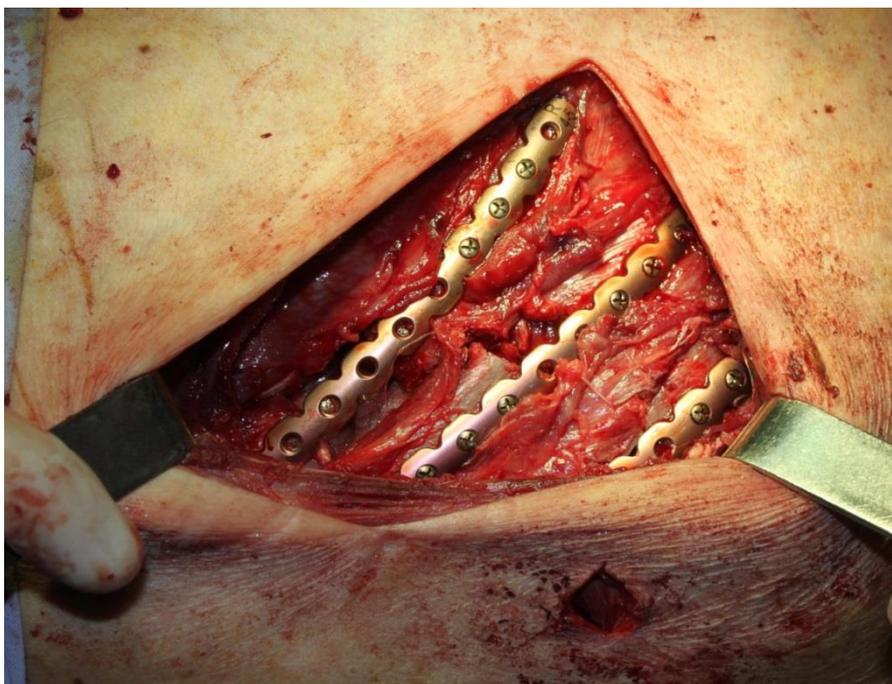


Рисунок 40. Вид операционного поля после завершения остеосинтеза ребер. Накостными пластинами фиксированы V, VI и VII ребра справа.

В послеоперационном периоде проводилась принудительная ИВЛ в режиме CMV с ПДКВ на уровне 8 см вод.ст. в течение 20 часов. Оценочными критериями для осуществления перевода пациента на самостоятельное дыхание были нормальные показатели  $SpO_2$  и газового состава крови, стабильные гемодинамические показатели, отсутствие просачивания по плевральному дренажу, клиническое и рентгенологическое расправление оперированного легкого, восстановленная проходимость трахеобронхиального дерева. Спустя 22 часа после окончания оперативного вмешательства пациента полностью перевели на спонтанное дыхание и экстубировали. У пациента отсутствовала патологическая подвижность грудной клетки, болевой синдром был выражен минимально, одышки не было. Общее пребывание в ОРИТ составило чуть менее двух суток. Дренажи из плевральной полости и подкожной клетчатки удалили на 2-е сутки, швы сняли на 8-е сутки после операции. Плановое гистологическое исследование образования средней доли правого легкого установило морфологическую картину хондроматозной гамартомы. На рентгенограммах органов грудной клетки через 10 суток после операции:

легкие расправлены полностью, легочные поля без признаков инфильтрации, отсутствие пневмомедиастинума, фиксация V, VI, VII ребер справа, восстановление объема правого гемиторакса (рис. 41). Пациент был выписан в удовлетворительном состоянии 20.09.13 г.

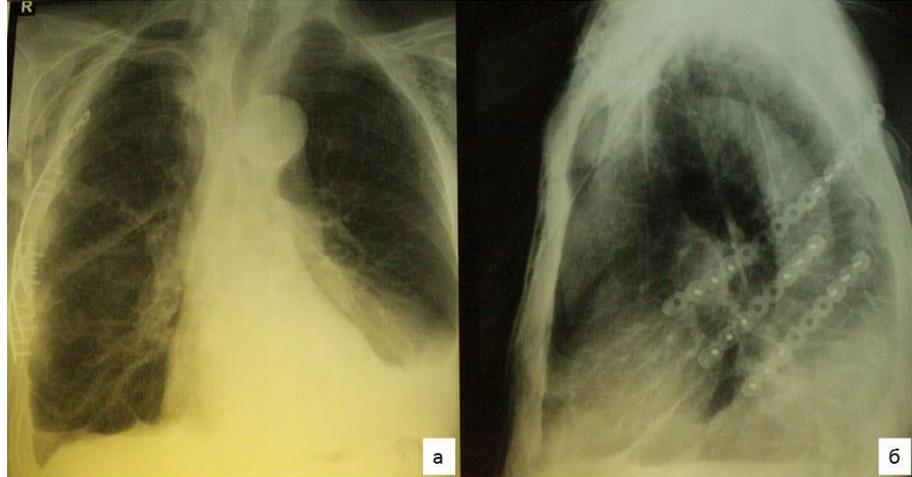


Рисунок 41. Рентгенограмма грудной клетки (а – прямая проекция; б – правая боковая проекции) пациента Н., 74 лет, история болезни №29745031. Состояние после остеосинтеза V, VI, VII ребер справа, торакоскопии, резекции правого легкого.

Пациент был осмотрен через 1 месяц после выписки из стационара. Состояние было удовлетворительным, жалоб не предъявлял. Грудная клетка без деформаций. В акте дыхания обе половины участвовали равномерно. Дыхание при аускультации было везикулярное, проводилось по всем легочным полям. При рентгенографии было подтверждено удовлетворительное состояние легочной ткани и стабильно фиксированное положение реберных пластин.

Таким образом, сочетанное применение наcostного остеосинтеза и лечебной торакоскопии способствовало одновременному устранению повреждений костного каркаса груди и патологии органов плевральной полости, что явилось основой для скорой стабилизации состояния пострадавшего и последующей ранней реабилитации.

Возникшие осложнения в ряде случаев послужили основанием для проведения повторных операций. Эти операции мы не включали в общее

количество операций, выполненных по поводу травмы в экстренном и срочном порядке, для разделения статистики первичных и повторных оперативных вмешательств (табл. 58).

Таблица 58

## Характер повторных операций

Операция	Группа сравнения (n=12)	Основная группа (n=5)
Редренирование плевральной полости	7	2
Реторакоскопия	4	2
Реторакотомия	2	-
Вскрытие абсцесса послеоперационной раны	5	3
Некрсеквестрэктомия	3	1
Всего	21	8

Всего на органах грудной клетки были повторно оперированы 12 пациентов группы сравнения и 5 пациентов основной группы ( $\chi^2 = 4,019$ ,  $p < 0,05$ ). Им было выполнено 21 и 8 вмешательств соответственно.

У пациентов группы сравнения было выполнено 13 повторных операций по поводу внутриплевральных осложнений и 8 операций по поводу раневых осложнений. В основной группе было выполнено 4 операции по поводу внутриплевральных осложнений и 4 операции по поводу раневых осложнений.

Статистически значимые различия между группами в частоте повторных операций свидетельствовали о том, что разработанная хирургическая тактика позволила адекватно устранить внутриплевральные повреждения и стабилизировать грудную клетку с наименьшим риском необходимости повторных вмешательств.

## Глава 5. Интегральная оценка эффективности разработанной хирургической тактики у пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер

Была проведена интегральная оценка эффективности разработанной хирургической тактики у пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер, включающая сравнение результатов в зависимости от клинического варианта повреждений ребер, наличия/отсутствия сочетанных повреждений, способа стабилизации грудной клетки, структуры и частоты осложнений.

Результаты лечения пациентов с множественными переломами ребер с нарушением каркасности грудной клетки представлены в таблице 59.

Таблица 59

Результаты лечения пациентов с множественными переломами ребер с нарушением каркасности грудной клетки

Показатель	Группа сравнения (n=42, из них 33 на ИВЛ)		Основная группа (n=62, из них 59 на ИВЛ)		t; $\chi^2$
Длительность ИВЛ, сутки	11,6±4,4		5,6±3,5		t=1,07 p>0,05
Продолжительность пребывания в ОРИТ, сутки	14,1±4,4		7,3±4,2		t=1,12 p>0,05
Осложнения	19	45,2%	10	16,1%	$\chi^2=10,550$ p<0,01
Летальность	11	26,2%	6	9,7%	$\chi^2=4,993$ p<0,05

При сравнении результатов лечения у пациентов с множественными переломами ребер с нарушением каркасности грудной клетки было выявлено статистически значимое улучшение, проявляющееся в уменьшении частоты осложнений с 45,2% до 16,1% и летальности с 26,2% до 9,7%. На это, безусловно, оказало влияние снижение длительности ИВЛ и продолжительности пребывания в ОРИТ.

Анализ результатов лечения пациентов с флотирующими переломами ребер также продемонстрировал положительное влияние разработанной тактики на улучшение показателей у пациентов основной группы (табл. 60).

Таблица 60

## Результаты лечения пациентов с флотирующими переломами ребер

Показатель	Группа сравнения (n=60, из них 45 на ИВЛ)		Основная группа (n=62, из них 57 на ИВЛ)		t; $\chi^2$
Длительность ИВЛ, сутки	11,5±3,6		5,3±2,8		t=1,36 p>0,05
Продолжительность пребывания в ОРИТ, сутки	11,9±4,2		7,1±3,3		t=0,90 p>0,05
Осложнения	25	41,7%	12	19,4%	$\chi^2=7,184$ p<0,01
Летальность	15	25%	7	11,3%	$\chi^2=3,877$ p<0,05

Частота осложнений в этой подгруппе снизилась с 41,7% до 19,4%, а летальности с 25% до 11,3%.

У пациентов с множественными переломами ребер без нарушения каркасности грудной клетки было получено статистически значимое улучшение в виде снижения длительности ИВЛ с 8,2 до 2,5 суток и продолжительности пребывания в ОРИТ с 14,2 до 3,8 суток (табл. 61).

Таблица 61

Результаты лечения пациентов с множественными переломами ребер без нарушения каркасности грудной клетки

Показатель	Группа сравнения (n=46, из них 15 на ИВЛ)		Основная группа (n=43, из них 15 на ИВЛ)		t; $\chi^2$
Длительность ИВЛ, сутки	8,2±1,6		2,5±1,7		t=2,44 p<0,05
Продолжительность пребывания в ОРИТ, сутки	14,2±3,5		3,8±2,0		t=2,58 p<0,05
Осложнения	10	21,7%	5	11,6%	$\chi^2=1,621$ p>0,05
Летальность	7	15,2%	2	4,7%	$\chi^2=2,730$ p>0,05

Сравнение результатов применения разных методов лечения у пациентов с изолированной травмой груди и сочетанной травмой проводили отдельно для каждого метода стабилизации. Результаты лечения пациентов обеих групп в целом представлены в таблицах 62 и 63.

Таблица 62

Сравнительный анализ результатов лечения пациентов с изолированной травмой грудной клетки

Показатель	Группа сравнения (n=58)		Основная группа (n=73)		t; $\chi^2$
Длительность ИВЛ, сутки	8,2±2,4		2,8±1,9		t=1,76 p>0,05
Продолжительность пребывания в ОРИТ, сутки	6,9±3,9		3,8±2,3		t=0,68 p>0,05
Осложнения	13	22,4%	3	4,1%	$\chi^2=10,100$ p<0,01
Летальность	6	10,3%	-		$\chi^2=7,914$ p<0,01

Было получено статистически значимое улучшение результатов у пациентов основной группы, что проявилось в уменьшении длительности ИВЛ и продолжительности пребывания в ОРИТ. Кроме того, значимо уменьшились показатели осложнений и летальности. Схожая тенденция была получена и при сравнении результатов у пострадавших с сочетанной травмой.

Таблица 63

Сравнительный анализ результатов лечения пациентов с сочетанной травмой грудной клетки

Показатель	Группа сравнения (n=90)		Основная группа (n=94)		t; $\chi^2$
Продолжительность ИВЛ, сутки	11,9±3,8		6,2±3,0		t=1,18 p>0,05
Продолжительность пребывания в ОРИТ, сутки	13,5±4,7		7,9±3,7		t=0,94 p>0,05
Осложнения	41	45,6%	24	25,5%	$\chi^2=8,069$ p<0,01
Летальность	27	30%	15	15,9%	$\chi^2=5,147$ p<0,05

Распределение основных статистических показателей в зависимости от тяжести повреждений по шкале ISS закономерно выявило наибольшие значения у пациентов с множественными повреждениями (табл. 64). В то же время, у пациентов основной группы отмечался более низкий процент осложнений практически при всех уровнях тяжести.

Таблица 64

Результаты лечения пациентов с сочетанной травмой в зависимости от тяжести травмы грудной клетки и экстраторакальных повреждений

Значение показателя ISS	Осложнения				Летальность			
	Группа сравнения		Основная группа		Группа сравнения		Основная группа	
	п	%	п	%	п	%	п	%
12 ( $2^2+2^2+2^2$ )	2	13,3%	1	14,3%	1	6,7%	1	14,3%
17 ( $3^2+2^2+2^2$ )	2	20%	1	10%	1	10%	-	
29 ( $4^2+3^2+2^2$ )	2	40%	1	16,7%	2	40%	-	
41 ( $4^2+4^2+3^2$ )	3	75%	2	25%	3	75%	2	25%
50 ( $5^2+4^2+3^2$ )	5	100%	5	62,5%	4	80%	4	50%

Кроме того, была проведена иллюстрация совокупной эффективности различных способов стабилизации грудной клетки вне зависимости от принадлежности пациентов к основной группе или группе сравнения (табл. 65).

Таблица 65

Результаты применения разных способов стабилизации грудной клетки в обеих группах в целом

Показатель	Скелетное вытяжение (n=90, из них 74 на ИВЛ)		АВФ (n=21, из них 14 на ИВЛ)		ИВЛ (n=37, из них 37 на ИВЛ)		NPWT (n=2, из них 1 на ИВЛ)		Остеосинтез ребер (n=97, из них 97 на ИВЛ)		Консервативное лечение (n=68)	
	п	%	п	%	п	%	п	%	п	%	п	%
Длительность ИВЛ, сутки	9,7±3,6		8,9±1,3		12,3±3,6		6		3,9±2,6		-	
Продолжительность пребывания в ОРИТ, сутки	11,9±4,2		10,5±1,6		14,3±3,7		8		5,4±3,1		2,7±1,6	
Осложнения	28	31,1%	4	19,0%	24	64,9%	1	50%	12	12,4%	12	17,6%
Летальность	14	15,6%	4	19,0%	17	45,9%	-		8	8,2%	5	7,4%

Наибольшее количество дней респираторной поддержки и самая высокая частота осложнений и летальности наблюдали в подгруппе пациентов, которым проводилась только ИВЛ – внутренняя пневматическая стабилизация, без применения хирургических способов стабилизации грудной клетки. Применение хирургических методик способствовало уменьшению частоты осложнений и летальности, а лучшие результаты были получены при выполнении остеосинтеза ребер. При этом, учитывая, что консервативное лечение преимущественно проводили у пациентов без нарушения каркасности грудной клетки и флотации, а остеосинтез выполняли чаще при этих состояниях, то результаты остеосинтеза ребер, сопоставимые с результатами консервативного лечения, также свидетельствовали о его высокой эффективности.

Частота и структура осложнений также имела свои особенности при сравнении между двумя группами (табл. 66). Так, в группе сравнения было зарегистрировано 121 осложнение у 54 пациентов, а в основной группе – 56 осложнений у 27 пациентов ( $\chi^2=16,958$ ;  $p<0,01$ ).

Сравнительный анализ структуры и частоты осложнений в исследуемых группах

Вид осложнения	Группа сравнения		Основная группа		$\chi^2$
	n	%	n	%	
Пневмония	23	15,5%	11	6,6%	6,533 p<0,05
Плеврит	-		5	2,9%	4,503 p<0,05
Свернувшийся гемоторакс	5	3,4%	-		5,733 p<0,05
ОРДС	19	12,8%	9	5,4%	5,375 p<0,05
Эмпиема плевры	7	4,7%	3	1,8%	2,196 p>0,05
Абсцесс легкого	5	3,4%	2	1,2%	1,717 p>0,05
Медиастинит	2	1,4%	-		2,271 p>0,05
Остеомиелит грудины, ребер	3	2,0%	1	0,6%	1,277 p>0,05
Сепсис	15	10,1%	5	2,9%	6,729 p<0,01
ТЭЛА	3	2,0%	1	0,6%	1,277 p>0,05
Острая сердечно-сосудистая недостаточность	8	5,4%	3	1,8%	3,032 p>0,05
Полиорганная недостаточность	31	20,9%	11	6,6%	14,000 p<0,01
Нагноение раны	-		3	1,8%	2,684 p>0,05
Перелом пластины	-		2	1,2%	1,784 p>0,05

Было выявлено статистически значимые улучшения в частоте развития посттравматической пневмонии, ОРДС, свернувшегося гемоторакса, сепсиса и полиорганной недостаточности у пациентов основной группы. Более частое выявление плеврита у пациентов основной группы объясняли реакцией

париетальной плевры после проведения остеосинтеза, и в то же время диагностика и лечение на этой стадии позволяли уменьшить частоту развития эмпиемы плевры.

В структуре причин летальных исходов наиболее часто отмечали СПОН – у 28 пациентов группы сравнения и у 13 пациентов основной группы. Острая сердечно-легочная недостаточность стала причиной смерти у 5 пациентов группы сравнения и у 2 пациентов основной группы.

Заключительный анализ по основным статистическим показателям в обеих группах представлен в таблице 67.

Таблица 67

## Сравнительный анализ результатов лечения у пациентов обеих групп

Показатель	Группа сравнения (n=148)		Основная группа (n=167)		t; $\chi^2$
Длительность ИВЛ, сутки	11,0±3,9		5,1±3,2		t=1,17 p>0,05
Продолжительность пребывания в ОРИТ, сутки	11,5±5,4		6,8±3,7		t=0,72 p>0,05
Осложнения	54	36,5%	27	16,2%	$\chi^2=16,958$ p<0,01
Летальность	33	22,3%	15	8,9%	$\chi^2=10,770$ p<0,01

Как следует из таблицы, были получены достоверные статистически значимые различия в частоте осложнений и летальности в обеих группах. Таким образом, можно сделать вывод о том, что разработанная хирургическая тактика лечения у пациентов основной группы оказалась эффективной по сравнению с ранее действующей общепринятой.

Сравнительный анализ результатов лечения пациентов обеих групп был также проведен с использованием принципов доказательной медицины.

Для этого все результаты лечения нами оценивались как хорошие, удовлетворительные и неудовлетворительные. Хорошим считали результат лечения, приведший к выздоровлению без развития осложнений.

Удовлетворительным считали результат лечения, приведший к выздоровлению или улучшению, однако с зарегистрированными осложнениями. Неудовлетворительными считали результаты лечения, закончившиеся летальным исходом. Итоговое распределение пациентов по этим критериям представлено в таблице 68.

Таблица 68

## Результаты лечения пациентов

Результат	Группа сравнения (n=148)		Основная группа (n=167)		$\chi^2$
	n	%	n	%	
Хороший	94	63,5%	140	83,9%	17,164 p<0,01
Удовлетворительный	21	14,2%	12	7,2%	
Неудовлетворительный	33	22,3%	15	8,9%	

Частота благоприятных исходов в группе сравнения (контрольной группе) составила 63,5%:

$$\text{ЧБИК} = \frac{\text{число пациентов с хорошим результатом}}{\text{общее число обследованных пациентов}} = 94 : 148 = 0,635.$$

Частота благоприятных исходов в основной группе (группе лечения) составила 83,8%:

$$\text{ЧБИЛ} = \frac{\text{число пациентов с хорошим результатом}}{\text{общее число обследованных пациентов}} = 140 : 167 = 0,838.$$

Повышение относительной пользы (ПОП) рассчитывали следующим образом:

$$\text{ПОП} = \frac{|\text{ЧБИЛ} - \text{ЧБИК}| \times 100\%}{\text{ЧБИК}} = \frac{(0,838 - 0,635) \times 100\%}{0,635} = 31,9\%.$$

Таким образом, было отмечено относительное увеличение частоты благоприятных исходов в основной группе на 31,9% по сравнению с группой сравнения.

При этом, повышение абсолютной пользы (ПАП) составило 20,3%:

$$\text{ПАП} = \left| \text{ЧБИЛ} - \text{ЧБИК} \right| \times 100\% = (0,838 - 0,635) \times 100\% = 20,3\%.$$

Число пациентов, которых необходимо лечить данным методом в течение определенного времени, чтобы достичь улучшения состояния одного больного, составило 5:

$$\text{ЧБНЛ} = \frac{1}{\text{ПАП}} = \frac{1}{0,203} = 4,93 \sim 5.$$

При оценке снижения вероятности развития неблагоприятного исхода подразумевали возможность развития осложнений, которые могли повлиять на формирование удовлетворительных и плохих результатов.

Частота неблагоприятных исходов в группе сравнения (контрольной группе) составила 36%:

$$\begin{aligned} \text{ЧНИК} &= \frac{\text{число пациентов с удовлетворительным и плохим результатом}}{\text{общее число обследованных пациентов}} \\ &= (21 + 33) : 148 = 0,36. \end{aligned}$$

Частота неблагоприятных исходов в основной группе (группе лечения) составила 16%:

$$\begin{aligned} \text{ЧНИЛ} &= \frac{\text{число пациентов с удовлетворительным и плохим результатом}}{\text{общее число обследованных пациентов}} \\ &= (12 + 15) : 167 = 0,16. \end{aligned}$$

Снижение относительного риска (СОР) свидетельствовало об уменьшении частоты развития случаев с зарегистрированными осложнениями, в том числе приведших к летальным исходам в основной группе (группа

лечения) по сравнению с группой сравнения (контрольная группа). Снижение относительного риска оказалось равным 55,5%:

$$\text{COR} = \frac{|\text{ЧНИЛ} - \text{ЧНИК}| \times 100\%}{\text{ЧНИК}} = \frac{|0,16 - 0,36| \times 100\%}{0,36} = 55,5\%.$$

Снижение абсолютного риска произошло на 20%:

$$\text{CAR} = |\text{ЧНИЛ} - \text{ЧНИК}| \times 100\% = |0,16 - 0,36| \times 100\% = 20\%.$$

С целью подтверждения эффективности разработанной хирургической тактики было определено количество пациентов, которым необходимо провести лечение с применением указанных методов, чтобы предотвратить один неблагоприятный исход (летальный исход или осложненное течение) (ЧБНЛ). Оно равнялось 5:

$$\text{ЧБНЛ} = \frac{1}{\text{CAR}} = \frac{1}{0,2} = 5.$$

Таким образом, для предотвращения одного неблагоприятного исхода (летальный исход или осложненное течение) у одного дополнительного больного необходимо было применить разработанную тактику у 5 пациентов.

При сравнении повышения относительной пользы данного метода (31,9%) и снижения относительного риска (55,5%), можно заключить, что разработанная хирургическая тактика лечения пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер позволила не только снизить количество летальных исходов, но и была целесообразной в качестве профилактики развития осложнений.

В целом, результаты вычислений с помощью методов доказательной медицины позволили вынести заключение о высокой эффективности разработанной хирургической тактики хирургического лечения пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер.

## Заключение

### Обсуждение результатов

Лечение пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер представляет собой сложную многогранную проблему, стратегия и тактика в решении которой определяются множеством факторов [Шарипов И.А., 2003; Лищенко В.В. и соавт., 2011; Abdulrahman H. et al., 2013]. Тяжесть травмы грудной клетки обусловлена тем, что помимо повреждения легких, также нарушается биомеханика дыхания из-за выключения из этого процесса ребер и дыхательных межреберных мышц. Формируется комплекс патогенетических факторов, приводящий к развитию тяжелых нарушений системы дыхания [Хохлов В.В., 1996; Wanek S., Mayberry J.C., 2004; Gordy S. et al., 2014; Zreik N.H. et al., 2016]. Все это происходит в острый период травмы, еще до присоединения осложнений, тем самым побуждая специалистов рассматривать проблему множественных и флотирующих переломов ребер в качестве одного из сложнейших и неоднозначных вопросов современной хирургии травмы груди [Черкасов В.А. и соавт., 2004; Сочинская Т.И. и соавт., 2014; Даниелян Ш.Н., 2015; Demirhan R. et al., 2009; Bansal V. et al., 2011].

Известные сложности в хирургии травмы грудной клетки связаны с вопросами методологии и реализации лечебно-диагностического процесса. Многогранность проблемы порождает полярность мнений. Тяжесть травмы затрудняет цельное восприятие пострадавшего пациента и заставляет разделять проблему на части [Котельников Г.П. и соавт., 2007; Graeber G.M. et al., 2005]. Хирургическое вмешательство при повреждениях внутренних органов, методы травматологии и ортопедии для стабилизации реберно-грудинного комплекса, интенсивная терапия плевральных проявлений травмы – вот лишь часть лечебно-тактических шагов, имеющих каждый свою направленность и особенность. При этом только согласованное взаимодействие врачей разных специальностей будет способствовать достижению единой цели – спасения пострадавшего [Агаджанян В.В., Пронских А.А., 2008; Hasenboehler E.A. et al., 2011].

До сих пор в мире не существует единой концепции по лечению пострадавших с множественными переломами ребер [Ranasinghe A.M. et al., 2001; Coughlin T.A. et al., 2016]. Пациенты получают лечение в отделениях торакальной хирургии, травматологии, ОРИТ, хирургии политравмы. Иногда это объясняется превалированием определенных повреждений. Например, переломы ребер и грудины лечат травматологи, повреждения легкого – торакальные хирурги и т.д. Иногда оказывает влияние наличие сопутствующих повреждений, а порой и укоренившиеся традиции в том или ином лечебном учреждении [Carrier F.M. et al., 2009; Vakowitz M. et al., 2012]. Очевидно, что при любом одностороннем подходе неизбежной будет недооценка особенностей данной травмы в целом. Нельзя не упомянуть и такой субъективный фактор, как нежелание отдельных специалистов помимо «своей» патологии заниматься и сочетанными повреждениями, а также порой упорное отрицание доминирования профильной травмы с целью самоустранения от решения многочисленных проблем. К разряду субъективных сложностей относится также и незнание специалистами научно-обоснованных и практических данных по этому вопросу [Sarani B. et al., 2015; Unsworth A. et al., 2015].

Достаточно долгая история применения лечебных методик при множественных переломах ребер, а также спорадическая активность специалистов разного профиля в обсуждении этой проблемы как раз таки и объясняются разнообразием подходов в свете постоянного прогресса технологий [Vemelman M. et al., 2010].

Следует выделить три основных направления лечения пострадавших с множественными и флотирующими переломами ребер: хирургическое торакальное, травматологическое и реаниматологическое. Исходя из этого, сформировались соответственно и традиционные взгляды: хирургический - на лечение повреждений внутренних органов, травматологический – на лечение нестабильности и деформаций костного каркаса грудной клетки, реаниматологический - на лечение острой дыхательной недостаточности. А это,

в свою очередь, обусловило отсутствие единого лечебно-диагностического алгоритма [Paydar S. et al., 2012; Vana P.G. et al., 2014].

Уделом травматологов стали только повреждения костей грудной клетки, и, соответственно, проблема решалась путем развития методов внешней тракции, на смену которым пришли способы внешней фиксации и оперативный остеосинтез переломов ребер [Taylor B.C. et al., 2013].

Хирурги с большой неохотой воспринимали травматологические методы, рассматривая их лишь в свете осуществления хирургического доступа, и акцент делали только на патологию внутренних органов, ограничиваясь в большинстве случаев дренированием плевральной полости или торакотомией в случае жизнеугрожающих состояний (разрыв аорты, продолжающееся внутриплевральное кровотечение, большой гемоторакс и т.п.) [Ananiadou O. et al., 2010; Leenen L., 2010].

Превалирование острой дыхательной недостаточности, как основного патологического синдрома акцентировало внимание специалистов на приоритетное лечение в этом направлении. Реанимационное сопровождение этих пациентов динамически развивалось от рутинного применения ИВЛ до разработки методов внутренней пневматической стабилизации и длительного протезирования респираторной функции пациентам с тяжелыми повреждениями ребер и легких [Самохвалов И.М. и соавт., 2013; Nelson L.D., 1996; Scarborough J.E. et al., 2010].

Помимо приведенных выше объективных и субъективных факторов, оказывающих свое влияние на состояние проблемы, немалые сложности привносит еще и отсутствие больших групп наблюдений, наличие которых могло бы способствовать объективизации получаемых результатов. Большинство исследований разного уровня доказательности включают в себя когорты пациентов численностью не более 50-60 человек [Farquhar J. et al., 2016].

Таким образом, в настоящее время необходимо решение основных концептуальных вопросов в проблеме лечения пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер:

От чего зависит выбор лечебной тактики у пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер? Какому способу стабилизации грудной клетки следует отдать предпочтение в разных клинических ситуациях?

Как определяются показания и противопоказания к остеосинтезу ребер? Каковы оптимальные сроки, методология и технологии остеосинтеза?

Чем определяются особенности хирургического доступа при проведении остеосинтеза?

Почему торакоскопия должна быть обязательным компонентом операции у пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер?

**От чего зависит выбор лечебной тактики у пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер? Какому способу стабилизации грудной клетки следует отдать предпочтение в разных клинических ситуациях?**

Основная цель лечения пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер - восстановление морфофункциональных характеристик дыхательной системы - может быть реализована путем достижения стабилизации грудной клетки и устранения внутриплевральных повреждений. Взаимосвязь различных звеньев патогенеза торакальной травмы диктует необходимость именно сочетанного или этапного применения различных способов лечения пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер. Это и хирургическое восстановление повреждений костного каркаса и внутренних органов, и методы анестезиологии и реанимации в лечении острых повреждений легких, и интенсивная терапия сопутствующих состояний. [De Lesquen H. et al., 2015]. Например, множественные и флотирующие переломы ребер неизбежно сопровождаются той или иной травмой внутриплевральных органов и развитием дыхательной недостаточности, а это значит, что спектр лечебных мероприятий должен, охватывая каждое патологическое состояние по

отдельности, в целом иметь общую и перекрестную эффективность [Smith R.S., 2013].

Оптимальной является координация всех действий одним специалистом. Наиболее подходящим врачом в данном случае может быть торакальный хирург, в полной мере владеющий всеми операциями на костно-мышечных структурах грудной клетки и разбирающийся в методах и режимах искусственной вентиляции легких. Современные принципы подобной концепции достаточно подробно освещены в трудах С.Ф. Багненко и соавторов (2009).

В настоящее время не вызывает сомнения необходимость применения того или иного способа стабилизации у пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер, особенно при наличии дыхательной недостаточности. Однако в большинстве случаев специалисты ограничиваются применением респираторной поддержки, тем самым, как бы нивелируя последствия повреждения легких и переводя проблему в управляемое состояние. Изредка выставляются показания к применению того или иного хирургического способа, объясняя это отсутствием универсальных систем хирургической стабилизации [Sen S. et al., 2009]. A.E. Balci et al. (2009) пишут, что в оперативной фиксации нуждались лишь 18,5% пациентов с переломами ребер. Так или иначе, говоря о методологии лечения этих пациентов, можно отметить, что медицинская общественность убедилась в необходимости стабилизации грудной клетки, однако еще до конца не осознала перспективу достижения ее за счет оперативной фиксации переломов ребер [Bloomer R. et al., 2004; Richardson J.D. et al., 2007].

Основным и ключевым фактором, влияющим на выбор лечебной тактики, является непосредственно характер травмы грудной клетки. Множественный характер переломов и наличие грудной клетки при двойных переломах ребер, сочетание переломов ребер и грудины являются главными показаниями к применению того или иного вида стабилизации грудной клетки или оперативной фиксации ребер. В большинстве работ, посвященных внутренней

оперативной фиксации именно наличие сложных двойных переломов и флотирующей грудной клетки послужило основанием для хирургического вмешательства [Познанский С.В. и соавт., 2010; Severson E.P. et al., 2009; Gasparri M.G. et al., 2010].

Во избежание возможных неточностей в формулировках нам представляется целесообразным уточнение тождественности понятий «множественные переломы» и «флотирующие переломы». Очевидно, что все флотирующие переломы являются множественными. В то же время, не при всех множественных переломах имеется парадоксальное дыхание. Однако те или иные нарушения биомеханики дыхания, вкупе приводящие к развитию и/или прогрессированию ОДН, наблюдаются у всех пациентов с множественными переломами ребер по одной топографической линии [Пашков В.Г., 2007; Qui M. et al., 2016]. Исходя из этого, патоморфология и течение травматической болезни у пациентов с множественными одинарными переломами и у пациентов с флотирующими переломами ребер нам представляются тождественными. Как следствие – примененная тактика лечения в нашем исследовании была эквивалентной у пациентов с обоими видами повреждения ребер.

Таким образом, мы пришли к дефиниции первого, определяющего хирургическую тактику, фактора – вид и характер переломов ребер. Наличие у пострадавших с травмой грудной клетки множественных и флотирующих переломов ребер является основанием для рассмотрения вопроса о возможности проведения мероприятий по стабилизации грудной клетки [Пашков В.Г., 2007; Anavian J. et al., 2009]. Немаловажное значение при этом имеет и степень смещения отломков поврежденных ребер, что может обуславливать развитие деформаций грудной клетки, уменьшение объема плевральной полости, травму внутренних органов.

Топография переломов ребер также вносит свой вклад в выбор способа стабилизации грудной клетки. Традиционно считается, что переломы задних отрезков ребер не требуют применения оперативных методов, так как

стабилизация обеспечивается, в том числе, и непосредственно весом грудной клетки в положении лежа пострадавшего. Однако это касалось в большей степени тех оперативных способов стабилизации, применение которых было связано с техническими сложностями реализации методики, например внешней фиксации. В то же самое время, возможность применения анатомических реберных пластин через проекционные доступы нивелирует эти сложности и является основанием для увеличения количества точек приложения для остеосинтеза ребер. Проведенные операции у 11 пациентов с задними флотирующими переломами подтвердили этот тезис.

В нашем исследовании у пациентов обеих групп были множественные переломы ребер. Из них флотирующие переломы были у 70 пациентов группы сравнения (47,3%) и у 72 пациентов основной группы (43,1%). У этих пациентов ввиду наличия клинически выраженной флотации грудной клетки необходимость проведения различных способов стабилизации грудной клетки была наиболее очевидной.

Кроме того, у 4 пациентов группы сравнения и у 18 пациентов основной группы были отмечены клинически значимые деформации грудной клетки. Но если в группе сравнения этим пациентам были применены преимущественно методы консервативного лечения в сочетании с ИВЛ, то в основной группе наличие деформаций рассматривалось как показание к оперативному лечению.

Опыт применения остеосинтеза ребер с целью коррекции деформации грудной клетки был описан в одной из наших ранних работ [Пушкин С.Ю. и соавт., 2014].

Смещение отломков ребер и опосредованную ими травматизацию внутриплевральных органов наблюдали у 8 пациентов группы сравнения и у 10 пациентов основной группы. Но если у пациентов группы сравнения это являлось показанием только к проведению торакотомии или торакоскопии, то у пациентов основной группы рассматривали одновременно возможность выполнения фиксации отломков ребер и внутриплеврального вмешательства.

Таким образом, наличие и степень внутриплевральных повреждений являются вторым фактором, влияющим на тактику лечения пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер. При этом зачастую можно встретить достаточно противоречивые мнения. С одной стороны, наличие внутриплевральных повреждений является весьма значимым индикатором тяжести травмы костного каркаса грудной клетки и, следовательно, достаточно веским основанием для проведения оперативных методов стабилизации грудной клетки, а с другой - уже существующее повреждение легочной ткани в виде ушибов, разрывов, пневматоцеле многие исследователи расценивают в качестве сдерживающего фактора к возможной операции, прогнозируя утяжеление за счет операционной травмы [Агафонова Н.В., 2006; Granetzny A. et al., 2005; Carter R.R. et al., 2011; Simon B. et al., 2012].

В нашем исследовании наличие сопутствующих повреждений у пациентов основной группы мы расценивали как дополнительное показание в пользу оперативного вмешательства. У 134 пациентов основной группы (80,2%) было применено сочетание методов стабилизации грудной клетки и лечения внутриплевральных повреждений. Кроме этого, у 10 пациентов именно внутриплевральные повреждения, послужившие показанием к срочной операции, отчасти определили и тактику в отношении способа стабилизации грудной клетки. Этим пациентам был проведен остеосинтез ребер.

В то же время, отсутствие значимых внутриплевральных повреждений является сдерживающим фактором при определении показаний к операции. Так, в основной группе мы наблюдали 6 пациентов гиперстенического телосложения с множественными переломами ребер, но без существенного повреждения легочной ткани и внутриплевральной патологии, а, следовательно, и без клинически значимой дыхательной недостаточности, у которых от оперативных методик решено было воздержаться и подобная тактика оправдала себя.

Значимое влияние на тактику лечения пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер оказывает третий фактор - наличие и

тяжесть сопутствующих повреждений [Флорикян А.К., 2004; Порханов В.А. и соавт., 2016]. Высокоэнергетический характер повреждающего фактора обуславливает частое сочетание повреждений органов грудной клетки и соседних органов и систем. Множественные и флотирующие переломы ребер чаще встречаются у пациентов с политравмой, нежели при изолированной травме груди [Freixinet Gilart J. et al., 2011; Chung J.H. et al., 2014]. В нашем исследовании в основной группе двусторонние переломы также чаще встречались у пациентов с политравмой (35,9%).

Если у пациентов с изолированной тяжелой травмой груди решение вопроса стабилизации грудной клетки является основным, то у пациентов с тяжелой сочетанной травмой, которые зачастую уже находятся на ИВЛ, оперативная фиксация переломов ребер не всегда эффективна ввиду тяжести сочетанных повреждений, и сопряжена с определенными рисками, сопровождающими любое вмешательство у этих пациентов [Bhatnagar A. et al., 2012; Marasco S.F. et al., 2013; Said S.M. et al., 2014].

В определении тактики лечения пациентов с политравмой ведущим является верное определение доминирующего вида травмы, степени ее тяжести, а также взаимобразно влияющие друг на друга патологические состояния [Кочергаев О.В., 1999; Султанов Г.А. и соавт., 2007]. В наше исследование вошли те пациенты с сочетанной травмой, у которых доминирующими были повреждения органов грудной клетки. Исходя из этого, значимых противопоказаний к проведению вмешательства на грудной клетке со стороны других органов и систем нами выявлено не было. В литературе основными противопоказаниями в подобных состояниях могут служить только необратимые повреждения центральной нервной системы с заведомо неблагоприятным прогнозом для жизни [Калиничев А.Г., 2009]. У 48 пациентов группы сравнения и у 48 пациентов основной группы имелись также значимые повреждения других органов и систем, а у 13 и у 10 соответственно – также и сопоставимые по тяжести повреждения. И в этих случаях мы также руководствовались принципом устранения торакальных повреждений,

несмотря на прогнозирование длительной ИВЛ, обусловленной сочетанными повреждениями и общей тяжестью состояния.

Иной взгляд может быть представлен при определении последовательности вмешательств на органах грудной клетки и других органах и системах. Безусловно, что в экстренном порядке наряду с противошоковыми мероприятиями должны быть выполнены вмешательства, направленные на остановку кровотечения, восстановление аэрозаза, удаление патологических скоплений воздуха и крови, устранение повреждений полых органов [Соколов В.А., 1998]. Что же касается мероприятий по стабилизации грудной клетки, то в экстренном и неотложном порядке мы преимущественно применяли внутреннюю пневматическую стабилизацию или же миниинвазивные способы хирургической стабилизации, например скелетное вытяжение.

Оценивая роль тяжести сочетанных повреждений в определении хирургической тактики на этапе определения показаний/противопоказаний, мы пользовались понятиями «противопоказания к оперативной фиксации» и «нецелесообразность оперативного вмешательства». Так, основным противопоказанием к оперативной фиксации при наличии нестабильности грудной клетки в большинстве случаев у наших пациентов было состояние травматического шока. Несмотря на то, что на начальном этапе мы откладывали вопрос о возможности оперативной фиксации переломов ребер, это противопоказание носило временный характер и по мере стабилизации гемодинамических показателей, мы возвращались к вопросу о целесообразности оперативного вмешательства. Этим же объясняются разные сроки предоперационного периода у оперированных пациентов.

Необходимо подчеркнуть, что если в случае наличия нестабильности гемодинамики вопрос о проведении остеосинтеза ребер откладывался, то же самое состояние не являлось противопоказанием для проведения менее инвазивных методов оперативной стабилизации. Этим объясняется применение скелетного вытяжения, наложения АВФ, вакуум-терапии в первые часы после травмы у 14 пациентов, находившихся в состоянии шока.

Таким образом, вклад сочетанных повреждений в определение тактики лечения пострадавших с травмой грудной клетки должен определяться не только их тяжестью, но и грамотным распределением последовательности лечебных мероприятий в зависимости от ведущего синдрома на каждый конкретный момент и прогнозируемых исходов и осложнений.

Еще одним принципиальным фактором в определении лечебно-тактической программы пациентов с тяжелой травмой грудной клетки являются условия оказания медицинской помощи. Иными словами, наряду с объективными характеристиками травмы, и тактика, и результаты лечения зависят, в том числе, и от того, когда и куда поступит пострадавший с множественными переломами ребер [Усенко Л.В. и соавт., 2007; Razek T. et al., 2013]. Именно лечебно-диагностический потенциал медицинского учреждения, особенности организации медицинской помощи, своевременность и этапность ее оказания влияют на исходы лечения пострадавших с политравмой [Агаджанян В.В., 2006].

Немаловажным является и фактор приближенности/удаленности и доступности ресурсов специализированной помощи - как скоро станет возможно участие специалиста – торакального хирурга (заочно или посредством телефонной связи, с привлечением ресурсов телемедицины) в обсуждении вопросов дальнейшей тактики. Принципиальным моментом является тот факт, что проведение того или иного способа стабилизации грудной клетки должно быть осуществлено в любом лечебном учреждении вне зависимости от тяжести состояния пациента или организационных трудностей. Ведь временные способы стабилизации в конкретный момент времени могут оказаться не менее эффективными, чем окончательные [Самохвалов И.М. и соавт., 2013].

Несмотря на то, что различия между понятиями «временная» и «окончательная» стабилизация грудной клетки представляются нам довольно условными, тем не менее, они требуют уточнения. Под временной стабилизацией мы понимали комплекс мероприятий, позволяющий добиться

устранения флотации грудной клетки (парадоксального дыхания), но не достигающий прямой репарации перелома и требующий длительного использования удерживающей силы. Такими способами в настоящее время являются: скелетное вытяжение путем тракции за грудину или ребра, различные способы внешней фиксации (панельная фиксация, аппараты внешней фиксации), «vacuum-assisted closure» - терапия с точкой приложения в зоне флотирующего сегмента грудной клетки, множество режимов ИВЛ. Применение перечисленных способов может рассматриваться в двух контекстах: либо в качестве «временного» способа стабилизации на одном из этапов оказания медицинской помощи, либо в качестве основного «окончательного» способа стабилизации при отсутствии условий для выполнения остеосинтеза ребер и грудины. Такими условиями могут выступать не только организационно-тактические обстоятельства, но и топографо-анатомические особенности переломов, например, множественные переломы ребер с локализацией линий переломов по паравертебральным линиям, когда целесообразность оперативной фиксации существенно ограничена наличием крупного мышечного массива и неудобствами аппликации пластин. К тому же, развитие дыхательной недостаточности при подобных переломах обусловлено в большей степени ушибом повреждением легких, нежели потерей каркасной функции грудной клетки [Di Fabio D. et al., 1995].

Реализация временных способов стабилизации в нашем исследовании заключалась в оценке степени превалирования определяющих тактику обозначенных факторов и соответствующем выборе оптимального способа. При этом данный подход применяли в любом медицинском учреждении и на любом этапе медицинской эвакуации. Так, скелетное вытяжение у 8 пациентов основной группы было проведено еще на уровне ЦРБ. В подобных же условиях было выполнено наложение АВФ у 3 пациентов и вакуум-терапия у 1 пациента. В последующем эти пациенты были переведены в СОКБ, где им был проведен остеосинтез ребер либо продолжено применение начального способа стабилизации в сочетании с ИВЛ.

Однако видимая, на первый взгляд, начальная эффективность способов временной стабилизации и организационно-экономический фактор не должен быть определяющим принципиальную стратегию, направленную на применение способов окончательной стабилизации.

Окончательным способом стабилизации можно считать только то оперативное вмешательство, которое направлено на анатомическое восстановление целостности грудинно-реберного комплекса [Al-Qudah A., 2006]. Иначе говоря, только оперативная репозиция и фиксация поврежденных костей отвечает всем необходимым требованиям, выдвигаемым к анатомическому и функциональному восстановлению костных структур грудной клетки.

Практически все современные технологии направлены на создание анатомических реберных пластин с биомеханическими свойствами, отвечающими за сочетание жесткости и гибкости конструкций. Оптимальными можно считать пластины, которые должны не только фиксировать ребро, устраняя патологическую подвижность в зоне перелома, но и обеспечивать последующую его мобильность и функциональность при дыхательных движениях [Leenen L., 2010; Moreno De La Santa Barajas P. et al., 2010; Sarani B. et al., 2015].

Преимущество хирургического лечения множественных и флотирующих переломов ребер продемонстрировано во многих работах. Наиболее значимыми из них являются проспективные рандомизированные исследования Н. Tanaka et al. (2002), А. Granetzny et al. (2005), S.F. Marasco et al. (2013), F.M. Pieracci (2016). Кроме того, более чем в двух десятках работ различного уровня доказательности были отражены положительные результаты оперативной фиксации переломов ребер в сравнении с консервативными методами, проведены соответствующие мета-анализы [Cataneo A.J. et al., 2015; Majercik S. et al., 2015; Vyhnanek F., et al., 2015]. Однако в большинстве работ проводилось сравнение оперативной фиксации и внутренней пневматической стабилизации. Практически нет данных о сравнительной эффективности различных

хирургических методов, а также о результатах сочетания различных способов стабилизации грудной клетки.

Зачастую, достаточно сложно определить вклад каждого из методов стабилизации грудной клетки в достижение конечного результата, особенно в случаях сочетанного их применения. Это свидетельствует о том, что у данной категории пострадавших необходимым является не только дифференцированное, но и сочетанное применение различных способов с учетом условий и возможностей оказания медицинской помощи. Имеющаяся порой удаленность пострадавших от ресурсов специализированной медицинской помощи обуславливает использование этапного подхода, представляющего собой применение различных способов стабилизации на разных этапах оказания медицинской помощи и санитарной эвакуации. Все это является важной предпосылкой для формирования «резерва» хирургических и реанимационных мероприятий по стабилизации грудной клетки в арсенале любого хирургического стационара. На вершине же этой «иерархической лестницы» – в специализированном торакальном отделении - будет реализовываться дифференцированный подход к выбору способа окончательной стабилизации грудной клетки в зависимости от вида перелома ребер и грудины, тяжести внутриплевральных повреждений, конституциональных особенностей пострадавших, наличия сопутствующих повреждений и фоновых заболеваний [Корымасов Е.А. и соавт., 2016].

Говоря о скелетном вытяжении, о его месте в современных условиях, следует упомянуть, что этот способ был первым, опубликованным в истории лечения пострадавших с множественными переломами ребер [Vemelman M. et al., 2010]. Патофизиологическое обоснование скелетного вытяжения нам представляется не столько в осуществлении тракции с целью репозиции отломков и иммобилизации по аналогии со скелетным вытяжением при переломах длинных трубчатых костей конечностей, сколько в создании дополнительной точки фиксации для межреберных мышц в условиях повреждения ребра, как точки прикрепления мышц. К тому же чрезвычайно

важной особенностью переломов ребер в отличие от любых других повреждений скелета является невозможность создания иммобилизации и сохранения естественных или принудительных (при искусственной вентиляции легких) дыхательных движений. Именно этот факт определяет непрекращающуюся травматизацию легочной ткани не только в момент непосредственно приложения повреждающей силы, но и при последующей экскурсии грудной клетки. С этой точки зрения скелетное вытяжение также способно уменьшить травму легкого и прогрессию дыхательной недостаточности [Ушаков Н.Г., 2011]. Между тем, на скелетное вытяжение вряд ли можно возлагать большие надежды у пациентов с локализацией линии переломов по задней поверхности грудной клетки, именно в силу невозможности «вытянуть» массивный реберно-мышечный каркас.

Предпосылки к применению NPWT в достижении стабилизации грудной клетки можно встретить в различных работах, посвященных обзору методов лечения флотирующих переломов ребер и коррекции деформаций грудной клетки. Преимущественно предлагались технологии, обеспечивающие создание внешнего вакуума с точкой приложения на флотирующий сегмент грудной клетки [Haesker F.-M., Maug J., 2006; Bemelman M. et al., 2010; Fitzpatrick D.C. et al., 2010]. Общим недостатком подобных методов были сложности, связанные с созданием и поддержанием вакуума с учетом геометрических характеристик грудной клетки, а также трудоемкость технологий. В то же время применение отрицательного давления весьма эффективно в лечении глубоких инфекций мягких тканей и постстернотомических осложнений, когда имеются обширные дефекты кожного покрова. Следует отметить, что помимо обеспечения адекватного дренирования раны способ NPWT обладает еще и эффектом стабилизации тканей в зоне аппликации приспособлений [Cotogni P. et al., 2015; Virani S.R. et al., 2016]. L. Pulliainen (2013) также пишет о хорошем эффекте NPWT в лечении сложных переломов костей конечностей, сопровождающихся обширным разможением мягких тканей и нестабильностью.

Способ стабилизации грудной клетки с использованием эффекта и технологий NPWT, предложенный нами, мы склонны рассматривать также в качестве одного из способов временной стабилизации грудной клетки, позволяющий пациенту «пережить» период травматического шока и создать благоприятные условия для последующего остеосинтеза.

Особняком в линейке существующих методов стабилизации грудной клетки стоит способ внутренней пневматической стабилизации, который подразумевает использование различных методов и способов ИВЛ. Внутренняя пневматическая стабилизация является одним из методов лечения множественных и флотирующих переломов ребер [Gunduz M. et al., 2005; Rose L., 2012]. В историческом плане данная технология появилась в арсенале хирургов вскоре после внедрения внешней тракции и оперативной фиксации ребер [Vemelman M. et al., 2010]. Тяжесть травматической болезни у пострадавших с тяжелой травмой грудной клетки в большинстве случаев требует нахождения пациента в отделении реанимации и интенсивной терапии и проведения ИВЛ. Эффект, ожидаемый от проведения механической вентиляции легких у этих пациентов в виде купирования дыхательной недостаточности, также проявляется в достижении стабилизации структур костного каркаса груди. Это и явилось основанием для повсеместного распространения способа внутренней пневматической стабилизации в качестве доступного и эффективного метода лечения пострадавших с множественными и осложненными переломами ребер [Srvantstian B. et al., 2013].

Долгое время продолжалось совершенствование методики, предлагались различные режимы вентиляции. Было доказано, что принудительная механическая вентиляция легких в режиме положительного давления в конце выдоха не только обеспечивает сохранение должных параметров оксигенации тканей, но и способствует разрешению травматических повреждений легких [Самохвалов И.М. и соавт., 2013; Roberts S. et al., 2014]. Несмотря на безусловную и неоспоримую эффективность оперативной фиксации реберных переломов, остается немало клинических ситуаций, когда только верно

подобранный режим ИВЛ будет способствовать достижению стабилизации флотирующих фрагментов грудной клетки [Gordon I.J., Jones E.S., 2001; Brown C.V. et al., 2011; Poirier W.J., Vacca V.M. Jr., 2013]. В то же время, изолированное применение внутренней пневматической стабилизации без «поддержки» её теми или иными хирургическими методами вряд ли позволит получить обнадеживающие результаты.

Мы считаем, что внутренняя пневматическая стабилизация должна проводиться всем пациентам с множественными и флотирующими переломами ребер, вне зависимости от применения хирургических методов лечения нестабильной грудной клетки. Исходя из этой концепции роль «стабилизатора» грудной клетки берет на себя аппарат ИВЛ, а в качестве «следящего органа» выступает анестезиолого-реанимационная служба. При этом внутреннюю пневматическую стабилизацию необходимо рассматривать в качестве обязательного базисного метода не столько в лечении нестабильности грудной клетки, сколько в лечении сопутствующих повреждений легких [Riou B. et al., 2001]. Однако необходимо предостеречь о неверном впечатлении, о якобы «снижении участия хирургов» в решении проблемы лечения этих пациентов. Наоборот, роль торакального хирурга должна быть определяющей в контексте своевременного выставления показаний к оперативной фиксации [Piastra M. et al., 2008; Karcz M.K., Papadacos P.J., 2015]. Кстати, в имеющихся исследованиях, в которых проводился сравнительный анализ результатов лечения пострадавших с использованием оперативных способов стабилизации и внутренней пневматической стабилизации, нет точных указаний на то, как была применена и осуществлялась ли пневматическая стабилизация у пациентов, которые вошли в группу хирургических методов [Малхасян И.Э., 2009; Richardson J.D. et al., 2007].

В нашем исследовании у пациентов основной группы при наличии клиники флотирующей грудной клетки и/или дыхательной недостаточности любой степени способы респираторной поддержки были первыми в линейке способов стабилизации грудной клетки. Вне зависимости от места первичной

госпитализации выставлялись показания и давались рекомендации по проведению ИВЛ в режимах внутренней пневматической стабилизации. Это позволяло стабилизировать состояние пациента, улучшить респираторные показатели и показатели гемодинамики. Крайне важным является обеспечение внутренней пневматической стабилизации и во время медицинской эвакуации пациентов из ЦРБ в специализированное отделение торакальной хирургии, когда применение хирургических методов ограничено условиями транспортировки. Мы проводили ИВЛ у 101 пациента основной группы, при этом у 89 пациентов оно проводилось в сочетании различными способами хирургической стабилизации, а изолированное применение в качестве основного способа стабилизации было только у 12 пациентов. При сравнении различных способов хирургической стабилизации в двух исследуемых группах мы получили уменьшение сроков ИВЛ и пребывания в ОРИТ у тех пациентов основной группы, у которых отмечалось присутствие 2 обязательных условий: 1 – проведение ИВЛ в режиме внутренней пневматической стабилизации, и 2 – сочетание ИВЛ и хирургического способа стабилизации.

Так или иначе, все перечисленные факторы в той или иной степени имеют свое, порой решающее значение для определения программы лечения пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер. В нашем исследовании главными стратегическими направлениями в определении программы лечения были сочетание и этапное применение различных методов стабилизации грудной клетки, нацеленность на максимально широкое выполнение остеосинтеза ребер, обеспечение внутренней пневматической стабилизации как обязательного метода во всех случаях ОДН. При этом дифференциация подходов в рамках одной тактики как раз-таки и зависела от степени присутствия тех или иных ключевых факторов.

## **Как определяются показания и противопоказания к остеосинтезу ребер? Каковы оптимальные сроки, методология и технологии остеосинтеза?**

Показания к оперативной фиксации переломов ребер традиционно определяются совокупностью патологических синдромов, возникающих у пациентов с множественными и флотирующими переломами. В большинстве случаев имеется сочетание нарушений биомеханики внешнего дыхания вследствие повреждений костного каркаса и нарушений газообмена вследствие повреждения легочной паренхимы и наличия внутриплевральных посттравматических патологических состояний. Однако если во многих ранних исследованиях поводом для выполнения фиксации были только флотирующие переломы ребер или же зависимость пациента от ИВЛ, то на современном этапе в качестве показаний к остеосинтезу ребер также рассматриваются травматические деформации грудной клетки, ушибы и разрывы легких, болевой синдром, рецидивирующий посттравматический плеврит [Ng A.V. et al., 2001; Taylor V.C. et al., 2013; Doben A.R. et al., 2014].

Тем не менее, в подавляющем большинстве случаев основным показанием к операции является необходимость непосредственно фиксации травмированных ребер с целью стабилизации и восстановления каркасности грудной клетки. Этой точки зрения придерживаются R. Nirula, J.C. Mayberry (2010) и J.A. Leinicke et al. (2013). M. Qui et al. (2016) отмечают клинически и статистически значимые улучшения после проведения остеосинтеза у пациентов как с флотирующими переломами, так и при переломах, проявляющихся деформацией грудной клетки, дыхательной недостаточностью, болевым синдромом. При этом каждое из перечисленных состояний авторами приводится, как отдельное показание к оперативной фиксации. Так, или иначе, сторонниками оперативной фиксации все случаи множественных и флотирующих переломов ребер потенциально рассматриваются как показания к проведению остеосинтеза ребер при условии наличия соответствующих технологий и отсутствия противопоказаний [Bille A. et al., 2013; Bottlang M. et

al., 2013]. Следует также указать, что на оценку возможности проведения остеосинтеза ребер также оказывают влияние анатомо-топографические характеристики переломов. Этот аспект освещен в разделе, посвященном выбору хирургического доступа при оперативной фиксации.

Степень и клиническая значимость деформаций грудной клетки при множественных переломах ребер рассматриваются в качестве одного из показаний к хирургическому лечению. A.R. Doben et al. (2014) установили, что у пациентов с посттравматическими деформациями оперативная фиксация ребер помимо восстановления формы и объема грудной клетки решает вопросы восстановления спонтанного дыхания, снижая потребность в ИВЛ.

Нами был проведен остеосинтез ребер у 10 пациентов с травматическими деформациями. Репозиция отломков ребер и последующая фиксация позволили восстановить форму и объем грудной клетки, что в последующем отразилось на укорочении сроков послеоперационной ИВЛ ( $2,2 \pm 1,2$  суток) и ранней активизации пациентов.

Важным фактором, оказывающим влияние на принятие решения о фиксации переломов, было наличие внутриплевральных повреждений, обусловленных, в том числе, и повреждающим действием отломков ребер. При выраженном смещении отломков ребер часто наблюдается инвазия их в легочную паренхиму, что обуславливает длительную персистенцию пневмоторакса, тканевой эмфиземы, и также служит основанием для оперативной репозиции и фиксации отломков с одномоментным устранением внутриплевральных осложнений [Жестков К.Г. и соавт., 2006; De Lesquen H. et al., 2015]. Кроме того, повреждение легочной ткани происходит не только в момент получения травмы, но и при последующих дыхательных движениях, что поддерживает легочные кровоизлияния и экспрессию клиники ушиба легких [Büyükkarabacak Y.B. et al., 2015].

Непрерывная травматизация легочной ткани при дыхании, а, следовательно, и утяжеление явлений контузии легких диктуют необходимость выполнения фиксации отломков ребер с целью создания более благоприятных

условий для разрешения легочных осложнений. Как правило, эти пациенты с первых часов нуждаются в респираторной поддержке, и поэтому являются потенциальными кандидатами к проведению оперативного лечения [Lozano-Corona R. et al., 2013]. В то же время, G. Voggenreiter et al. (1998) считают, что у пациентов с ушибом легких результаты оперативного лечения переломов ребер сопоставимы с результатами внутренней пневматической стабилизации, а потому выполнение остеосинтеза не совсем оправдано.

В нашем исследовании ушиб легких в качестве показаний к операции был ведущим критерием в тех случаях, когда при переломах без выраженного нарушения каркасности грудной клетки имелись признаки повреждения легких и ОДН. Проведенные оперативные вмешательства у 7 пациентов продемонстрировали улучшение газового состава артериальной крови и более раннее отлучение от ИВЛ. Поэтому мы считаем рациональным рассматривать ушиб легких в качестве одного из показаний к проведению остеосинтеза ребер.

Рядом авторов в качестве показаний к остеосинтезу также рассматриваются поздняя хроническая флотация грудной клетки, ложный реберный сустав и рецидивирующий посттравматический плеврит, развившийся в результате хронической травматизации париетальной плевры отломками ребер [Cacchione R.N. et al., 2000; Ng A.B. et al., 2001; Konstantinov I.E. et al., 2009; Fabricant L. et al., 2014].

Болевой торакальный синдром вряд ли может считаться самостоятельным показанием к остеосинтезу, так как он сопутствует всем вышеперечисленным состояниям. M. De Moya et al. (2011) на основании сравнительного ретроспективного двуцентрового исследования выявили, что у пациентов после остеосинтеза уменьшилась потребность в наркотических анальгетиках. Однако каких-либо статистически значимых улучшений результатов достигнуто не было. E. Girsowicz et al. (2012) провели систематический обзор литературы, посвященный лечению переломов ребер, и, сравнив его с результатами собственной работы, сделали заключение о том, что остеосинтез ребер при болевом синдроме помимо клинически значимого уменьшения болевого

синдрома способствует улучшению показателей функции внешнего дыхания и улучшает качество жизни пациентов.

Чрезвычайно актуальным является вопрос об определении показаний к проведению высокотехнологичных оперативных вмешательств у пострадавших с тяжелой сочетанной травмой. Важность его определяется необходимостью выделения ведущего повреждения, оценки общего влияния травматической болезни на организм пострадавшего, а также диагностических и лечебных возможностей того учреждения, в котором находится пациент [Котельников Г.П., Труханова И.Г., 2009; Абакумов М.М., 2013; Althausen P.L. et al., 2011; Battle C.E. et al., 2012].

Оценить вклад каждого компонента травмы в тяжесть общего состояния пострадавшего сложно. Все существующие шкалы оценки тяжести повреждений и состояния пациентов направлены на окончательную дефиницию и позволяют провести прогнозирование риска осложнений и летальности, при этом не расшифровывая роль каждого повреждения в формировании тяжести травматической болезни. Поэтому, наличие сочетанных повреждений тяжелой степени (значение ISS =  $5^2=25$ ) является одним из определяющих факторов в выборе способа стабилизации грудной клетки. Поскольку тяжесть состояния этих пострадавших определялась именно сочетанием травмы грудной клетки и других жизненно важных органов и систем организма, то в каждом конкретном случае решение о показаниях и методе хирургического лечения осуществлялось индивидуально. В большинстве случаев прибегали к проведению временных способов стабилизации (скелетное вытяжение, наложение аппаратов внешней фиксации) с последующим выполнением остеосинтеза при стабилизации гемодинамических показателей.

Поэтому вполне закономерен вопрос о целесообразности применения остеосинтеза ребер при заведомо сомнительном прогнозе. При этом создание доказательной базы для обоснования применения активной хирургической тактики у пострадавших с тяжелыми сочетанными повреждениями является чрезвычайно трудной задачей. Это связано с концентрацией пострадавших в

учреждениях различного уровня, отсутствия единой лечебно-диагностической доктрины, а также со сложностью проведения рандомизированных исследований с позиций биоэтики. В этих условиях нам представляется несколько рискованным, но все же небезосновательным максимальное использование возможностей высокотехнологичной хирургии у пострадавших с множественными и флотирующими переломами ребер и сочетанными повреждениями. Сдерживающими факторами могут выступать лишь нестабильные показатели гемодинамики, состояние травматического шока у пострадавших и отсутствие условий для выполнения остеосинтеза.

Полученные нами сопоставимые результаты остеосинтеза у пострадавших с изолированной травмой груди и у пострадавших сочетанной травмой груди позволяют и дальше придерживаться принятой тактики. Средняя продолжительность ИВЛ после проведения остеосинтеза ребер у пациентов с сочетанной травмой грудной клетки ( $4,9 \pm 2,7$  суток) была закономерно выше, чем у пациентов с изолированной травмой ( $2,4 \pm 1,3$  суток), однако эти же результаты оказались существенно лучше при сравнении с теми пациентами, которым проводилась только ИВЛ ( $10,3 \pm 2,1$  суток). Большинство пациентов, которым был применен остеосинтез ребер, были оперированы на 2-3-е сутки по мере стабилизации гемодинамических показателей, устранения иных жизнеугрожающих состояний. Этому способствовало не в последнюю очередь и этапное применение других способов стабилизации грудной клетки.

Увеличение частоты осложнений и летальности при проведении остеосинтеза ребер у пациентов с политравмой обусловлено в равной степени тяжестью торакальных и сочетанных повреждений. Тем не менее, применение современной дифференцированной хирургической тактики с применением остеосинтеза ребер позволило снизить частоту осложнений с 45,6% до 25,5%, при этом у пациентов после остеосинтеза ребер этот показатель был еще ниже и составил 18,2%. Анализ летальности выявил ту же закономерность: произошло снижение с 30% до 15,9%, при этом летальность после остеосинтеза у пациентов с сочетанной травмой составила 14,5%. Сравнение результатов

оперативной фиксации переломов ребер у пациентов с сочетанной травмой с результатами других способов стабилизации также выявило положительную тенденцию. Соотношение «осложнения/летальность» при проведении скелетного вытяжения составило 31,3%/17,2%, при внешней фиксации – 20%/20%, при ИВЛ – 69,7%/48,5%.

Показания к операции у пациентов с фоновой легочной патологией также представляются достаточно дискуссионным вопросом. В литературе встречаются две противоположные точки зрения. Противники оперативной фиксации говорят об отсутствии целесообразности дополнительных вмешательств и в нанесении операционной травмы пациентам с заведомо тяжелым респираторным статусом и прогнозируемой продленной ИВЛ [Yasuda R. et al., 2015]. В то время как сторонники активной хирургической тактики приводят доводы в пользу операции, мотивируя это высоким риском декомпенсации хронических состояний при традиционно более длительном консервативном лечении переломов ребер. Появившиеся сравнительно недавно публикации о выполнении остеосинтеза ребер при длительно персистирующем посттравматическом гидротораксе вследствие нестабильности отломков, а также о предпочтении оперативных методик у пациентов с фоновой хронической легочной патологией с целью предупреждения декомпенсации заболеваний свидетельствуют о появлении новых взглядов на проблему переломов ребер и сопутствующих состояний [Taylor V.C. et al., 2013].

Этот тезис подтверждается и нашими наблюдениями. Сочетанные операции по устранению последствий травмы грудной клетки и внутриплевральной фоновой легочной патологии были проведены нами у 6 пациентов основной группы. Следует указать, что при торакоскопии практически всегда мы находили признаки разрыва булл. В этих случаях симультанно выполняли краевую резекцию легкого по поводу буллезной эмфиземы, устранение пневмо- и гемоторакса и остеосинтез ребер. В послеоперационном периоде у этих пациентов отмечались удовлетворительные

сроки расправления легких, а соответственно и ускорение начала процесса реабилитации.

Определение показаний к оперативному лечению основано не только на оценке возникших патоморфологических состояний и необходимости их устранения, но и на ожидаемом эффекте вследствие ускорения процессов регенерации и, как следствие, снижение риска потенциальных нежелательных исходов и осложнений. Поэтому на этапе определения показаний к операции при множественных и флотирующих переломах немаловажным является обеспечение благоприятных условий для ускоренной репарации перелома путем восстановления целостности кости при остеосинтезе.

Кроме того, этот этап тесно связан с вопросами дефиниции критериев эффективности выбранного способа лечения и достижения целевых клинико-статистических показателей. G. Kasotakis et al. (2017), проведя систематический обзор и мета-анализ 22 клинических исследований, посвященных оперативной фиксации переломов ребер, выявили, что имеются статистически значимые улучшения результатов в части снижения показателя летальности, продолжительности ИВЛ, длительности госпитализации, частоте развития пневмонии и необходимости в трахеостомии. Отдельно было подчеркнuto положительное влияние оперативного лечения на продолжительность ИВЛ, которая традиционно сопряжена с высокой частотой развития внутрибольничной пневмонии, высоким процентом нуждаемости в трахеостомии [Senekjian L., Nirula R., 2017]. Это позволяет сократить сроки нетрудоспособности и реабилитации пострадавших [Кузьмичев А.П. и соавт., 1981; Althausen P.L. et al., 2011; Said S.M. et al., 2014]. Исходя из этого, большинство авторов рекомендуют оперативную фиксацию для достижения уменьшения летальности, укорочения длительности ИВЛ и пребывания в ОРИТ, снижения частоты пневмонии и нуждаемости в трахеостомии.

Отдельные работы, демонстрирующие эффективность остеосинтеза ребер после предшествующей пневматической стабилизации, появились и в детской

хирургии. Так, B.S. Leenstra et al. (2015) описали хорошие результаты лечения 13-летнего пациента с флотирующими переломами ребер.

В то же время, многие современные авторы продолжают рассматривать возможность оперативной фиксации переломов ребер только при наличии показаний к торакотомии. Так, I. Al-Koudmani I. et al. (2012) пишут, что остеосинтез ребер проводился ими в качестве завершающего этапа торакотомии, примененной для устранения внутривневральной патологии. A L. DeFreest et al. (2016) у пациентов с политравмой, которым была выполнена оперативная фиксация переломов ребер, наблюдали более длительные периоды ИВЛ и пребывания в ОРИТ в сравнении с «консервативной» группой пациентов. С этими выводами перекликаются и другие работы, в которых указывается на преувеличение ожидаемой пользы от оперативной фиксации переломов ребер, подтверждаемое более приемлемыми результатами консервативных подходов [Farquhar J. et al., 2016].

E. Swart et al. (2017), помимо снижения смертности, сокращения пребывания в ОРИТ и уменьшения частоты развития легочных осложнений, приводят еще и данные об экономическом анализе оперативных методик. Авторы указывают, что, несмотря на то, что оперативное лечение обходится дороже, чем курс консервативного лечения, эта разница нивелируется за счет повышения выживаемости, возвращения работоспособности и улучшения качества жизни большего количеству пациентов.

Таким образом, большинство современных систематических обзоров и мета-анализов, посвященных сравнительному анализу хирургических и нехирургических методов лечения у пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер свидетельствуют о пользе оперативных технологий, проявляющейся в снижении частоты пневмонии, длительности ИВЛ и продолжительности пребывания в ОРИТ, снижении морбидности и смертности [Coughlin T.A. et al., 2016; Schuurmans J. et al., 2016]. Исходя из этих положений, можно рекомендовать остеосинтез ребер в качестве одного из

самых эффективных методов стабилизации грудной клетки и фиксации переломов ребер.

Отдаленные результаты у такой тяжелой категории пациентов не являются самоцелью, однако многие авторы отмечают более значимое улучшение респираторной функции, меньшее присутствие хронического болевого синдрома, более частое восстановление трудоспособности у пациентов прошедших оперативные процедуры. Они же подчеркивают, что для объективизации этого аспекта лечебно-восстановительного процесса необходимо проведение проспективных рандомизированных исследований [Campbell N. et al., 2009; Fagevik Olsen M. et al., 2016; Kyriass T. et al., 2016]. Отдельные наблюдения пациентов, прошедших в нашем исследовании, также демонстрируют хорошие функциональные результаты после остеосинтеза ребер, проявляющиеся в скорой реабилитации и возвращению к трудовой деятельности.

Решение вопроса о показаниях к оперативному лечению при любой травме или патологии неразрывно связано также с оценкой возможных противопоказаний и иных факторов, сдерживающих активную хирургическую тактику. В нашем исследовании основным противопоказанием к выполнению остеосинтеза считали состояние шока и нестабильные гемодинамические показатели. Однако это не относилось к тем пострадавшим, которым была выполнена экстренная торакотомия с целью остановки кровотечения и устранения других внутриплевральных повреждений. Как уже сказано было выше, по окончании основного этапа операции этим пациентам также был проведен остеосинтез ребер.

Вопрос о сроках выполнения оперативного вмешательства неразрывно связан с этапом определения показаний к хирургическому лечению, а также с оценкой вышеупомянутых факторов тяжести внутриплевральных и сочетанных повреждений и организации медицинской помощи [George R. et al., 2013]. При этом у разных пациентов зачастую разные факторы оказывались решающими в длительности предоперационного периода. В литературе можно встретить

указания на сроки выполнения оперативной стабилизации реберного каркаса в интервале от 1 до 12 суток [Karev D.V., 1997; Khandelwal G. et al., 2011; Vyhnanek F. et al., 2015], однако наиболее часто предлагается выполнять остеосинтез в сроки от 2 до 3 суток [Solberg B.D. et al., 2009; Althausen P.L. et al., 2011; Marasco S., Saxena P., 2015; Pieracci F.M. et al., 2016].

Отдельные работы демонстрируют эффективность оперативных технологий и в более поздние сроки от получения травмы. Так, Н. Igai et al. (2012) описали случай успешного хирургического лечения тяжелой посттравматической деформации грудной клетки у 70-летней пациентки. Операция фиксации переломов ребер с помощью реберного стейплера была проведена на 11-е сутки после травмы. Фиксированы со II по V ребро по передней подмышечной линии. Авторами было достигнуто адекватное восстановление конфигурации и объема грудной клетки.

Большинство пациентов основной группы, которым был выполнен остеосинтез в нашем исследовании (64/65,9%), оперированы на 2-3-и сутки от получения травмы. Ретроспективный анализ показал, что если у 66 пациентов, изначально поступивших в СОКБ, на длительность дооперационного периода влияли тяжесть состояния и необходимость стабилизации гемодинамических показателей, то у 31 пострадавшего, который изначально был госпитализирован в другие стационары, а затем был переведен в СОКБ, имелось сочетание фактора противошоковых мероприятий и организационных вопросов транспортировки и подготовки технологической части оперативных пособий. Кроме того, у ряда пациентов было замечено, что явления флотации грудной стенки становились очевидными не в первые часы после получения травмы, а спустя несколько суток, что можно объяснить уменьшением напряженности отека мягких тканей, наиболее значимого в течение первых суток и за счет этого обеспечивающего видимую мнимую стабилизацию грудной стенки. По мере уменьшения отека и напряжения ввиду рассасывания гематом мягких тканей появлялась отсроченная флотация. Такой феномен был нами отмечен у 10 пациентов, а остеосинтез ребер проводился им на 5-е, 6-е, 7-е, 8-е сутки.

Таким образом, имеющиеся исследования в своем подавляющем большинстве не отмечают наличие взаимосвязи между сроками выполнения оперативной стабилизации и исходами лечения, однако большинство авторов подчеркивают возможность оптимизации сроков операции. При этом главными критериями, влияющими на сроки выполнения оперативной фиксации ребер, являются стабилизация общего состояния пострадавшего и подготовка ресурсов высокотехнологичной специализированной помощи. Поэтому, сроки до 3 суток от момента получения травмы являются предпочтительными и с точки зрения подготовки пациента, и в аспекте реализации концепции этапности и сочетания различных способов стабилизации грудной клетки.

Технические аспекты выполнения оперативной фиксации переломов ребер также оказали влияние на отработку показаний к хирургическому лечению [Mayberry J.C. et al., 2003; Wiese M.N. et al., 2015]. Спектр оперативных технологий в настоящее время простирается от наложения простых фиксирующих проволочных швов во время торакотомии до применения специальных анатомических реберных пластин и биодеградируемых материалов [Пронских А.А. и соавт., 2014; Fitzpatrick D.C. et al., 2010; Yang Y. et al., 2010; Rosa A.L. et al., 2015]. В связи с этим расширились и несколько видоизменялись показания к хирургическому лечению переломов ребер [Nirula R. et al., 2009; De Jong M.B. et al., 2014].

Остеосинтез ребер в настоящее время представляет собой оперативное вмешательство, обеспечивающее стабилизацию грудной клетки за счет прямой фиксации поврежденных ребер. Иные оперативные технологии, подразумевающие использование спиц Киршнера или других модификаций внутренних фиксирующих устройств, направлены в большей степени на стабилизацию костного каркаса грудной клетки без эффекта непосредственно жесткой фиксации. В то же время, задачами технологий для остеосинтеза ребер является не просто фиксация, а обеспечение необходимого баланса между жесткостью, отвечающей за прочность фиксации и обеспечением гибкости при

последующих дыхательных движениях [Balci A.E. et al., 2009; Campbell N. et al., 2009; Rivo Vazquez J.E., 2013].

Если на ранних этапах применения остеосинтеза ребер большинство хирургов использовали преимущественно уже существующие пластины, предназначенные для выполнения остеосинтеза других костей скелета, то в работах последнего времени чаще упоминаются специальные реберные пластины [Dunlop R.L. et al., 2010; Messing J.A. et al., 2014]. Об этом также пишут Y. Iwasaki et al. (2006), получившие хорошие результаты фиксации с использованием реконструктивных пластин у 14 пациентов с множественными переломами ребер, и обозначившие перспективу в создании специальных титановых реберных пластин.

F. Al-Shahrabani et al. (2011), использовавшие для фиксации ребер пластины «STRATOS», продемонстрировали хорошие функциональные результаты применения технологии с частотой летальности - 1,25%. При этом авторы пропагандируют раннее вовлечение хирургических технологий в программу лечения пациентов с флотирующими переломами ребер.

Технология «Matrix Rib Fixation System», также предназначенная для остеосинтеза ребер, нашла достаточно много сторонников в среде специалистов, занимающихся этой технологией [Ramponi F. et al., 2012; Granhed H.P., Pazooki D., 2014; Schulz-Drost S. et al., 2016]. Возможность выполнения как накостного, так и внутрикостного остеосинтеза в труднодоступных анатомо-топографических областях является дополнительным аргументом в пользу этой технологии, а такие условия как необходимость сверления ребра не создают дополнительной сложности. Этот тезис подчеркивается, в том числе при лечении пациентов с системной патологией, как, например, при муковисцидозе или остеопорозе [Dean N.C. et al., 2014; Kulaylat A.N. et al., 2014].

Использование анатомических пластин «Matrix Rib» нашло точку приложения и при лечении врожденных деформаций грудной клетки. И.А. Комолкин и соавт. (2013) с успехом применяли эту технологию и отметили

хорошие непосредственные и отдаленные результаты. Хорошее впечатление от использования этой технологии отметили и L.M. Voerma et al. (2013), которые использовали накостные пластины для реконструкции грудной клетки при обширных резекциях по поводу новообразований.

В нашем исследовании у всех 97 пациентов основной группы, которым был проведен остеосинтез ребер, мы использовали технологию «Matrix Rib». Универсальность этой технологии, на наш взгляд, объясняется и изначально биомеханическими свойствами пластин, и способом фиксации к ребру. В процессе освоения техники оперативного остеосинтеза ребер нами были отмечены еще и такие преимущества, как возможность фиксации с III по IX ребра, подбор специальной пластины в зависимости от порядкового номера ребра и стороны грудной клетки (правые/левые пластины), возможность проведения как накостного, так и внутрикостного остеосинтеза, что весьма актуально при переломах со сложными анатомо-топографическими свойствами. При этом мы не отметили каких-либо сложностей в связи с необходимостью сверления ребра и фиксации пластины к ребру посредством блокирующих винтов, в том числе и у пациентов старших возрастных групп. А наличие внутрикостных пластин коренным образом изменило подходы и в лечении задних флотирующих переломов, открыв перспективы для оперативной фиксации.

Достаточно интересным представляется и использование технологии имплантации специальных пластин, применяемых при операции Nuss [Tiffet O. et al., 2011]. Однако точкой приложения для этой технологии являются, видимо, только случаи передних флотирующих переломов с отрывом реберных хрящей от грудины. Отдельные клинические случаи с хорошим непосредственным эффектом иллюстрируют этот подход [Lee S.A. et al., 2014; Kim J.J. et al., 2015; Lee S.K., Kang do K., 2016; Nakagawa T. et al., 2016]. Так или иначе, для формирования окончательного мнения о пользе подобного подхода необходимо накопление дальнейшего опыта.

В лечении переломов грудины используются сходные технологии. Достаточно успешно применяются и простые реконструктивные пластины, и специальные пластины, предназначенные, для лечения постстернотомических осложнений [Voss B. et al., 2008].

Осложнения после проведения остеосинтеза ребер в настоящее время достаточно хорошо описаны и детализированы. Закономерно их частота уменьшается по мере появления новых технологий, предназначенных сугубо для восстановления целостности реберного каркаса. В большинстве случаев речь идет о местных послеоперационных осложнениях, таких как инфицирование и нагноение послеоперационной раны, а также специфичных для металлофиксации осложнениях - миграция и перелом имплантов [Kaplan T. et al., 2014]. Е.С. Caragounis et al. (2016) среди 60 оперированных пациентов с использованием технологии Matrix Rib отмечают развитие остеомиелита ребра у 1 пациента (1,7%) и миграцию имплантируемых компонентов у 2 пациентов (3,3%) в сроки от 6 недель до 7 месяцев после операции.

Сходные данные публикуют и С.А. Thiels et al. (2016), отмечая осложнения у 4,1% оперированных пациентов, что потребовало выполнения в среднем двух-трех повторных вмешательств.

С.С.Н. Ng et al. (2014) во избежание возможных осложнений при использовании технологии «Matrix Rib» рекомендуют тщательно подходить к дооперационному планированию объема восстановления ребер, в частности размеров, длины, характера переломов. Кроме того, для профилактики миграции винтов и нестабильности пластин необходим адекватный подбор размера блокирующих винтов и сверление ребра в проекции зон максимальной толщины костной ткани.

Сравнительно небольшая частота послеоперационных осложнений также свидетельствует о безопасности и эффективности современных технологий остеосинтеза ребер. В отдельных работах приводятся сведения об установке имплантов в условиях заведомо инфицированных ран с хорошими результатами [Berthet J.-P. et al., 2013].

В нашем исследовании у всех пациентов, которым был выполнен остеосинтез ребер, были использованы ресурсы технологии «Matrix Rib». Было зарегистрировано 6 местных осложнений после остеосинтеза ребер, из которых у 2 пациентов был диагностирован перелом пластины (2,0%). Впоследствии пластины были удалены, каких-либо резекционных операций на ребрах не потребовалось.

Таким образом, успех остеосинтеза ребер заключается в верном определении показаний к оперативному лечению, сроков предоперационной подготовки и выборе оптимальной технологии.

### **Чем определяются особенности хирургического доступа при проведении остеосинтеза?**

Вопросы выбора оперативного доступа традиционно актуальны только в качестве подхода к внутренним органам [Athanasiou T. et al., 2004]. Однако в хирургии переломов ребер эта тема важна с точки зрения последующего восстановления функции внешнего дыхания.

Известно, что травматичность оперативного доступа не должна превышать травматичность основного этапа хирургического вмешательства [Khan I.N. et al., 2000; Raman J. et al., 2010]. Поскольку у пациентов с повреждениями грудной клетки уже имеются те или иные нарушения биомеханики дыхания, то и операционная травма должна быть обоснована и по возможности минимизирована [Жестков К.Г. и соавт., 2006; Gasparri M.G. et al., 2010]. Планирование оперативного доступа у пациентов с переломами ребер имеет свои особенности. Помимо того, что характер доступа в конечном итоге определяет количество ребер, доступных для остеосинтеза, его выполнение традиционно сопряжено с известными трудностями, связанными с наличием гематом, тканевой эмфиземы, отека мягких тканей, деформирующих нормальные контуры грудной клетки [Вишневский А.А. и соавт., 2005]. При этом предлагается достаточно широкий спектр оперативных доступов – от сложных разрезов с обширной препаровкой мягких тканей для обеспечения доступа к максимальному количеству переломов до миниинвазивной фиксации

ребер с помощью спиц под торакоскопическим контролем [Плаксин С.А., Петров М.Е., 2012; Hasenboehler E.A. et al., 2011; Tarng Y.W. et al., 2016]. Всё это диктует необходимость рационального выбора оперативного доступа.

М. Fagevik Olsen et al. (2016) при выполнении остеосинтеза ребер отдают предпочтение традиционной торакотомии. Авторы указывают, что при выполнении остеосинтеза ребер, они во всех случаях вскрывали плевральную полость и выполняли внутривидеальные вмешательства. Среднее количество восстановленных ребер было 4,8.

В нашем исследовании при отсутствии показаний к торакотомии, мы не разрушали межреберную мышцу, ограничиваясь лишь рассечением мягких тканей и мини-инвазивными торакоскопическими доступами в плевральную полость.

При выборе вида оперативного доступа определяющую роль играют локализация, количество и характер переломов ребер, а также объем предполагаемый для восстановления. Так, переломы I, II ребер обычно не требуют каких-либо вмешательств, поскольку они располагаются под большим массивом грудных мышц и связаны мощным связочным аппаратом с ключицей и лопаткой, что противодействует большому расхождению отломков и обеспечивает определенную стабильность переломов. Переломы нижних (X, XI, XII) ребер также не влияют на биомеханику дыхания, поскольку прикрепление к ним дыхательных мышц минимальное, и функция их в организме преимущественно защитная для органов брюшинного пространства и верхнего этажа брюшной полости. Поэтому точкой приложения остеосинтеза являются переломы III - IX ребер [Borrelly J., Aazami M.H., 2005; De Troyer A. et al., 2005].

Локализация оперативного доступа зависит от количества переломов указанных ребер и проекционной линии, по которой располагаются переломы. Для определения области оптимального хирургического доступа, в первую очередь, необходимо спроецировать линии переломов на поверхность кожи. В этих условиях возможно привлекать ресурсы ультразвуковой диагностики для

топической диагностики зон переломов ребер, а также пользоваться данными МСКТ с 3D-реконструкцией, выполненной с наложением внешней рентгеноконтрастной сетки для маркировки операционного поля [Клюшкин И.В. и соавт., 2007; Mattox R. et al., 2014].

В нашем исследовании при выполнении классического доступа по ходу межреберий нами были отмечены определенные технические трудности, связанные с ограничением экспозиции зон переломов выше и ниже разреза в связи с натяжением краев операционной раны. При длине разреза мягких тканей в 15 см доступными для остеосинтеза были 2-3 соседних ребра. При необходимости фиксации большего количества ребер доступ необходимо было расширять ещё на 5-7 см, а также проводить дальнейшее препарирование кожно-подкожно-мышечного лоскута. У 3 пациентов понадобилось выполнение дополнительных разрезов под разными углами к основной ране с целью обеспечения адекватного разведения краев мягких тканей. Еще у 3 пациентов были выполнены самостоятельные отдельные разрезы на определенном расстоянии от изначального доступа.

Именно поэтому практически важным считается планирование хирургического доступа. Основными мышечными ориентирами при планировании линии разреза являются края большой грудной и широчайшей мышц спины. Во-первых, пространство между ними образует так называемую зону «безопасного треугольника» - область наименьшей толщины грудной стенки вследствие отсутствия слоя глубоких мышц. Переломы ребер именно в этой зоне наряду с передним реберным клапаном чаще всего приводят к развитию нестабильности грудной клетки вследствие меньшей развитости мышечной «поддержки» поврежденных ребер. В таких случаях наиболее предпочтительным является выполнение разрезов по краям большой грудной или широчайшей мышц спины. При этом отмечается удовлетворительная экспозиция операционного поля, обнажаются не только боковые отделы III – VI ребер, но и те их фрагменты, которые располагаются под массивом указанных мышц. При переломах VII – IX ребер доступ к ним осуществляется

преимущественно через линии переломов и не требует дополнительного рассечения мышц, кроме как отдельных волокон зубчатых мышц. С этими положениями согласуется мнение B.D. Solberg et al. (2009), которые выполняли вертикальные разрезы через линии переломов при заднебоковом реберном клапане. Авторы отметили удовлетворительную экспозицию во время вмешательства и хорошие послеоперационные результаты.

Следует отметить, что зачастую во время операции на костном скелете грудной клетки приходится рассекать различные группы мышц. Но это рассматривается как условие осуществления рационального доступа к ребрам, и при соответствующем последующем послойном ушивании не сопряжено с какими-либо функциональными нарушениями.

Существенным вспомогательным элементом в планировании и реализации хирургических доступов стало использование рентгеноконтрастной сетки. В нашем исследовании мы использовали ее у 64 пациентов. Это способствовало оптимизации проекции и размеров оперативного доступа, а также оценке возможностей накостного или интрамедуллярного остеосинтеза ребер. Точное проецирование переломов ребер на поверхность кожного покрова изменило подходы в выборе доступа, и мы чаще стали выполнять разрезы через линии переломов. Обеспечиваемая при этом хорошая экспозиция и возможность выполнения остеосинтеза большего количества ребер позволили сократить время операции со 110 до 85 минут, при этом среднее количество ребер для восстановления увеличилось с 2,4 до 3,9. Кроме того, на расширение возможностей оперативного доступа, несомненно, оказывают влияние сами технологии остеосинтеза, в частности, возможность сочетания накостного остеосинтеза в передних и боковых отделах и интрамедуллярного – в задних отделах грудной клетки.

При переломах задних отрезков III-VI ребер также имеются свои особенности. В этих случаях линия переломов располагается за лопаткой, что, с одной стороны, создает определенные технические сложности в выполнении накостного остеосинтеза, а с другой стороны, не требует большой

необходимости в оперативной фиксации, поскольку ребра в этой области достаточно малоподвижны вследствие анатомической фиксации к лопатке посредством подлопаточной мышцы (*m. subscapularis*). Операцией выбора в этих случаях может быть выполнение внутрикостной фиксации с расположением хирургического разреза по краю широчайшей мышцы спины (*m. latissimus dorsi*), и проведения интраоссальных пластин на определенном заданном расстоянии от линии перелома [Bottlang M. et al., 2010].

В ряде случаев, когда линии множественных переломов ребер приходились на разные топографические линии, целесообразно выполнение нескольких доступов, но по возможности, мини-инвазивных. Это позволяет, с одной стороны, провести фиксацию большего количества ребер, а с другой – уменьшить травматичность вмешательства [Sales J.R. et al., 2008]. Подобный подход был реализован в нашей практике у 3 пациентов при двойных переломах ребер, линии переломов которых располагались на большом удалении друг от друга (от *l. axillaris anterior* до *l. scapularis*).

Другим показанием к выполнению двух самостоятельных доступов является наличие зоны без повреждения ребер между двумя зонами с переломами, требующими фиксации, а также сочетание переломов ребер с переломом грудины, также требующим оперативной фиксации [Leo F. et al., 2003; Potaris K. et al., 2002; Divisi D. et al., 2013].

S. Marasco et al. (2014) и Z. Ahmed et al. (1995) считают, что в технически сложных ситуациях при двойных переломах достаточно фиксации одной линии перелома, тем самым достигая трансформации сложного перелома ребра в простой. Этой же точки зрения придерживаются T.P. Nickerson et al. (2016), которые на примере сравнения 2 групп пациентов – с полной и частичной оперативной фиксацией флотирующих сегментов не выявили статистически значимой разницы в частоте развития деформаций грудной клетки и показателях респираторной функции, и пришли к выводу, что не во всех случаях необходимо расширять доступы или же применять дополнительные.

Минимизации операционной травмы и уменьшению длины разреза мягких тканей, безусловно, способствуют инновационные технологии и усовершенствования в виде различных приспособлений [Vemelman M. et al., 2016]. Nickerson T.P. et al. (2015), использовали для проведения остеосинтеза 90° дрель и отвертку. Авторы указывают на большее количество ребер, которые можно было синтезировать из одного доступа, особенно указывая на возможность проведения фиксации отрезков ребер, расположенных за лопаткой. Предложенный нами троакар для выполнения сверления ребер и последующего вкручивания винтов также явился одним из путей решения данной проблемы, способствуя созданию так называемого «рабочего канала» в мягких тканях.

S. Schulz-Drost et al. (2016) также пишут о том, что с помощью миниинвазивных доступов не более 10 см длиной и специальных приспособлений им удалось из одного разреза синтезировать до 4 ребер. При этом авторы отмечают отсутствие необходимости в пересечении больших массивов мышц и, как следствие, низкий процент осложнений – серома у 2 пациентов (4%), пневмоторакс – у 2 пациентов (4%).

Это согласуется и с нашими данными. У 7 пациентов, которым были выполнены миниинвазивные доступы, нами не было отмечено каких-либо раневых и внутриплевральных осложнений.

При планировании оперативного доступа у пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер должны учитываться локализация, характер переломов, анатомо-топографические особенности соседних органов и тканей, а также необходимость выполнения внутриплевральных манипуляций. Главным принципом при выборе зоны хирургического разреза является оптимальное соотношение между адекватностью доступа, позволяющего полноценно провести основной этап операции, и минимизацией операционной травмы. Наилучшие условия для выполнения остеосинтеза ребер создает хирургический доступ, осуществляемый в проекции линий переломов предполагаемых для восстановления ребер. Применение специальных

приспособлений позволяет выполнять оперативную фиксацию отломков ребер через мини-инвазивные доступы в разных областях грудной клетки.

### **Почему торакоскопия должна быть обязательным компонентом операции у пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер?**

Торакоскопия является одним из ведущих методов лечения пациентов с закрытой травмой грудной клетки [Дегтярев О.Л., 2012; Pons F. et al., 2002; Wu N. et al., 2015]. Широко известны ее диагностические и лечебные возможности, а также научно доказанная эффективность в лечении гемоторакса, травматического пневмоторакса, повреждений диафрагмы и легких [Алишихов А.М. и соавт., 2010; Сигал Е.И. и соавт., 2012; Ven-Nun A. et al., 2007; Behera R.R. et al., 2014]. В то же время достаточно мало работ, посвященных роли торакоскопии в лечении пациентов с тяжелыми повреждениями реберного каркаса грудной клетки. Это объясняется, с одной стороны, однообразием подходов, акцентированных либо на стабилизацию грудной клетки, либо на устранение внутриплевральных повреждений, а с другой стороны, достаточно узким спектром технологических возможностей в лечении этих сочетанных повреждений [Каримов Ш.И. и соавт., 2011; Granetzny A. et al., 2005]. В связи с этим весьма актуальным представляется разработка и внедрение хирургической тактики, направленной на одномоментное восстановление целостности реберного каркаса путем остеосинтеза ребер и устранение внутриплевральных повреждений путем торакоскопии [Жестков К.Г. и соавт., 2004; Барский Б.В. и соавт., 2006; Коротков Н.И. и соавт., 2006; Маркевич В.Ю., 2006; Познанский С.В. и соавт., 2010; Лищенко В.В. и соавт., 2011; Смоляр А.Н. и соавт., 2014; Kruger M. et al., 2013; Ke S. et al., 2014].

Поскольку различные внутриплевральные повреждения и посттравматические патологические состояния встречались в 100% случаев, то у всех пациентов наряду с вопросом выбора способа стабилизации грудной клетки одновременно определялись показания и способ купирования повреждений внутренних органов. Несомненно, что если показания к

проведению дренирования плевральной полости и к торакотомии определяются в равной степени синдромным диагнозом и технологической доступностью, то при включении торакоскопии в программу лечения пациентов с травмой грудной клетки немаловажную роль играет и фактор организации медицинской помощи [Lang-Lazdunski L. et al., 2003].

Целесообразность выполнения торакоскопии при множественных и флотирующих переломах ребер продиктована не только необходимостью устранения внутриплевральных повреждений, но и контролем эффективности остеосинтеза. Иными словами, во всех случаях, когда пациенту проводили остеосинтез ребер, проводили также одномоментную торакоскопию. При этом оценивали степень смещения отломков, правильность репозиции, восстановление формы и объема грудной клетки. А в ряде случаев, когда показания к внутриплевральным вмешательствам были первостепенными, остеосинтез проводился по окончании основного этапа торакоскопии.

Очевидно, что проведение торакоскопии в большинстве случаев подразумевает мини-инвазивный доступ в плевральную полость. Классические представления о торакоскопической фиксации флотирующих отломков ребер подробно описаны в работах К.Г. Жесткова и соавторов (2006, 2011). Авторами продемонстрирована возможность мини-инвазивной лигатурной фиксации ребер к спицам под торакоскопическим контролем и доказана целесообразность минимизации операционной травмы. Эту точку зрения поддерживают также С.В. Познанский и соавт. (2010). Стабилизация грудной клетки с использованием поперечных пластин по типу операции Nuss также предполагает проведение одномоментной торакоскопии.

В нашем исследовании ввиду частого сочетания с остеосинтезом ребер торакоскопические операции имели свою особенность – наличие больших разрезов мягких тканей и в то же время минимальное операционное повреждение межреберных мышц. Главной особенностью всех подобных операций было стремление к осуществлению манипуляций на уровне мягких тканей, без дополнительного повреждения ребер и межреберных мышц. Таким

образом, соблюдали принцип стабилизации костно-мышечного каркаса грудной клетки, ключевыми элементами которого были восстановление целостности ребра и щадящая техника манипуляций на межреберных мышцах. С другой стороны наличие мобилизованного кожно-подкожно-мышечного лоскута позволяло все торакоцентезы также проводить в этой зоне, не прибегая более к дополнительным разрезам кожи. Сходное мнение встречается и в работах J.-M. Maury et al. (2015).

Количество рабочих портов при проведении торакоскопии в конечном итоге определялось характером выявленной патологии и планированием хода операции. Мы считали не столь принципиальным стремление к минимизации количества доступов. В то же время в условиях рассеченных мягких тканей стремились по возможности уменьшить размеры непосредственно торакоцентеза через межреберные мышцы. В случаях однопортовой торакоскопии с помощью двухканального торакопорта удавалось выполнить основные внутриплевральные манипуляции без дополнительных доступов.

Большинство выявленных при торакоскопии внутриплевральных повреждений могут быть надежно устранены без выполнения широких доступов для открытых операций [Carillo E.H., Richardson J.D., 2005; Goodman M. et al., 2013]. Это касается повреждений кортикального слоя легкого, гематом и эмфиземы средостения, гемоторакса, небольших разрывов диафрагмы. В то же время Z. Szentkereszty et al. (2007) при обнаружении повреждения диафрагмы во время торакоскопии выполняли конверсию на торакотомию и ушивали диафрагму. Промежуточным методом между широкой торакотомией и торакоскопией является миниторакотомия, которая также предлагается рядом авторов для ушивания обнаруженных при торакоскопии дефектов диафрагмы и устранения иных повреждений [Измайлов Е.П. и соавт., 2011; Ota H. et al., 2014].

Нами было выполнено торакоскопическое ушивание разрывов диафрагмы длиной до 6 см у 5 пациентов. При этом не отмечено каких-либо технических сложностей. Диафрагму ушивали узловыми или П-образными швами.

Торакоскопическая медиастиномия, представляющая собой широкое продольное рассечение клетчатки переднего и заднего средостения, применялась нами с целью декомпрессии напряженной эмфиземы средостения. Этот прием является значимым компонентом торакоскопической операции у пациентов с пневмомедиастинумом, поскольку частое сочетание эмфиземы средостения с пневмотораксом обуславливало более тяжелое течение дыхательной недостаточности. У 32 пациентов, которым была выполнена медиастиномия, в послеоперационном периоде отмечалась скорая регрессия явлений тканевой эмфиземы и улучшение респираторных показателей.

Нельзя не учитывать и такое важное свойство торакоскопии, как санация плевральной полости и прицельное дренирование под визуальным контролем. Этот компонент операции позволяет в последующем более полноценно расправить легкое и способствует достижению эффекта внутренней пневматической стабилизации на фоне проводимой ИВЛ [Агаларян А.Х., Агаджанян А.В., 2006].

Торакоскопия в сочетании с остеосинтезом ребер является эффективным способом одномоментного восстановления повреждений костного каркаса грудной клетки и внутриплевральных органов. Техническая сторона выполнения торакоскопии при проведении остеосинтеза ребер несколько отличается от традиционной, и может быть стандартизована путем применения специальных устройств.

Разработанная хирургическая тактика, основанная на сочетанном и/или последовательном применении различных способов стабилизации грудной клетки в зависимости от характера переломов ребер, тяжести внутриплевральных и сочетанных повреждений, условий оказания медицинской помощи, а также на применении высокотехнологичных вмешательств (остеосинтез ребер, торакоскопия) позволила уменьшить количество дней ИВЛ с 11 до 5 суток, продолжительность пребывания в ОРИТ с 11 до 7 суток, снизить частоту осложнений с 36,5% до 16,2% ( $\chi^2 = 16,958$ ;  $p < 0,01$ ) и летальных исходов с 22,3% до 8,9% ( $\chi^2 = 10,770$ ;  $p < 0,01$ ).

## Выводы

1. Причинами неудовлетворительных результатов лечения пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер являются несвоевременная и неадекватная стабилизация грудинно-реберного каркаса и неадекватная коррекция внутривлебральных повреждений. Частота осложнений и летальность при множественных переломах ребер без нарушения каркасности грудной клетки составляют 21,7% и 15,2% соответственно, при множественных переломах ребер с нарушением каркасности грудной клетки – 45,2% и 26,2% соответственно, при флотирующих переломах ребер – 41,7% и 25% соответственно.

2. Современная дифференцированная хирургическая тактика у пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер основана на этапности, преимущественности и сочетании различных методов стабилизации грудной клетки, а также на применении высокотехнологичных вмешательств (остеосинтез ребер, торакоскопия) на этапе оказания специализированной торакальной хирургической помощи. Факторами, формирующими лечебно-диагностические алгоритмы, являются наличие нарушения каркасности и флотации грудной клетки, наличие сочетанных повреждений (в первую очередь, черепно-мозговой травмы), тяжесть шока, ушиба легких и острой дыхательной недостаточности.

3. Наиболее эффективным и окончательным способом стабилизации грудной клетки является оперативная фиксация ребер путем остеосинтеза, позволяющим достичь наименьшей частоты осложнений (12,4%) и летальности (8,2%) по сравнению с другими способами. Основным принципом разработанной дифференцированной хирургической тактики является максимально быстрая стабилизация состояния пациента с целью скорейшего выполнения остеосинтеза ребер в торакальном хирургическом отделении.

4. Временные способы стабилизации грудной клетки обеспечивают прекращение флотации и стабилизацию общего состояния только в ранние сроки после получения травмы. Внутренняя пневматическая стабилизация

позволяет повысить эффективность дифференцированной хирургической тактики при использовании данного способа как в качестве дополнительного облитгатного у оперированных пациентов, так и в качестве самостоятельного способа стабилизации грудной клетки: частота осложнений снижается с 72% до 50%, а летальность – с 56% до 25%.

5. Непосредственные результаты лечения пациентов с сочетанной травмой хуже, чем у пациентов с изолированной травмой груди: длительность ИВЛ -  $6,2 \pm 3,0$  и  $2,8 \pm 1,9$  суток соответственно, продолжительность пребывания в ОРИТ -  $7,9 \pm 3,7$  и  $3,8 \pm 2,3$  суток соответственно. Тем не менее, предложенные лечебно-диагностические алгоритмы у пациентов с доминирующими торакальными повреждениями при сочетанной травме позволяют снизить частоту осложнений с 45,6% до 25,5%, а летальность – с 30% до 15,9%.

6. Статистически значимого влияния различных хирургических доступов на основные показатели эффективности лечения (длительность ИВЛ, продолжительность пребывания в ОРИТ, частота осложнений, летальность) не выявлено. Оптимальным доступом при проведении остеосинтеза ребер является разрез в проекции линии переломов ребер. Несмотря на более длительное время операции ( $85 \pm 12,3$  минут) по сравнению с миниинвазивными доступами ( $57,9 \pm 7,6$  минут), посредством этого разреза возможна фиксация большего числа ребер ( $3,9 \pm 1,0$  и  $2,1 \pm 0,4$  соответственно).

7. Снижение травматичности и трудоемкости операции могут быть достигнуты за счет усовершенствования технических приемов: применения рентгеноконтрастной сетки для разметки хирургического доступа, специального устройства, облегчающего выполнение остеосинтеза ребер в труднодоступных анатомических зонах, а также технологии однопортовой торакокопии.

8. Разработанная дифференцированная хирургическая тактика и лечебно-диагностические алгоритмы являются высокоэффективными с позиции доказательной медицины. Они позволяют увеличить количество пациентов, выздоровевших без осложнений, с 63,5% до 83,9% (повышение относительной

пользы 31,9%), снизить частоту осложнений с 36,5% до 16,2%, а летальность – с 22,3% до 8,9% (снижение относительного риска 55,5%).

## Практические рекомендации

1. Разработанную дифференцированную хирургическую тактику можно рекомендовать в качестве организационно-методической модели оказания медицинской помощи пациентам с множественными и флотирующими переломами ребер при изолированной травме груди и при сочетанной травме с доминирующим повреждением органов грудной клетки.

2. При оказании медицинской помощи пациентам с множественными и флотирующими переломами ребер на всех этапах следует включать в междисциплинарную бригаду врача-торакального хирурга, который должен выбрать лечебно-диагностический алгоритм и обеспечить преемственность оказания помощи.

3. При лечении пациентов с множественными и флотирующими переломами ребер необходимо придерживаться принципа максимального приближения ресурсов специализированной торакальной хирургической помощи к пострадавшему: при стабилизации состояния пациента необходима максимально быстрая транспортировка в торакальное хирургическое отделение для проведения высокотехнологичных методов лечения.

4. При диагностике флотации грудной клетки и развитии ОДН у пациентов с множественными переломами ребер необходимо осуществлять хирургическую стабилизацию грудной клетки. В условиях многопрофильного стационара, в котором отсутствует торакальное хирургическое отделение, а также при нестабильном состоянии пациента (травматический шок, ушиб легкого с ОДН, острый период ЧМТ) можно использовать способы временной стабилизации: скелетное вытяжение, АВФ, ИВЛ, аппараты для вакуумной терапии ран.

5. В условиях торакального хирургического отделения и при условии стабильного состояния пациента в первую очередь необходимо выставить показания к остеосинтезу ребер и, только лишь при отсутствии технической возможности, продолжить использование выбранного на первом этапе способа стабилизации грудной клетки.

6. Внутреннюю пневматическую стабилизацию в виде ИВЛ нужно считать методом, сопровождающим все хирургические способы стабилизации, в том числе остеосинтез ребер, особенно при ОДН. Как самостоятельный способ ее можно рекомендовать у пациентов с множественными переломами ребер без нарушения каркасности грудной клетки, но с ушибом легких и ОДН.

7. Остеосинтез ребер необходимо проводить у пациентов с множественными и флотирующими переломами, посттравматическими деформациями грудной клетки, рефрактерным к анальгезии болевым синдромом, ушибом легких, а также при зависимости пациентов от ИВЛ.

8. Хирургический доступ при проведении остеосинтеза ребер можно рекомендовать проводить в проекции линий переломов ребер для обеспечения лучшей экспозиции.

9. Для облегчения определения проекции линий переломов на грудную клетку и выбора хирургического разреза можно рекомендовать использование рентгеноконтрастной сетки при проведении МСКТ в режиме 3D-моделирования.

10. При переломах ребер по разным удаленным друг от друга топографическим линиям целесообразно использовать самостоятельные мини-инвазивные доступы.

11. При переломах задних отрезков ребер, расположенных в труднодоступных анатомических зонах, следует применять технологию интрамедуллярной фиксации. Кроме того выполнение остеосинтеза в подобных условиях можно упростить путем использования специальных устройств – предложенного троакара и 90-градусной дрели и отвертки.

12. Всем пациентам, которым показан остеосинтез ребер, для окончательной диагностики и коррекции внутриплевральных повреждений следует в обязательном порядке выполнять торакоскопию. Торакопорт в плевральную полость целесообразно вводить в зоне проведения остеосинтеза.

13. Для облегчения выполнения мини-инвазивных операций в труднодоступных зонах можно рекомендовать разработанный троакар, а также устройство для однопортовой торакокопии.

### **Дальнейшие направления и перспективы научных разработок**

Дальнейшие научные исследования проблемы лечения пострадавших с множественными и флотирующими переломами ребер будут заключаться в создании новых биоматериалов для фиксации ребер, разработке новых технических приспособлений для временной и окончательной стабилизации грудной клетки, уточнении показаний и целесообразности остеосинтеза ребер у пациентов с тяжелыми сопутствующими повреждениями, совершенствовании режимов ИВЛ, изучении отдаленных и функциональных результатов, снижении финансовых затрат на лечение путем оптимизации подходов.

Кроме того, немаловажным является создание единой организационной модели оказания медицинской помощи, позволяющей повысить доступность ресурсов специализированной и высокотехнологичной медицинской помощи на всех этапах медицинской эвакуации.

### Список литературы

1. Абакумов, М.М. Множественные и сочетанные ранения груди: социальные и хирургические аспекты / М.М. Абакумов // Материалы XI Съезда хирургов Российской Федерации. – Волгоград, 2011. – С. 573.
2. Абакумов, М.М. Множественные и сочетанные ранения шеи, груди, живота / М.М. Абакумов. – М.: Издательство БИНОМ, 2013. – 688 с.
3. Авдеев, С.Н. Острая дыхательная недостаточность: основные подходы к диагностике и терапии / С.Н. Авдеев // Атмосфера. Пульмонология и аллергология. – 2005. - № 4. – С. 25-29.
4. Авзалетдинов, А.М. Некоторые аспекты лечения больных с осложненной травмой груди / А.М. Авзалетдинов, Р.Г. Фатихов, Ф.Ш. Исмагилов, Г.Ю. Марфина, А.В. Ахметвалеев, Э.И. Гизатуллина // Материалы XI Съезда хирургов Российской Федерации.– Волгоград, 2011. – С. 574-575.
5. Агаджанян, В.В. Политравма: проблемы и практические вопросы / В.В. Агаджанян // Политравма. – 2006. - № 1. – С. 5-17.
6. Агаджанян, В.В. Политравма. Неотложная помощь и транспортировка / В.В. Агаджанян. – Новосибирск: Наука, 2008. – 320 с.
7. Агаджанян, В.В. Высокотехнологичная медицинская помощь при травмах / В.В. Агаджанян, А.А. Пронских // Политравма. – 2008. - № 4. - С. 5-8.
8. Агаларян, А.Х. Лечебно-диагностическая видеоторакоскопия при травме груди у пострадавших с политравмой / А.Х. Агаларян, А.В. Агаджанян // Политравма. – 2006. - № 1. - С. 32-37.
9. Агафонова, Н.В. Компьютерная томография в диагностике острого респираторного дистресс-синдрома у пациентов с тяжелой черепно-мозговой травмой / Н.В. Агафонова // Политравма. – 2006. - № 1. – С. 62-67.
10. Агафонова, Н.В. Лучевые методы диагностики в выявлении изменений в легких у пациентов при политравме / Н.В. Агафонова, С.В. Конев // Политравма. – 2010. - № 3. – С. 51-56.
11. Агафонова, Н.В. Лучевые методы диагностики травматических повреждений органов грудной клетки у пациентов с политравмой, проблемы

диагностики / Н.В. Агафонова, С.В. Конев, А.Г. Алексеева // Материалы XVIII Всероссийской научно-практической конференции «Многопрофильная больница: интеграция специальностей». - Ленинск-Кузнецкий, 2014. - С. 57-58.

12. Алиев, С.А. Диагностика и хирургическое лечение разрывов диафрагмы / С.А. Алиев, С.Ф. Рафиев, Б.М. Зейналов // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2010. - № 10. – С. 22-28.

13. Алишихов, А.М. Опыт применения эндовидеохирургических технологий в диагностике и лечении торакоабдоминальной травмы / А.М. Алишихов, Д.Ю. Богданов, Н.Л. Матвеев // Эндоскопическая хирургия. – 2010. – Т. 16, № 5. – С. 7-14.

14. Андон, Л.Г. Некоторые особенности диагностики и лечения изолированных закрытых повреждений груди и органов грудной полости / Л.Г. Андон, В.Г. Липован, П.В. Бужор, Е.Л. Андон, С.П. Бужор // Материалы XI Съезда хирургов Российской Федерации. – Волгоград, 2011. – С. 576-577.

15. Багненко, С.Ф. Актуальные проблемы диагностики и лечения тяжелой закрытой травмы груди / С.Ф. Багненко, А.Н. Тулупов // Скорая медицинская помощь. – 2009. – Т. 10, № 2. – С. 4-10.

16. Багненко, С.Ф. Возможности видеоторакокопии в диагностике и лечении травматического гемоторакса / С.Ф. Багненко, А.Н. Тулупов, О.В. Балабанова // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. – 2007. – Т. 166, № 6. – С. 32-35.

17. Багненко, С.Ф. Видеоторакокопия при травме груди / С.Ф. Багненко, А.Н. Тулупов, О.В. Балабанова // Материалы XI Съезда хирургов Российской Федерации. – Волгоград, 2011. – С. 579.

18. Багненко, С.Ф. Принципы оказания скорой помощи пострадавшим в дорожно-транспортных происшествиях на этапах эвакуации в условиях мегаполиса / С.Ф. Багненко, Ю.Б. Шапот, У.К. Алекперов, В.Л. Карташкин, И.В. Куршакова, А.У. Алекперли, С.Ш. Тания, Ю.М. Михайлов, А.Е. Чикин // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. – 2009. – Т. 168, № 4. – С. 92-96.

19. Барский, Б.В. Метод миниинвазивной фиксации флотирующих переломов ребер / Б.В. Барский, О.В. Воскресенский, К.Г. Жестков // Эндоскопическая хирургия. – 2006. – Т. 12, № 2. – С. 15-16.

20. Белоконов, В.И. Лечение пострадавших с множественными переломами ребер с использованием видеоторакоскопии / В.И. Белоконов, В.Г. Пашков, А.М. Савин, С.В. Завгороднев, Д.А. Тимофеев // Омский научный вестник: «Эндоскопические технологии в неотложной и плановой хирургии». – 2004. - № 1(26). – С. 103-104.

21. Белоконов, В.И. Применение современных способов стабилизации каркаса грудной клетки у пострадавших с закрытой травмой груди / В.И. Белоконов, С.Ю. Пушкин, В.Д. Шатохин, А.С. Бенян, А.З. Акимов // Ургентная и реконструктивно-восстановительная хирургия (выпуск 6): Сборник научных трудов. – Самара, 2013. - С.179-181.

22. Бисенков, Л.Н. Торакальная хирургия / Л.Н. Бисенков. - СПб.: Гиппократ, 2004. – 1918 с.

23. Бисенков, Л.Н. Неотложная хирургия груди и живота: руководство для врачей / Л.Н. Бисенков, П.Н. Зубарев, Б.И. Ищенко, В.М. Трофимов, С.А. Шалаев. - СПб.: СпецЛит, 2015. - 574 с.

24. Брюсов, П.Г. Военно-полевая хирургия в России в современную эру локальных войн: полученный опыт и перспективы развития / П.Г. Брюсов // Военная медицина. – 2015. – Т. 37, № 4. – С. 36-37.

25. Брюсов, П.Г. Оказание специализированной хирургической помощи при тяжелой механической сочетанной травме / П.Г. Брюсов, Н.А. Ефименко, В.Е. Розанов // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. – 2001. – Т. 160, № 1. – С. 43-47.

26. Бурлука, В.В. Оценка тяжести и выбор хирургического лечения повреждений грудинно-реберного каркаса у пострадавших с сочетанной закрытой травмой груди: автореф. дис. ... канд.мед.наук: 14.01.03 / Бурлука Владимир Владимирович. - Киев, 1996. - 21 с.

27. Вагнер, Е.А. Закрытая травма груди мирного времени / Е.А. Вагнер. - М: Медицина, 1969. - 229 с.
28. Вагнер, Е.А. Хирургия повреждений груди / Е.А. Вагнер. - М: Медицина, 1981. - 288 с.
29. Вагнер, Е.А. Хирургическая тактика при тяжелой сочетанной травме груди в раннем периоде травматической болезни: диагностика, лечение, исходы / Е.А. Вагнер, В.А. Брунс // Вестник травматологии и ортопедии. – 1998. - № 2. - С. 3-7.
30. Вагнер, Е.А. Патологическая физиология травмы груди / Е.А. Вагнер, Г.Г. Рogaцкий, В.А. Черешнев. - Пермь: Книжное издательство, 1990.- 191 с.
31. Вишневский, А.А. Хирургия грудной стенки: Руководство / А.А. Вишневский, С.С. Рудаков, Н.О. Миланов. - М.: Видар-М, 2005. - 312 с.
32. Войновский, А.Е. Метод стабилизации грудной клетки при повреждениях груди с нарушением каркасной функции стержневым аппаратом внешней фиксации / А.Е. Войновский, А.Ю. Шабалин // Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова. – 2012. – Т. 7, № 3. – С. 28-32.
33. Воскресенский, О.В. Значение шокового индекса Альговера в выборе хирургической тактики при ранении груди / О.В. Воскресенский, М.М. Абакумов, Ю.А. Радченко // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2009. - № 12. – С. 43-48.
34. Воскресенский, О.В. Предоперационное рентгенологическое исследование в выборе тактики лечения при ранении груди / О.В. Воскресенский, Э.А. Береснева, Ф.А. Шарифуллин, И.Е. Попова, М.М. Абакумов // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2011. - № 9. – С. 15-21.
35. Воскресенский, О.В. Видеоторакоскопия в диагностике и лечении ранений и закрытых повреждений груди и их осложнений / О.В. Воскресенский, Ш.Н. Даниелян, М.М. Абакумов // Материалы XI Съезда хирургов Российской Федерации. – Волгоград, 2011. – С. 589.

36. Гаджиев, Ш.А. Эндовидеохирургические и традиционные оперативные вмешательства у пострадавших с повреждением диафрагмы / Ш.А. Гаджиев, А.П. Уханов // Материалы XI Съезда хирургов Российской Федерации. – Волгоград, 2011. – С. 589-590.

37. Герасименко, А.И. Сочетанные повреждения со смертельным исходом / А.И. Герасименко, К.А. Герасименко, Е.А. Герасименко // Травма. – 2002. – Т. 3, № 1. – С. 28-32.

38. Греджев, А.Ф. Панельная фиксация при множественных переломах ребер / А.Ф. Греджев, А.П. Паниотов // Клиническая хирургия. – 1977. - № 8. – С. 69-73.

39. Голобородько, Н.К. Общие принципы работы специализированного центра политравмы и шока / Н.К. Голобородько, В.В. Булага // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. – 1989. – Т. 143, № 6. – С. 139-141.

40. Даниелян, Ш.Н. Диагностика и лечение гнойных осложнений повреждений груди: автореф. дис. ... д-ра мед.наук: 14.01.17 / Даниелян Шаген Николаевич. - Москва, 2014. - 48 с.

41. Даниелян, Ш.Н. Диагностика и лечение легочных кровоизлияний при закрытой травме груди / Ш.Н. Даниелян, М.М. Абакумов, И.Е. Попова, Ф.А. Шарифуллин, О.В. Квардакова, Т.П. Пинчук, А.А. Саприн // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2011. - № 4. – С. 17-24.

42. Даниелян, Ш.Н. Медико-социальная характеристика пострадавших с гнойными осложнениями после закрытой травмы груди / Ш.Н. Даниелян, М.А. Годков, М.М. Абакумов, О.В. Зубарева, А.А. Саприн // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2013. - № 5. – С. 19-25.

43. Дегтярев, О.Л. Эндовидеоторакоскопия повреждений органов груди при множественной и сочетанной травме: автореф. дис. ... д-ра мед. наук: 14.01.17 / Дегтярев Олег Леонидович. - Москва, 2012. - 44 с.

44. Дегтярев, О.Л. Экстренная видеоторакоскопия при множественной и сочетанной травме / О.Л. Дегтярев, К.А. Демин, М.В. Турбин // Материалы XI Съезда хирургов Российской Федерации. – Волгоград, 2011. – С. 596.

45. Джаркеев, К.С. Применение видеоторакоскопии при лечении множественных осложненных переломов ребер / К.С. Джаркеев, Р.К. Ирсалиев, Г.Ж. Кушкинбаев // Материалы IV Международного конгресса «Актуальные направления современной кардио-торакальной хирургии». – Санкт-Петербург, 2014. – С. 162.

46. Дзодзуашвили, К.К. Особенности лечения пострадавших с сочетанными повреждениями груди и плечевого пояса: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.27, 14.00.22 / Дзодзуашвили Карло Карлович. – Санкт-Петербург, 2009. – 23 с.

47. Жестков, К.Г. Торакоскопические операции при флотирующих переломах ребер с внутриплевральными осложнениями / К.Г. Жестков, Б.В. Барский, О.В. Воскресенский // Эндоскопическая хирургия. – 2004. - № 1. – С. 63.

48. Жестков, К.Г. Торакоскопическая фиксация костных отломков при флотирующих переломах ребер / К.Г. Жестков, Б.В. Барский, О.В. Воскресенский // Эндоскопическая хирургия. – 2006. – Т. 12, № 4. – С. 59-64.

49. Жестков, К.Г. Мини-инвазивная хирургия в лечении флотирующих переломов ребер / К.Г. Жестков, Б.В. Барский, О.В. Воскресенский // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2006. - № 1. – С. 62-65.

50. Жестков, К.Г. Торакоскопические операции и традиционные методы лечения закрытой травмы грудной клетки с флотирующим переломом ребер / К.Г. Жестков, Е.А. Кутырев, Б.В. Барский, Р.М. Евтихов // Материалы XI Съезда хирургов Российской Федерации. – Волгоград, 2011. – С. 598-599.

51. Завгороднев, С.В. Видеоторакоскопия в лечении большой с сочетанной закрытой травмой груди, ушибом сердца и гемоперикардом / С.В. Завгороднев, В.И. Корниенко, Т.В. Русяева, В.Г. Пашков, Д.А. Тимофеев, А.Ю. Наумов // Хирургия. – 2007. - № 2. – С. 55.

52. Завражнов, А.А. Использование принципов хирургической тактики «Damage control» в лечении закрытых травм и ранений груди мирного времени / А.А. Завражнов, В.А. Порханов, О.Ю. Боско, И.С. Поляков, А.Л. Коваленко,

Н.В. Нарыжный, С.Н. Пятаков // Материалы 3-й Всероссийской конференции в рамках 3-го съезда врачей неотложной медицины (к 125-летию С.С. Юдина). – Москва, 2016. – С. 37-38.

53. Зайцев, Д.А. Теоретические и практические аспекты проблемы лечения травм груди / Д.А. Зайцев, В.В. Лищенко, К.Г. Кубачев, Н.Э. Заркуа, А.В. Кукушкин, Д.С. Сагитова // Скорая медицинская помощь. – 2011. – Т. 12, № 1. – С. 34-40.

54. Измайлов, Е.П. Три подхода к стабилизации реберного клапана / Е.П. Измайлов, В.Г. Пашков, С.В. Дергаль, А.Н. Титов, А.В. Антропов, А.Г. Нагога // Материалы XI Съезда хирургов Российской Федерации. – Волгоград, 2011. – С. 602-603.

55. Измайлов, Е.П. Оценка экстренной и срочной видеоассистированной миниторакотомии у больных с травмой груди в многопрофильном стационаре / Е.П. Измайлов, А.Н. Титов, А.Г. Нагога // Тольяттинский медицинский консилиум. – 2011. - № 3-4. – С. 82-86.

56. Калиничев, А.Г. Тяжелая кранио-торакальная травма (диагностика и лечение на догоспитальном и раннем госпитальном этапах): автореф. дис. ... д-ра мед. наук: 14.00.28, 14.00.27 / Калиничев Алексей Геннадьевич. - Санкт-петербург, 2009. – 42 с.

57. Каримов, Ш.И. Возможности видеоторакоскопии при закрытой травме груди / Ш.И. Каримов, У.Б. Беркинов, Н.Ф. Кротов, С.П. Халиков, Е.Р. Файзуллаев // Эндоскопическая хирургия. – 2011. – Т. 17, № 6. – С. 13-16.

58. Кармазановский, Г.Г. КТ-семиотика гнойно-деструктивных процессов в грудной клетке: показания к хирургическому лечению / Г.Г. Кармазановский, Н.С. Старостина, И.А. Косова. – М.: Издательский дом Видар-М, 2012. – 104 с.

59. Клевно, В.А. Основные закономерности изменения морфологических свойств переломов ребер при сохраняющемся дыхании / В.А. Клевно // Судебно-медицинская экспертиза. – 1994. - № 1. – С. 14-18.

60. Клевно, В.А. Судебно-медицинское определение давности переломов ребер / В.А. Клевно, Е.А. Киреева, И.Н. Богомолова // Судебно-медицинская экспертиза. – 2008. – Т. 51, № 1. – С. 44-47.
61. Клиническая хирургия. Национальное руководство: в 3 т. / под ред. В.С. Савельева, А.И. Кириенко. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – Т. I. - 864 с.
62. Ключевский, В.В. Скелетное вытяжение / В.В. Ключевский. - Ленинград: Медицина, 1991. - 160 с.
63. Ключкин, И.В. Эхография в диагностике рентгенонегативных переломов ребер / И.В. Ключкин, Д.В. Пасынков, С.И. Ключкин, Ю.А. Ключкина // Успехи современного естествознания. – 2007. - № 12. – С. 364.
64. Колесников, В.В. Политравма и ДВС-синдром. Реанимационная стратегия гемостаза / В.В. Колесников, М.А. Гусельникова, В.Я. Вартанов, Б.М. Рахимов, И.В. Бурнаев // Тольяттинский медицинский консилиум. – 2013. - № 3-4. – С. 30-43.
65. Колкин, Я.Г. Панельная фиксация фрагментов грудино-реберного каркаса при тяжелой закрытой травме груди / Я.Г. Колкин, Е.С. Першин, Д.В. Вегнер // Хирургия Украины. – 2009. - № 3. – С. 62-65.
66. Комолкин, И.А. Инструментальная фиксация врожденных деформаций грудной клетки системой «Matrix Rib» / И.А. Комолкин, А.П. Афанасьев, С.В. Хрыпов, О.Н. Васильева // Гений ортопедии. – 2013. - № 1. – С. 112-115.
67. Коротков, Н.И. Видеоторакоскопические вмешательства: диагностические и лечебные возможности / Н.И. Коротков, Е.А. Кутырев, А.В. Кукушкин // Эндоскопическая хирургия. – 2006. – Т. 12, № 2. – С. 62.
68. Корымасов, Е.А. Философия хирургии множественных и флотирующих переломов ребер / Е.А. Корымасов, А.С. Бенян, С.Ю. Пушкин // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. – 2016. – Т. 175, № 3. – С. 106-110.
69. Котельников, Г.П. Травматическая болезнь / Г.П. Котельников, И.Г. Труханова. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009. - 272 с.

70. Котельников, Г.П. Некоторые философские и методологические положения концепции «травматическая болезнь» / Г.П. Котельников, И.Г. Труханова // Политравма. – 2007. - № 1. – С. 15-20.

71. Котельников, Г.П. Доказательная медицина. Научно обоснованная медицинская практика / Г.П. Котельников, А.С. Шпигель. - М: «ГЭОТАР-Медиа», 2012. - 242 с.

72. Котов, И.И. Внешняя фиксация флотирующих переломов ребер / И.И. Котов, Р.Г. Агишев, О.К. Козырь, Д.В. Федоркин, Е.С. Федоренко // Сборник тезисов и статей V-го съезда хирургов Сибири и Дальнего Востока «Актуальные вопросы хирургии». - Новосибирск, 2014. - С.110.

73. Кочергаев, О.В. Особенности диагностики и определения рациональной лечебной тактики при сочетанных травмах груди: автореф. дис. ... докт. мед. наук: 14.00.27 / Кочергаев Олег Викторович. - Санкт-Петербург, 1999. - 40 с.

74. Кочергаев, О.В. Эффективность спиральной компьютерной томографии в выявлении повреждений легких при тяжелой механической сочетанной травме груди / О.В. Кочергаев, А.А. Копалин, В.И. Дразнин, В.А. Котькин // Тольяттинский медицинский консилиум. – 2014. - № 5-6. – С. 59-66.

75. Крюков, В.Н. О характере деформации грудной клетки и переломов ребер в зависимости от особенностей ее формы / В.Н. Крюков, А.М. Кашулин // Судебно-медицинская экспертиза. – 1975. - № 2. – С. 13-16.

76. Кузьмичев, А.П. Остеосинтез ребер при тяжелой закрытой травме груди / А.П. Кузьмичев, В.А. Соколов // Ортопедия и травматология. – 1981. - № 8. – С. 8-9.

77. Кузьмичев, А.П. Оперативное восстановление реберного каркаса при закрытой травме грудной клетки / А.П. Кузьмичев, В.А. Соколов // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 1983. - № 4. – С. 26-30.

78. Ладейщиков, В.М. Оптимизация диагностики и комплексного лечения пострадавших с сочетанной травмой: автореф. дис. ... д-ра мед. наук: 14.00.22 / Ладейщиков Вячеслав Михайлович. - Самара, 2008. – 40 с.

79. Левченко, Т.В. Анализ госпитальной летальности у пострадавших с политравмой / Т.В. Левченко, С.А. Кравцов, А.В. Шаталин // Материалы XVIII Всероссийской научно-практической конференции «Многопрофильная больница: интеграция специальностей». - Ленинск-Кузнецкий, 2014. - С. 37-39.
80. Лишенко, В.В. «Забытая» торакоскопия при травме груди / В.В. Лишенко, Д.А. Зайцев // Материалы XI Съезда хирургов Российской Федерации. – Волгоград, 2011. – С. 609–610.
81. Лишенко, В.В. Торакоскопия и программа «damage control» при травме грудной клетки / В.В. Лишенко, Д.А. Зайцев, К.С. Элмурадов, А.В. Кукушкин // Вестник Санкт-Петербургской медицинской академии последипломного образования. – 2010. - № 1. – С. 34-37.
82. Мазурин, В.С. Остеосинтез ребер при множественных переломах / В.С. Мазурин, В.А. Кузьмичев, М.И. Прищепо, А.А. Харькин // Материалы XI Съезда хирургов Российской Федерации. – Волгоград, 2011. – С. 612.
83. Малхасян, И.Э. Применение искусственной вентиляции легких при лечении дыхательной недостаточности у больных с политравмой / И.Э. Малхасян // Политравма. – 2009. - № 3. – С. 35-42.
84. Маркевич, В.Ю. Значение видеоторакокопии в лечении тяжелых закрытых сочетанных травм груди: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.27 / Маркевич Виталий Юрьевич. - Санкт-Петербург, 2006. - 22 с.
85. Маслов, В.И. Лигатурная фиксация флотирующих реберных клапанов при закрытой травме груди / В.И. Маслов, М.А. Тахтамыш // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2007. - № 3. – С. 39-43.
86. Митюнин, Н.К. Вытяжение за грудину и ребра при множественных переломах ребер с парадоксальными смещениями грудной стенки / Н.К. Митюнин // Ортопедия и травматология. – 1964. - № 10. – С. 87.
87. Олефилов, А.С. Оптимизация тактики ведения больных с осложненным переломом ребер / А.С. Олефилов, Э.Э. Адыширин-Заде, Е.В. Фролова, И.С. Андреев, А.А. Козлов, А.Е. Тарасенко // Материалы XI Съезда хирургов Российской Федерации. – Волгоград, 2011. – С. 615.

88. Омаров, И.Ш. Диагностика и хирургическое лечение разрывов диафрагмы при закрытой травме груди и живота: автореф. ... канд. мед. наук: 14.00.27 / Омаров Ибрагим Шахрудинович. – Санкт-Петербург, 2007. – 22 с.

89. Пашков, В.Г. Пути улучшения результатов лечения пострадавших с осложненными переломами ребер: автореф. ... канд. мед. наук: 14.00.27 / Пашков Вадим Геннадьевич. – Самара, 2007. – 24 с.

90. Плаксин, С.А. Двусторонние посттравматические диафрагмальные грыжи / С.А. Плаксин, Л.П. Котельникова // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. – 2015. – Т. 174, № 1. – С. 47-51.

91. Плаксин, С.А. Ранние реторакотомии при заболеваниях и травмах груди / С.А. Плаксин, М.Е. Петров // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. – 2012. – Т. 171, № 5. – С. 20-23.

92. Плаксин, С.А. Оптимизация хирургической тактики при травме груди: соотношение торакоскопии и торакотомии / С.А. Плаксин, В.А. Черкасов // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. – 2011. – Т. 170, № 4. – С. 52-54.

93. Плаксин, С.А. Миниинвазивная хирургия травмы груди мирного времени / С.А. Плаксин, В.А. Черкасов // Материалы IV Международного конгресса «Актуальные направления современной кардио-торакальной хирургии». – Санкт-Петербург, 2014. – С. 167.

94. Плечев, В.В. Грудная хирургия: Проблемы. Решения / В.В. Плечев, Р.Г. Фатихов. - Уфа: НПО «Башбиомед», 2003. - 240 с.

95. Познанский, С.В. Видеоторакоскопическая стабилизация каркаса грудной клетки / С.В. Познанский, Р.М. Евтихов, Е.А. Кутырев, Ю.Н. Колбашева, А.В. Кукушкин // Материалы III Международной научно-практической конференции «Высокие технологии в медицине». – Нижний Новгород, 2010. – С.72-73.

96. Порханов, В.А. Анализ факторов, оказывающих влияние на уровень летальности среди пациентов в остром периоде политравмы, госпитализированных в региональный многопрофильный стационар / В.А.

Порханов, А.А. Завражнов, А.А. Афаунов, А.Н. Блаженко, М.Л. Муханов // Медицинский вестник Юга России. – 2016. - № 4. – С. 39-44.

97. Порханов, В.А. Современные тенденции в лечении закрытых травм и ранений груди мирного времени / В.А. Порханов, А.А. Завражнов, И.С. Поляков, О.Ю. Боско, А.Л. Коваленко, Н.В. Нарыжный, И.В. Басанкин, И.В. Лукьянченко, Г.Н. Охотина // Материалы 3-й Всероссийской конференции в рамках 3-го съезда врачей неотложной медицины (к 125-летию С.С. Юдина). – Москва, 2016. – С. 38-39.

98. Порханов, В.А. Видеоторакоскопия в лечении больных с травматическими повреждениями грудной клетки / В.А. Порханов, И.С. Поляков, А.Л. Мезеря, В.Б. Кононенко, В.Н. Бодня, Г.Л. Краснослободцева // Анналы хирургии. – 2001. - № 2. – С. 44-49.

99. Пронских, А.А. Остеосинтез множественных и флотирующих переломов ребер у пациентов с тяжелой закрытой травмой груди при политравме / А.А. Пронских, В.В. Агаджанян, А.А. Пронских // Материалы XVIII Всероссийской научно-практической конференции «Многопрофильная больница: интеграция специальностей». - Ленинск-Кузнецкий, 2014. - С. 77.

100. Пронских, А.А. Оперативное восстановление каркасности грудной клетки у пациента с тяжелой закрытой травмой груди при политравме / А.А. Пронских, С.А. Кравцов, А.А. Пронских // Политравма. – 2014. - № 2. – С. 65-69.

101. Пронских, А.А. Раннее оперативное восстановление каркасности грудной клетки у пациентов с политравмой / А.А. Пронских, А.В. Шаталин, А.Х. Агаларян // Политравма. – 2015. - № 1. – С. 48-54.

102. Пушкин, С.Ю. Проблемы и перспективы оказания медицинской помощи пострадавшим с политравмой / С.Ю. Пушкин, В.И. Белоконев, В.Д. Шатохин, И.Р. Камеев // Материалы VI Международного конгресса «Актуальные направления современной кардио-торакальной хирургии». – Санкт-Петербург, 2016. – С. 108-109.

103. Пушкин, С.Ю. Первый опыт применения пластин «MatrixRib» при травматической деформации грудной клетки / С.Ю. Пушкин, Е.А. Корымасов, А.С. Бенян, И.Р. Камеев // Новости хирургии. – 2014. – Т. 22, № 5. – С. 611-614.

104. Руденко, М.С. Пути оптимизации оказания помощи пострадавшим с тяжелой сочетанной травмой груди / М.С. Руденко, В.В. Колесников, Б.М. Рахимов, Е.Н. Кутепов, А.В. Соловьев, А.Ю. Расщепкин, Л.В. Середин, А.Е. Слугин, В.В. Козлов, А.Д. Губа // Тольяттинский медицинский консилиум. – 2012. - № 3-4. – С. 82-86.

105. Рутенбург, Г.М. Диагностическая и лечебная торакоскопия при травме грудной клетки / Г.М. Рутенбург, С.Ю. Пузанов, Д.Ю. Богданов, А.М. Алишихов // Эндоскопическая хирургия. – 2012. – Т. 18, № 3. - С. 57-63.

106. Самохвалов, И.М. Перспективные технологии оказания хирургической помощи раненым / И.М. Самохвалов, В.И. Бадалов, В.А. Рева, К.П. Головкин, А.Н. Петров, М.В. Казначеев, А.И. Розов // Военно-медицинский журнал. – 2013. – Т. 334, №6. – С. 24-30.

107. Самохвалов, И.М. Применение тактики многоэтапного лечения («Damage control») в военно-полевой хирургии / И.М. Самохвалов, В.А. Мануковский, В.И. Бадалов, В.В. Северин, К.П. Головкин, В.В. Денисенко // Военно-медицинский журнал. – 2011. – Т. 332, №9. – С. 30-35.

108. Самохвалов, И.М. Торакоскопия при травме груди – нерешенные вопросы / И.М. Самохвалов, А.Б. Сингаевский, В.Ю. Маркевич, В.В. Суворов, А.В. Гончаров, А.Ю. Супрун // Материалы XI Съезда хирургов Российской Федерации. – Волгоград, 2011. – С. 623-624.

109. Самохвалов, И.М. Анестезиологическая и реаниматологическая помощь пострадавшим с политравмой: современные проблемы и пути их решения / И.М. Самохвалов, А.В. Щеголев, С.В. Гаврилин, С.В. Недомолкин, Д.П. Мешаков. - СПб.: ИнформМед, 2013. – 144 с.

110. Сигал, Е.И. Торакоскопическая хирургия / Е.И. Сигал, К.Г. Жестков, М.В. Бурмистров, О.В. Пикин. - М.: ИПК «Дом книги», 2012. – 352 с.

111. Смоляр, А.Н. Торакоскопическое ушивание разрыва диафрагмы / А.Н. Смоляр, О.В. Воскресенский, О.А. Алексеечкина // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2014. - № 9. – С. 89-91.
112. Соколов, В.А. Сочетанная травма / В.А. Соколов // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 1998. - № 12. – С. 54-65.
113. Соколов, В.А. Множественные и сочетанные травмы: практическое руководство / В.А. Соколов. - М.: ГЭОТАР, 2004. - 62с.
114. Сочинская, Т.И. Нерешенные вопросы оказания помощи больным с политравмой в Самарской области / Т.И. Сочинская, С.Ю. Пушкин, В.Д. Шатохин // Материалы XVIII Всероссийской научно-практической конференции «Многопрофильная больница: интеграция специальностей». - Ленинск-Кузнецкий, 2014. - С. 17-18.
115. Султанов, Г.А. Трудности диагностики и выбора хирургической тактики при сочетанных закрытых травмах груди и живота / Г.А. Султанов, С.М. Зейналов, К.М. Мамедов, А.М. Рустам // Эндоскопическая хирургия. – 2007. – Т. 13, № 2. – С. 34-36.
116. Травматология. Национальное руководство / под ред. Г.П. Котельникова, С.П. Миронова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 1134 с.
117. Тулупов, А.Н. Тяжелая сочетанная травма груди и плечевого пояса / А.Н. Тулупов, Г.М. Бесаев, Г.И. Синенченко, К.К. Дзодзуашвили // Материалы IV Международного конгресса «Актуальные направления современной кардиоторакальной хирургии». – Санкт-Петербург, 2014. – С.172-173.
118. Усенко, Л.В. Современные аспекты интенсивной терапии политравмы с превалированием торакальной травмы на догоспитальном и госпитальном этапах / Л.В. Усенко, О.В. Белоцерковец, А.М. Машин, А.В. Царев, Е.И. Землянский, Г.В. Панченко // Медицина неотложных состояний. – 2007. - № 5(12). – С. 10-19.
119. Ушаков, Н.Г. Алгоритм диагностики и тактики лечения пострадавших с множественными клапанными переломами ребер при закрытой

травме груди / Н.Г. Ушаков // Аспирантский вестник Поволжья. – 2010. - № 3-4. – С. 116-119.

120. Ушаков, Н.Г. Патогенетическое обоснование применения вытяжения реберного клапана при закрытой травме груди / Н.Г. Ушаков // Аспирантский вестник Поволжья. – 2011. - № 1-2. – С. 169-172.

121. Флорикян, А.К. Хирургия повреждений груди (патофизиология, клиника, диагностика, лечение). Избранные лекции / А.К. Флорикян. - Харьков: Основа, 1998. – 512 с.

122. Флорикян, А.К. Некоторые актуальные и дискуссионные проблемы тяжелых травматических повреждений и пути их решения / А.К. Флорикян // Международный медицинский журнал. – 2004. - № 2. – С. 77-85.

123. Хаджибаев, А.М. Видеоторакоскопические методы диагностики и хирургического лечения травмы груди / А.М. Хаджибаев, Д.А. Исмаилов, Р.О. Рахманов, С.А. Дехканов, У.Х. Вахидов // Эндоскопическая хирургия. – 2014. – Т. 20, № 4. – С. 8-14.

124. Хатьков, И.Е. Первый опыт применения малоинвазивных технологий в хирургии травматических повреждений грудной клетки и брюшной полости / И.Е. Хатьков, Г.В. Ходос, А.А. Панкратов, Р.Е. Израилов, А.В. Жданов, В.И. Капустин, И.В. Матков // Эндоскопическая хирургия. – 2009. –Т. 15, № 3. – С. 50-53.

125. Хмара, А.Д. Тактика лечения при сочетанной травме груди и сегментов конечностей (обзор) / А.Д. Хмара, И.А. Норкин, Т.Г. Хмара // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2012. – Т. 8, № 4.- С. 982-988.

126. Хохлов, В.В. Повреждения грудной клетки тупыми предметами (биомеханика, диагностика, морфология) / В.В. Хохлов. - Смоленск, 1996. – 193 с.

127. Цеймах, Е.А. Миниинвазивные технологии в комплексном лечении больных политравмой с доминирующими повреждениями груди / Е.А. Цеймах, В.А. Бомбизо, И.Н. Гонтарев. – Барнаул, 2013. – 216 с.

128. Цеймах, Е.А. Оптимизация лечения больных тяжелой сочетанной травмой с доминирующей травмой грудной клетки / Е.А. Цеймах, И.Н. Гонтарев, А.В. Левин, А.А. Меньшиков // Материалы XI Съезда хирургов Российской Федерации. – Волгоград, 2011. – С. 634.

129. Цыбуляк, Г.Н. Лечение тяжелых и сочетанных повреждений: руководство для врачей / Г.Н. Цыбуляк. – СПб.: Гиппократ, 1995. – 432 с.

130. Черкасов, В.А. Хирургия поздних осложнений и последствий травмы груди / В.А. Черкасов, Л.Ф. Копытов, В.А. Брунс. - М: Медицинская книга, 2004. – 288 с.

131. Шабалин, А.Ю. Новый метод стабилизации реберного клапана при закрытых травмах груди / А.Ю. Шабалин, В.И. Зоря, А.Е. Войновский, В.Н. Петров // Материалы XI Съезда хирургов Российской Федерации. – Волгоград, 2011. – С. 638.

132. Шапот, Ю.Б. Техника остеосинтеза при переломах ребер, грудины и ключицы / Ю.Б. Шапот, Г.М. Бесаев, Ю.Б. Кашанский, Е.Н. Зайцев // Вестник хирургии им. И.И.Грекова. – 1985. – Т. 135, № 11. – С. 83-86.

133. Шапот, Ю.Б. Успешное лечение переднего «реберного клапана» аппаратом внешней фиксации / Ю.Б. Шапот, Г.М. Бесаев, А.Н. Тулупов, С.Ш. Тания, В.Г. Багдасарьянц, М.А. Круглова, К.К. Дзодзуашвили // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. – 2007. – Т. 166, № 4. – С. 86-87.

134. Шарипов, И.А. Травма груди: проблемы и решения / И.А. Шарипов. - М.: «Грааль», 2003. - 328 с.

135. Шулутко, А.М. Эндоскопическая торакальная хирургия: руководство для врачей / А.М. Шулутко, А.А. Овчинников, О.О. Ясногородский, И.Я. Мотус. - М.: «Медицина», 2006. – 392 с.

136. Abdulrahman, H. Clinical outcomes of multiple rib fractures: does age matter? / H.Abdulrahman, I. Afifi, A. El-Menyar, A. Al-Hassani, A. Almadani, H. Althani, R. Latifi // Eur J Trauma Emerg Surg. – 2013. - Vol. 39, № 6. – P. 605-611.

137. Abolhoda, A. Diagnostic and therapeutic video assisted thoracic surgery (VATS) following chest trauma / A. Abolhoda, D.H. Livingston, J.S. Donahoo, K. Allen // *Eur Cardiothorac Surg.* – 1997. - Vol. 12, № 3. – P. 356 – 360.

138. Actis Dato, G.M. Surgical management of flail chest / G.M. Actis Dato, E. Aidala, E. Ruffini // *Ann Thorac Surg.* – 1999. - № 67. – P. 1826–1827.

139. Adebonojo, S.A. Management of chest trauma: a review / S.A. Adebonojo // *West Afr J Med.* – 1993. - № 12. - P. 122–132.

140. Ahmad, M.A. Assessment of severity of chest trauma: Is there an ideal scoring system? / M.A. Ahmad, E. Delli Sante, P.V. Giannoudis // *Injury.* – 2010. - Vol. 41, № 10. – P. 981-983.

141. Ahmed, N. Video-assisted thoracic surgery: state of the art in trauma care / N. Ahmed, D. Jones // *Injury.* – 2004. - № 35. – P. 479–489.

142. Ahmed, Z. Management of flail chest injury: internal fixation versus endotracheal intubation and ventilation / Z. Ahmed, Z. Mohyuddin // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 1995. – Vol. 110, № 6. – P. 1676–1680.

143. Al-Koudmani, I. Chest trauma experience over eleven-year period at al-mouassat university teaching hospital-Damascus: a retrospective review of 888 cases / I. Al-Koudmani, B. Darwish, K. Al-Kateb, Y. Taifour // *J Cardiothorac Surg.* – 2012. - № 7. – P. 35.

144. Al-Qudah, A. Operative treatment of sternal fractures / A. Al-Qudah // *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* – 2006. – Vol. 14, № 5. – P. 399-401.

145. Al-Shahrabani, F. Functional results after chest wall stabilization with a new screwless fixation device / F. Al-Shahrabani, P. Moreno de la Santa, T. Strauss, J. Bremerich, M. Tamm, D. Lardinois // *Interact CardioVasc Thorac Surg.* – 2011. - № 13. – S 16.

146. Althausen, P.L. Early surgical stabilization of flail chest with locked plate fixation / P.L. Althausen, S. Shannon, C. Watts, K. Thomas, M.A. Bain, D. Coll, T.J. O`Mara, T.J. Bray // *J Orthop Trauma.* – 2011. - Vol. 25, № 11. – P. 641–647.

147. Altintop, I. Flail chest associated with a simple fall and successful external tamponade application in a pediatric case / I. Altintop, N. Gunarli, M. Fazlioglu // *Case Rep Clin Med.* – 2014. - № 3. – P. 660-663.

148. Ambiavagar, M. Intermittent positive pressure ventilation in the treatment of severe crushing injuries of the chest / M. Ambiavagar, J.S. Robinson, I.M. Morrison, E. Sherwood Jones // *Thorax.* – 1966. - № 21. - P. 359-366.

149. Ananiadou, O. Operative stabilization of skeletal chest injuries secondary to cardiopulmonary resuscitation in a cardiac surgical patient / O. Ananiadou, T. Karaiskos, P. Givissis, G. Drossos // *Interact CardioVasc Thorac Surg.* – 2010. - № 10. - P. 478-480.

150. Anavian, J. Surgical management of multiple painful rib nonunions in patient with a history of severe shoulder girdle trauma: a case report and literature review / J. Anavian, S.T. Guthrie, P.A. Cole // *J Orthop Trauma.* – 2009. - № 23. - P. 600-604.

151. Athanasiou, T. Emergency thoracotomy in the pre-hospital setting: a procedure requiring clarification / T. Athanasiou, G. Krasopoulos, P. Nambiar, T. Coats, M. Petrou, P. Magee, R. Uppal // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2004. - № 26. - P. 377–386.

152. Athanassiadi, K. Management of 150 flail chest injuries: analysis of risk factors affecting outcome / K. Athanassiadi, M. Gerazounis, N. Theakos // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2004. - № 26. - P. 373-376.

153. Athanassiadi, K. Prognostic factors in flail-chest patients / K. Athanassiadi, N. Theakos, N. Kalantzi, M. Gerazounis // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2010. - № 38. – P. 466-471.

154. Avery, E.E. Critically crushed chests: a new method of treatment with continuous mechanical hyperventilation to produce alkalotic apnea and internal pneumatic stabilization / E.E. Avery, D.W. Benson, E.T. Morch // *J Thorac CardioVasc Surg.* – 1956. - № 32. - P. 291-311.

155. Baker, S.P. The Injury Severity Score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care / S.P. Baker, B. O'Neill, W. Haddon Jr, W.B. Long // *J Trauma*. - 1974. – Vol. 14, № 3. – P. 187-196.

156. Bakowitz, M. Acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome in the injured patient / M. Bakowitz, B. Bruns, M. McCunn // *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. – 2012. - № 20. – P. 54.

157. Balci, A.E. Open fixation in flail chest: review of 64 patients / A.E. Balci, S. Eren, O. Cakır, M.N. Eren // *Asian Cardiovasc Thorac Ann*. – 2004. – Vol. 12, № 1. – P. 11–15.

158. Balci, A.E. Operative stabilization of traumatic rib fractures by titanium material: analysis of 40 cases / A.E. Balci, M.O. Özyurtkan, I.E. Özsoy // *Interact CardioVasc Thorac Surg*. – 2009. - Vol. 9, № 1. - S31-32.

159. Bansal, V. Rib and sternum fractures in the elderly and extreme elderly following motor vehicle crushes / V. Bansal, C. Conroy, D. Chang, G.T. Tominaga, R. Coimbra // *Accid Anal Prev*. – 2011. - Vol. 43, № 3. - P. 661-665.

160. Bastos, R. Flail chest and pulmonary contusion / R. Bastos, J.H. Calhoon, C.E. Baisden // *Semin Thorac Cardiovasc Surg*. – 2008. - Vol. 43, № 3. - P. 39-45.

161. Battle, C.E. Predictors of mortality in patients with flail chest: a systematic review / C.E. Battle, P.A. Evans // *Emerg Med J*. – 2015. - Vol. 32, № 12. - P. 961-965.

162. Battle, C.E. Risk factors that predict mortality in patients with blunt chest wall trauma: a systematic review and meta-analysis / C.E. Battle, H. Hutchings, P.A. Evans // *Injury*. – 2012. - Vol. 43, № 1. – P. 8-17.

163. Beal, S.L. Long-term disability associated with flail chest injury / S.L. Beal, M.R. Oreskovich // *Am J Surg*. – 1985. - Vol. 150, № 3. - P. 324-326.

164. Beelen, R. Surgical stabilization of a rib fracture using an angle stable plate / R. Beelen, J. Rumbaut, R. De Geest // *J Trauma*. – 2007. - Vol. 63, № 5. – P. 1159-1160.

165. Behera, R.R. Thoracoscopic and endovascular management of retained haemothorax associated with an intercostal artery pseudoaneurism / R.R. Behera, B. Gouda, A. Kulkarni, Z.F. Udwadia, D.S. Bhandarkar // *Indian J Chest Dis Allied Sci.* – 2014. - Vol. 56, № 1. - P. 37-39.

166. Beltrami, V. An original technique for surgical stabilisation of traumatic flail chest / V. Beltrami, G. Martinelli, P. Giansante, K. Gentile // *Thorax.* – 1978. - № 33. - P. 528-529.

167. Bemelman, M. The role of minimally invasive plate osteosynthesis in rib fixation: a review / M. Bemelman, M. van Baal, J.Z. Yuan, L. Leenen // *Korean J Thorac Cardiovasc Surg.* – 2016. - Vol. 49, № 1. – P. 1-8.

168. Bemelman, M. Historic overview of treatment techniques for rib fractures and flail chest / M. Bemelman, M. Poeze, T.J. Blokhuis, L.P.H. Leenen // *Eur J Trauma Emerg Surg.* – 2010. - Vol. 36, № 5. – P. 407–415.

169. Ben-Nun, A. Video-assisted thoracoscopic surgery in the treatment of chest trauma: long-term benefit / A. Ben-Nun, M. Orlovsky, L.A. Best // *Ann Thorac Surg.* – 2007. - № 83. - P. 383-387.

170. Bergeron, E. Elderly trauma patients with rib fractures are at greater risk of death and pneumonia / E. Bergeron, A. Lavoie, D. Clas, L. Moore, S. Ratte, S. Tetreault, J. Lemaire, M. Martin // *J Trauma.* – 2003. - № 54. - P. 478-485.

171. Berthet, J.-P. Chest-wall reconstruction in case of infection of the operative site: is there any interest in titanium rib osteosynthesis? / J.-P. Berthet, L. Solovei, O. Tiffet, A. Gomez-Caro, S. Bommart, L. Canaud, P. Alric, C.-H. Marty-Ané // *Eur J CardioThorac Surg.* – 2013. - № 44. - P. 866–874.

172. Berthet, J.-P. Titanium implant failure after chest wall osteosynthesis / J.-P. Berthet, A.G. Caro, L. Solovei, M. Gilbert, S. Bommart, P. Gaudard, L. Canaud, P. Alric, C.-H. Marty-Ane // *Ann Thorac Surg.* – 2015. - Vol. 99, № 6. - P. 1945-1952.

173. Bhatnagar, A. Rib fracture fixation for flail chest: what is the benefit? / A. Bhatnagar, J. Mayberry, R. Nirula // *J Am Coll Surg.* – 2012. - Vol. 215, № 2. - P. 201–205.

174. Bibas, B.J. Operative stabilization of flail chest using a prosthetic mesh and methylmethacrylate / B.J. Bibas, R.A. Bibas // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2006. - № 29. – P. 1064-1066.

175. Bier, G. Enhanced reading time efficiency by use of automatically unfolded CT rib reformations in acute trauma / G. Bier, C. Schabel, A. Othman, M.N. Bongers, J. Schmehl, H. Ditt, K. Nikolaou, F. Bamberg, M. Notohamiprodjo // *Eur J Radiol.* – 2015. - Vol. 84, № 11. - P. 2173-2180.

176. Bilello, J.F. Predicting extubation failure in blunt trauma patients with pulmonary contusion / J.F. Bilello, J.W. Davis, K.M. Cagle, K.L. Kaups // *J Trauma Acute Care Surg.* – 2013. - Vol. 75, № 2. – P. 229-233.

177. Bille, A. Evaluation of long-term results and quality of life in patients who underwent rib fixation with titanium devices after trauma / A. Bille, L. Okiror, A. Campbell, J. Simons, T. Routledge // *Gen Thorac Cardiovasc Surg.* – 2013. - Vol. 61, № 6. - P. 345-349.

178. Bloomer, R. The stove-in chest: a complex flail chest injury / R. Bloomer, K. Willett, I. Pallister // *Injury.* – 2004. - Vol. 35, № 5. - P. 490-493.

179. Boerma, L.M. Chest wall reconstruction after resection of a chest wall sarcoma by osteosynthesis with the titanium MatrixRib (Synthes) system / L.M. Boerma, M. Bemelman, T. van Dalen // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 2013. - Vol. 146, № 4. – e 37-40.

180. Borman, J.B. Unilateral flail chest is seldom a lethal injury / J.B. Borman, L. Aharonson-Daniel, B. Savitsky, K. Peleg // *Emerg Med J.* – 2006. - № 23. - P. 903–905.

181. Borrelly, J. New insights into the pathophysiology of flail segment: the implications of anterior serratus muscle in parietal failure / J. Borrelly, M.H. Aazami // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2005. - № 28. - P. 742-749.

182. Bottlang, M. Anatomically contoured plates for fixation of rib fractures / M. Bottlang, I. Helzel, W.B. Long, S. Madey // *J Trauma.* – 2010. - Vol. 68, № 3. - P. 611–615.

183. Bottlang, M. Less-invasive stabilization of rib fractures by intramedullary fixation: a biomechanical evaluation / M. Bottlang, I. Helzel, W. Long, D. Fitzpatrick, S. Madey // *J Trauma*. – 2010. - № Vol. 68, № 5. - P. 1218–1224.

184. Bottlang, M. Surgical stabilization of flail chest injuries with MatrixRIB implants: a prospective observational study / M. Bottlang, W.B. Long, D. Phelan, D. Fielder, S.M. Madey // *Injury*. – 2013. - Vol. 44, № 2. - P. 232-238.

185. Bottlang, M. Biomechanical rationale and evaluation of an implant system for rib fracture fixation / M. Bottlang, S. Walleser, M. Noll, S. Honold, S.M. Madey, D. Fitzpatrick, W.B. Long // *Eur J Trauma Emerg Surg*. – 2010. - № 36. – P. 417–426.

186. Brown, C.V. Risk factors associated with early reintubation in trauma patients: a prospective observational study / C.V. Brown, J.B. Daigle, K.H. Foulkrod, B. Brouillette, A. Clark, C. Czysz, M. Martinez, H. Cooper // *J Trauma*. – 2011. - Vol. 71, № 1. - P. 37-41.

187. Bugaev, N. Displacement patterns of blunt rib fractures and their relationship to thoracic coinjuries: minimal displacements count / N. Bugaev, J.L. Breeze, M. Alhazmi, H.S. Anbari, S.S. Arabian, R. Rabinovici // *Am Surg*. – 2016. - Vol. 82, № 3. - P. 199-206.

188. Bulger, E.M. Epidural analgesia improves outcome after multiple rib fractures / E.M. Bulger, T. Edwards, P. Klotz, G.J. Jurkovich // *Surgery*. – 2004. - № 136. - P. 426-430.

189. Büyükkarabacak, Y.B. The usefulness of early surgical rib stabilization in flail chest / Y.B. Büyükkarabacak, A.T. Şengül, B. Çelik, S.H. Abacı, M.G. Pirzirenli, S. Gürz, A. Başoğlu // *Acta Chir Belg*. – 2015. - Vol. 115, № 6. - P. 408-413.

190. Byun, J.H. Factors affecting pneumonia occurring to patients with multiple rib fractures / J.H. Byun, H.Y. Kim // *Korean J Thorac Cardiovasc Surg*. - 2013. - Vol. 46, № 2. – P. 130-134.

191. Cacchione, R.N. Painful nonunion of multiple rib fractures managed by operative stabilization / R.N. Cacchione, J.D. Richardson, D. Seligson // *J Trauma*. – 2000. - Vol. 48, № 2. - P. 319-321.
192. Campbell, N. Surgical stabilization of rib fractures using inion OTFS wraps. Techniques and quality of life follow up / N. Campbell, P. Conaglen, K. Martin, P. Antippa // *J Trauma*. – 2009. - Vol. 67, № 3. - P. 596–601.
193. Campbell, N. Biomechanical testing of two devices for internal fixation of fractured ribs / N. Campbell, M. Richardson, P. Antippa // *J Trauma*. – 2010. - Vol. 68, № 5. - P. 1234-1238.
194. Cappello, M. Actions of the inspiratory intercostal muscles in flail chest / M. Cappello, A. De Troyer // *Am J Respir Crit Care Med*. – 1997. - № 155. - P. 1085–1089.
195. Caragounis, E.C. Surgical treatment of multiple rib fractures and flail chest in trauma: a one-year follow-up study / E.C. Caragounis, M. Fagevik Olsen, D. Pazooki, H. Granhed // *World J Emerg Surg*. – 2016. - № 11. - P. 27.
196. Carbognani, P. A technical proposal for the complex flail chest / P. Carbognani, L. Cattelani, M. Rusca, G. Bellini // *Ann Thorac Surg*. – 2000. - № 70. - P. 342-343.
197. Carrier, F.M. Effect of epidural analgesia in patients with traumatic rib fractures: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials / F.M. Carrier, A.F. Turgeon, P.C. Nicole, C.A. Trepanier, D.A. Fergusson, D. Thauvette, M.R. Lessard // *Can J Anaesth*. – 2009. - Vol. 56, № 3. - P. 230-242.
198. Carrillo, E.H. Thoracoscopic application of a topical sealant for the management of persistent posttraumatic pneumothorax / E.H. Carrillo, M. Kozloff, A. Saridakis, S. Bragg, J. Levy // *J Trauma*. – 2006. - № 60. – P. 111–114.
199. Carrillo, E.H. Thoracoscopy for the acutely injured patient / E.H. Carrillo, J.D. Richardson // *Am J Surg*. – 2005. - № 190. - P. 234–238.
200. Carter, B.M. Tracheostoma a useful operation in thoracic surgery with particular references to its employment in crushing injuries of the thorax / B.M. Carter, J. Giuseffi // *J Thorac Surg*. – 1951. - № 21. - P. 495.

201. Carter, R.R. Aortic injury from posterior rib fracture / R.R. Carter, N.T. Orr, D.J. Minion, E.S. Xenos // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2011. - № 39. - P. 138.
202. Casós, S.R. Role of thoracoscopy in acute management of chest injury / S.R. Casós, J.D. Richardson // *Curr Opin Crit Care.* – 2006. - № 12. - P. 584–589.
203. Cataneo, A.J. Surgical versus nonsurgical interventions for flail chest / A.J. Cataneo, D.C. Cataneo, F.H. de Oliveira, K.A. Arruda, R. El Dib, P.E. de Oliveira Carvalho // *Cochrane Database Syst Rev.* – 2015. - № 7. - CD009919.
204. Chai, X. The clinical application of absorbable intramedullary nail and claw plate on treating multiple rib fractures / X. Chai, Q. Lin, Z. Ruan, J. Zheng, J. Zhou, J. Zhang // *Minerva Chir.* – 2013. - Vol. 68, № 4. - P. 415-420.
205. Chan, S.S. Emergency bedside ultrasound for the diagnosis of rib fractures / S.S. Chan // *Am J Emerg Med.* – 2009. - № 27. - P. 617.
206. Chapman, B.C. RibScore: A novel radiographic score based on fracture pattern that predicts pneumonia, respiratory failure, and tracheostomy / B.C. Chapman, B. Herbert, M. Rodil, J. Salotto, R.T. Stovall, W. Biffl, J. Johnson, C.C. Burlew, C. Barnett, C. Fox, E.E. Moore, G.J. Jurkovich, F.M. Pieracci // *J Trauma Acute Care Surg.* – 2016. - Vol. 80, № 1. - P. 95-101.
207. Chardoli, M. Accuracy of chest radiography versus chest computed tomography in hemodynamically stable patients with blunt chest trauma / M. Chardoli, T. Hasan-Ghaliæe, H. Akbari, V. Rahimi-Movaghar // *Chin J Traumatol.* – 2013. - Vol. 16, № 6. – P. 351-354.
208. Chiumello, D. Noninvasive ventilation in chest trauma: systematic review and meta-analysis / D. Chiumello, S. Coppola, S. Froio, C. Gregoretti, D. Consonni // *Intensive Care Med.* – 2013. - Vol. 39, № 7. - P. 1171-1180.
209. Chou, Y.-P. The role of repairing lung lacerations during video-assisted thoracoscopic surgery evacuations for retained haemothorax caused by blunt chest trauma / Y.-P. Chou, L.-C. Kuo, K.-M. Soo, Y.-W. Tarng, H.-I. Chiang, F.-D. Huang, H.-L. Lin // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2013. - Vol. 46, № 1. – P. 107-111.
210. Chung, J.H. ACR appropriateness criteria blunt chest trauma / J.H. Chung, C.W. Cox, T.L. Mohammed, J. Kirsch, K. Brown, D.S. Dyer, M.E. Ginsburg,

D.E. Heitkamp, J.P. Kanne, E.A. Kazerooni, L.H. Ketai, J.G. Ravenel, A.G. Saleh, R.D. Shah, R.M. Steiner, R.D. Suh // *J Am Coll Radiol.* – 2014. - Vol. 11, № 4. - P. 345-351.

211. Ciraulo, D.L. Flail chest as a marker for significant injuries / D.L. Ciraulo, D. Elliott, K.A. Mitchell, A. Rodriguez // *J Am Coll Surg.* – 1994. - Vol. 178, № 5. – P. 466–470.

212. Constantinescu, O. A new method of treating the flail chest wall / O. Constantinescu // *Am J Surg.* – 1965. - № 109. – P. 604–610.

213. Cotogni, P. Deep sternal wound infection after cardiac surgery: evidences and controversies / P. Cotogni, C. Barbero, M. Rinaldi // *World J Crit Care Med.* – 2015. - Vol. 4, № 4. – P. 265-273.

214. Coughlin, T.A. Management of rib fractures in traumatic flail chest: a meta-analysis of randomized controlled trials / T.A. Coughlin, J.W. Ng, K.E. Rollins, D.P. Forward, B.J. Ollivere // *Bone Joint J.* – 2016. - Vol. 98-B, № 8. - P. 1119-1125.

215. Crutcher, R.R. Multiple rib fracture with instability of chest wall / R.R. Crutcher, T.M. Nolen // *J Thorac Surg.* – 1956. - Vol. 32, № 1. – P. 15–21.

216. Daly, M. Traumatic pulmonary pathology measured with computed tomography and a semiautomated analytic method / M. Daly, P.R. Miller, J.J. Carr, F.S. Gayzik, J.J. Hoth, J.W. Meredith, J.D. Stitzel // *Clinical Imaging.* – 2008. - Vol. 32, № 5. - P. 346–354.

217. Davignon, K. Pathophysiology and management of the flail chest / K. Davignon, J. Kwo, L.M. Bigatello // *Minerva Anesthesiol.* – 2004. - № 70. – P. 193-199.

218. De Jong, M.B. Surgical management of rib fractures: strategies and literature review / M.B. De Jong, M.C. Kokke, F. Hietbrink, L.P. Leenen // *Scand J Surg.* – 2014. - Vol. 103, № 2. - P. 120-125.

219. De Lesquen, H. Surgical management for the first 48 h following blunt chest trauma: state of the art (excluding vascular injuries) / H. De Lesquen, J.P. Avaro, L. Gust, R.M. Ford, F. Beranger, C. Natale, P.M. Bonnet, X.B. D`Journo // *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* – 2015. - Vol. 20, № 3. – P. 399-408.

220. De Moya, M. Pain as an indication for rib fixation: a bi-institutional pilot study / M. De Moya, T. Bramos, S. Agarwal, K. Fikry, S. Janjua, D.R. King, H.B. Alam, G.C. Velmahos, P. Burke, W. Tobler // *J Trauma*. – 2011. - Vol. 71, № 6. – P. 1750-1754.

221. De Troyer, A. Respiratory action of the intercostal muscles / A. De Troyer, P.A. Kirkwood, T.A. Wilson // *Physiol Rev*. – 2005. - Vol. 85, № 2. - P. 717-756.

222. Dean, N.C. Rib plating of acute and sub-acute non-union rib fractures in an adult with cystic fibrosis: a case report / N.C. Dean, D.H. van Boerum, T.G. Liou // *BMC Res Notes*. – 2014. - № 7. - P. 681.

223. DeFrest, L. Open reduction and internal fixation of rib fractures in polytrauma patients with flail chest / L. DeFrest, M. Tafen, A. Bhakta, A. Ata, S. Martone, O. Glotzer, K. Krautsak, C. Rosati, S.C. Stain, D. Bonville // *Am J Surg*. – 2016. - Vol. 211, № 4. - P. 761-767.

224. Dehghan, N. Flail chest injuries: a review of outcomes and treatment practices from the National Trauma Data Bank / N. Dehghan, C. De Mestral, M.D. McKee, E.H. Schemitsch, A. Nathens // *J Trauma Acute Care Surg*. - 2014. - Vol. 76, № 2. - P. 462-468.

225. Demirhan, R. Comprehensive analysis of 4205 patients with chest trauma: a 10-year experience / R. Demirhan, B. Onan, K. Oz, S. Halezeroglu // *Interact CardioVasc Thorac Surg*. – 2009. - № 9. - P. 450–453.

226. Di Fabio, D. Surgical stabilisation of posttraumatic flail chest. Our experience with 116 cases treated / D. Di Fabio, D. Benetti, M. Benvenuti, G. Mombelloni // *Minerva Chirurgica*. – 1995. - № 50. - P. 227–233.

227. Dimopoulou, I. Prediction of prolonged ventilatory support / I. Dimopoulou, A. Anthi, M. Lignos, E. Boukouvals, E. Evangelou, Ch. Routsis, K. Mandragos, Ch. Roussos // *Intens Care Med*. – 2003. - Vol. 29, № 7. - P. 1101–1105.

228. Dinh, M. The prognostic significance of pulmonary contusions on initial chest radiographs in blunt trauma patients / M. Dinh, M. Brzozowski, A. Kiss, M. Schull // *Eur J Trauma Emerg Surg*. – 2008. - Vol. 34, № 2. - P. 148-153.

229. Divisi, D. Surgical management of traumatic isolated sternal fracture and manubriosternal dislocation / D. Divisi, G. Di Leonardo, R. Crisci // *J Trauma Acute Care Surg*. – 2013. – Vol. 75, № 5. - P. 824-829.

230. Doben, A.R. Surgical rib fixation for flail chest deformity improves liberation from mechanical ventilation / A.R. Doben, E.A. Eriksson, C.E. Denlinger, S.M. Leon, D.J. Couillard, S.M. Fakhry, C.T. Minshall // *J Crit Care*. – 2014. - Vol. 29, № 1. - P. 139-143.

231. Dongel, I. Management of thoracic trauma in emergency service: analysis of 1139 cases / I. Dongel, A. Coscun, S. Ozbay, M. Bayram, B. Atli // *Pak J Med Sci*. – 2013. - Vol. 29, № 1. - P. 58-63.

232. Dor, V. Osteosynthesis of the thoracic wall. Technic, results and indications. Apropos of 19 cases / V. Dor, J. Paoli, M. Noirclerc, C. Malmejac, G. Chauvin, R. Pons // *Ann Chir*. - 1967. - Vol. 21, № 15. - P. 983–996.

233. Duggal, A. Safety and efficacy of noninvasive ventilation in patients with blunt chest trauma: a systematic review / A. Duggal, P. Perez, E. Golan, L. Tremblay, T. Sinuff // *Critical Care*. - 2013. - № 17. - R 142.

234. Dunlop, R.L. Novel use of hand fracture fixation plates in the surgical stabilisation of flail chest / R.L. Dunlop, W. Tiong, D. Veerasingam, J.L. Kelly // *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. - 2010. - № 63. - e 51-53.

235. Dutta, B. Pneumatic stabilization of iatrogenic flail chest with CPAP: a case report / B. Dutta, L. Kashyap // *Acta Anaesth Belg*. – 2010. - № 61. – P. 25-28.

236. Elkin, D. Thoracic injuries: review of cases / D. Elkin, F. Cooper // *Surg Gynec Obstet*. – 1943. - № 72. – P. 271.

237. Engel, C. Operative chest wall fixation with osteosynthesis plates / C. Engel, J.C. Krieg, S.M. Madey, W.B. Long, M. Bottlang // *J Trauma*. – 2005. - № 58. - P. 181–186.

238. Fabbrucci, P. Video-assisted thoracoscopy in the early diagnosis and management of post-traumatic pneumothorax and hemothorax / P. Fabbrucci, L. Nocentini, S. Secci, D. Manzoli, A. Brusino, M. Fedi, G.M. Paroli, S. Santoni // *Surg Endosc*. – 2008. - Vol. 22, № 5. - P. 1227-1231.

239. Fabricant, L. Prolonged pain and disability are common after rib fractures / L. Fabricant, B. Ham, R. Mullins, J. Mayberry // *Am J Surg.* – 2013. - Vol. 205, № 5. - P. 511-515.

240. Fabricant, L. Prospective clinical trial of surgical intervention for painful rib fracture nonunion / L. Fabricant, B. Ham, R. Mullins, J. Mayberry // *Am Surg.* – 2014. - Vol. 80, № 6. - P. 580-586.

241. Fagevik Olsen, M. Recovery after stabilizing surgery for flail chest / M. Fagevik Olsen, D. Pazooki, H. Granhed // *Eur J Trauma Emerg Surg.* – 2013. - Vol. 39, № 5. - P. 501-506.

242. Fagevik Olsen, M. Physical function and pain after surgical or conservative management of multiple rib fractures – a follow-up study / M. Fagevik Olsen, M. Sloba, L. Klarin, E.C. Caragounis, D. Pazooki, H. Granhed // *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* – 2016. - Vol. 24, № 1. - P. 128.

243. Farquhar, J. No benefit to surgical fixation of flail chest injuries compared with modern comprehensive management: results of a retrospective cohort study / J. Farquhar, Y. Almahrabi, G. Slobogean, B. Slobogean, N. Garraway, R.K. Simons, S.M. Hameed // *Can J Surg.* – 2016. - Vol. 59, № 5. - P. 299-303.

244. Ferguson, M.K. Difficult decisions in thoracic surgery / M.K. Ferguson. – London: Springer, 2011. - 504 p.

245. Fitzpatrick, D.C. Operative stabilization of flail chest injuries: review of literature and fixation options / D.C. Fitzpatrick, P.J. Denard, D. Phelan, W.B. Long, S.M. Madey, M. Bottlang // *Eur J Trauma Emerg Surg.* – 2010. - № 36. - P. 427–433.

246. Flagel, B.T. Half-a-dozen ribs: the breakpoint for mortality / B.T. Flagel, F.A. Luchette, R.L. Reed, T.J. Esposito, K.A. Davis, J.M. Santaniello, R.L. Gamelli // *Surgery.* – 2005. - Vol. 138, № 4. - P. 717–723.

247. Freedland, M. The management of flail chest injury: factors affecting outcome / M. Freedland, R.F. Wilson, J.S. Bender, A. Levison // *J Trauma.* - 1990. - № 30. - P. 1460–1468.

248. Freeman, R.K. Indications for using video-assisted thoracoscopic surgery to diagnose diaphragmatic injuries after penetrating chest trauma / R.K.

Freeman, G. Al-Dossari, K.A. Hutcheson, L. Huber, M.E. Jessen, D.M. Meyer, M.A. Wait, J.M. DiMaio // *Ann Thorac Surg.* – 2001. - № 72. – P. 342-347.

249. Freixinet Gilart, J. Guidelines for the diagnosis and treatment of thoracic traumatism / J. Freixinet Gilart, H. Hernández Rodríguez, P. Martínez Vallina, R. Moreno Balsalobre, P. Rodríguez Suárez // *Arch Bronconeumol.* – 2011. - Vol. 47, № 1. - P. 41-49.

250. Funk, D.J. A brief report: the use of high-frequency oscillatory ventilation for severe pulmonary contusion / D.J. Funk, E. Lujan, E.W. Moretti, J. Davies, C.C. Young, M.B. Patel, S.N. Vaslef // *J Trauma.* – 2008. - № 65. - P. 390–395.

251. Garcia Villar, C. Pneumomediastinum and subcutaneous emphysema due to ribs fractures / C. Garcia Villar, A.M. Sagarra Lozano, F. Japon Sola // *Med Clin.* – 2014. - Vol. 143, № 1. - P. 48.

252. Garzon, A.A. Severe blunt chest trauma: studies of pulmonary mechanics and blood gases / A.A. Garzon, A. Gourin, B. Seltzer, C.-J. Chiu, K.E. Karlson // *Ann Thorac Surg.* - 1966. - № 2. - P. 629-639.

253. Gasparri, M.G. Rib stabilization: lessons learned / M.G. Gasparri, W.B. Tisol, G.B. Haasler // *Eur J Trauma Emerg Surg.* – 2010. - № 36. - P. 435-440.

254. George, R.S. The expanded role of extracellular matrix patch in malignant and non-malignant chest wall reconstruction in thoracic surgery / R.S. George, K. Kostopanagiotou, K. Papagiannopoulos // *Interact CardioVasc Thorac Surg.* – 2014. - Vol. 18, № 3. - P. 335-339.

255. George, R. Timing for surgical fixation of multiple simple rib fractures and flail chest: a single-centre experience / R. George, J. Rao, J. Edwards // *Abstracts of the 21<sup>st</sup> European Conference on General Thoracic Surgery.* - Birmingham, UK, 2013.- P.104.

256. Ghasoup, A. Early markers of acute respiratory distress syndrome in severe trauma patients / A. Ghasoup, O. Sadieh, I. Marey, E. Al Balawie, A. Al Boweine // *Abstracts of the International Surgical Week 2013.* - Helsinki, Finland, 2013. – P. 536.

257. Girsowicz, E. Does surgical stabilization improve outcomes in patients with isolated multiple distracted and painful non-flail rib fractures? / E. Girsowicz, P.-E. Falcoz, N. Santelmo, G. Massard // *Interact CardioVasc Thorac Surg.* – 2012. - № 14. - P. 312–315.

258. Glavas, M. Flail chest stabilization with palacos prosthesis / M. Glavas, S. Altarac, D. Vukas, A. Ivancić, I. Drazinić, N. Gusić, R. Celović, I. Mirković // *Acta Med Croatica.* – 2001. - Vol. 55, № 2. - P. 91–95.

259. Goodman, M. Video-assisted thoracoscopic surgery for acute thoracic trauma / M. Goodman, J. Lewis, J. Guitron, M. Reed, T. Pritts, S. Starnes // *J Emerg Trauma Shock.* – 2013. - Vol. 6, № 2. - P. 106-109.

260. Gordon, I.J. Intermittent positive-pressure ventilation for the crushed chest: an epic in intensive care / I.J. Gordon, E.S. Jones // *Intensive Care Med.* - 2001. - № 1. - P. 32–35.

261. Gordy, S. The contribution of rib fractures to chronic pain and disability / S. Gordy, L. Fabricant, B. Ham, R. Mullins, J. Mayberry // *Am J Surg.* – 2014. - Vol. 207, № 5. - P. 659-662.

262. Graeber, G.M. Rib fracture healing in experimental flail chest / G.M. Graeber, D.J. Cohen, D.H. Patrick, R.E. Wolf, M.C. Hotard, R. Zajtchuk // *J Trauma.* – 1985. - Vol. 25, № 9. - P. 903-908.

263. Granetzny, A. Surgical versus conservative treatment of flail chest. Evaluation of the pulmonary status / A. Granetzny, M.A. El-Aal, E. Emam, A. Shalaby, A. Boseila // *Interact CardioVasc Thorac Surg.* – 2005. – № 4. - P. 583–587.

264. Granhed, H.P. A feasibility study of 60 consecutive patients operated for unstable thoracic cage / H.P. Granhed, D. Pazooki // *J Trauma Manag Outcomes.* – 2014. - Vol. 8, № 1. - P. 20.

265. Guernelli, N. Technique for the management of anterior flail chest / N. Guernelli, R.B. Bragaglia, A. Briccoli, M. Mastroilli, R. Vecchi // *Thorax.* – 1979. - № 34. - P. 247-248.

266. Gunduz, M. A comparative study of continuous positive airway pressure (CPAP) and intermittent positive pressure ventilation (IPPV) in patients with flail

chest / M. Gunduz, H. Unlugenc, M. Ozalevli, K. Inanoglu, H. Akman // *Emerg Med J.* – 2005. - Vol. 22, № 5. - P. 325-329.

267. Gyhra, A. Experimental flail chest: ventilatory function with fixation of flail segment in internal and external position / A. Gyhra, P. Torres, J. Pino, S. Palacios, L. Cid // *J Trauma.* – 1996. - Vol. 40, № 6. - P. 977-979.

268. Haecker, F.-M. The vacuum bell for treatment of pectus excavatum: an alternative to surgical correction? / F.-M. Haecker, J. Mayr // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2006. - № 29. - P. 557-561.

269. Hagen, K. Multiple rib fractures treated with a drinker respirator: a case report / K. Hagen // *JBJS Am.* – 1945. - Vol. 27, № 2. - P. 330–334.

270. Hasenboehler, E.A. Treatment of traumatic flail chest with muscular sparing open reduction and internal fixation: description of a surgical technique / E.A. Hasenboehler, A.C. Bernard, A.J. Bottiggi, E.S. Moghadamian, R.D. Wright, P.K. Chang, B.R. Boulanger, P.A. Kearney // *J Trauma.* – 2011. - Vol. 71, № 2. - P. 494–501.

271. Helzel, I. Evaluation of intramedullary rib splints for less-invasive stabilisation of rib fractures / I. Helzel, W. Long, D. Fitzpatrick, S. Madey, M. Bottlang // *Injury.* – 2009. - Vol. 40, № 10. - P. 1104-1110.

272. Hernandez, G. Noninvasive ventilation reduces intubation in chest trauma-related hypoxemia: a randomized clinical trial / G. Hernandez, R. Fernandez, P. Lopez-Reina, R. Cuena, A. Pedrosa, R. Ortiz, P. Hiradier // *Chest.* – 2010. - № 137. – P. 74-80.

273. Heroy, W.W. A method of skeletal traction applied through the sternum in "steering wheel" injury of the chest / W.W. Heroy, F.C. Eggleston // *Ann Surg.* - 1951. - Vol. 133, № 1. - P. 135-138.

274. Hoffstetter, P. Clinical significance of conventional rib series in patients with minor thoracic trauma / P. Hoffstetter, C. Dornia, M. Wagner, M.H. Al Suwaidi, C. Niessen, L.M. Dendl, C. Stroszczyński, A.G. Schreyer // *Rofo.* - 2014. - Vol. 186, № 9. - P. 876-890.

275. Holcomb, J.B. Morbidity from rib fractures increases after age 45 / J.B. Holcomb, N.R. McMullin, R.A. Kozar, M.H. Lygas, F.A. Moore // *J Am Coll Surg.* – 2003. - № 196. - P. 549-555.

276. Huang, K.N. Stabilization of multiple rib fractures in a canine model / K.N. Huang, Z.F. Xu, J.X. Sun, X.Y. Ding, B. Wu, W. Li, X. Qin, H. Tang // *J Surg Res.* – 2014. - Vol. 192, № 2. – P. 621-627.

277. Huber, S. Predictors of poor outcomes after significant chest trauma in multiply injured patients: a retrospective analysis from the German Trauma Registry (Trauma Register DGU) / S. Huber, P. Biberthaler, P. Delhey, H. Trentzsch, H. Winter, M. van Griensven, R. Lefering, S. Huber-Wagner // *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* – 2014. - Vol. 22, № 1. - P. 52.

278. Iarussi, T. Composite chest wall reconstruction using titanium plates and mesh preserves chest wall function / T. Iarussi, A. Pardolesi, P. Campese, R. Sacco // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 2010. - Vol. 140, № 2. - P. 476-477.

279. Igai, H. Rib fixation for severe chest deformity due to multiple rib fractures / H. Igai, M. Kamiyoshihara, T. Nagashima, Y. Ohtaki // *Ann Thorac Cardiovasc Surg.* – 2012. - Vol. 18, № 5. - P. 458-461.

280. Ikonen, A. Blunt chest trauma in hospitalized patients: evaluation of risk factors on outcome / A. Ikonen, T. Soderlund, T. Pyhalto, L. Handolin // *Abstracts of the International Surgical Week 2013.* - Helsinki, Finland, 2013. - P. 582.

281. Ishibashi, H. Benefit of three-dimensional computed tomography for traumatic rib fracture: easy to detect and explain rib fractures / H. Ishibashi, S. Ohta, M. Hirose, N. Nakajima // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2008. - № 34. - P. 449.

282. Ivancic, A. Initial experience with external thoracic stabilization by the “figure of eight” osteosynthesis in polytraumatized patients with flail chest injury / A. Ivancic, I. Saftic, T. Cicvaric, J. Spanjol, H. Stalekar, M. Marinovic, D. Markic // *Coll Antropol.* – 2009. - Vol. 33, № 1. - P. 51–56.

283. Iwasaki, Y. Surgical stabilization of multiple rib fracture and flail chest / Y. Iwasaki, S. Kawasaki, M. Shinozaki, T. Yoshimasu, Y. Okamura // *Kyobu Geka.* – 2006. - Vol. 59, № 11. – P. 980-984.

284. Jaslow, I. Skeletal traction in the treatment of multiple fractures of the thoracic cage / I. Jaslow // *Am J Surg.* – 1946. - Vol. 72, № 5. - P. 753–755.
285. Jayle, C.P. Flail chest in polytraumatized patients: surgical fixation using Stracos reduces ventilator time and hospital stay / C.P. Jayle, G. Allain, P. Ingrand, L. Laksiri, E. Bonnin, J. Hajj-Chahine, O. Mimos, P. Corbi // *Biomed Res Int.* – 2015. - № 2015. – P. 624723.
286. Jones, T. Traction on the sternum in the treatment of multiple fractured ribs / T. Jones, E. Richardson // *Surg Gynec Obstet.* – 1926. - № 42. - P. 283.
287. Judet, R. Osteosynthese costale / R. Judet // *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* – 1973. - Vol. 59, № 1. - P. 334–335.
288. Kaewlai, R. Multidetector CT of blunt thoracic trauma / R. Kaewlai, L.L. Avery, A.V. Asrani, R.A. Novelline // *Radiographics.* – 2008. - Vol. 28, № 6. - P. 1555–1570.
289. Kamiyoshihara, M. Modified application of a wound retractor for surgery in chest trauma / M. Kamiyoshihara, N. Kawatani, H. Igai // *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* – 2015. - Vol. 23, № 2. - P. 232-234.
290. Kaplan, T. An unexpected complication of titanium rib clips / T. Kaplan, G. Gulbahar, A.G. Gundogdu, S. Han // *Ann Thorac Surg.* – 2014. - Vol. 98, № 6. - P. 2206-2209.
291. Karcz, M.K. Noninvasive ventilation in trauma / M.K. Karcz, P.J. Papadakos // *World J Crit Care Med.* – 2015. - Vol. 4, № 1. - P. 47-54.
292. Karev, D.V. Operative management of the flail chest / D.V. Karev // *Wiad Lek.* – 1997. - № 50 (Suppl 1). – P. 205-208.
293. Kasotakis, G. Operative fixation of rib fractures after blunt trauma: a practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma / G. Kasotakis, E.A. Hasenboehler, E.W. Streib, N. Patel, M.B. Patel, L. Alarcon, P.L. Bosarge, J. Love, E.R. Haut, J.J. Como // *J Trauma Acute Care Surg.* - 2017. – Vol. 82, № 3. –P. 618-626.

294. Ke, S. Thoracoscopy-assisted minimally invasive surgical stabilization of the anterolateral flail chest using Nuss bars / S. Ke, H. Duan, Y. Cai, J. Kang, Z. Feng // *Ann Thorac Surg.* – 2014. - № 6. - P. 2179-2182.

295. Kea, B. What is the clinical significance of chest CT when the chest x-ray result is normal in patients with blunt trauma? / B. Kea, R. Gamarallage, H. Vairamuthu, J. Fortman, K. Lunney, G.W. Hendey, R.M. Rodriguez // *Am J Emerg Med.* – 2013. - Vol. 31, № 8. - P. 1268-1273.

296. Keel, M. Chest injuries – what is new? / M. Keel, C. Meier // *Curr Opin Crit Care.* – 2007. - № 13. - P. 674-679.

297. Kesinger, M. A standardized trauma protocol at a university hospital in a middle-income country: adherence and preliminary outcomes / M. Kesinger, J.C. Puyana, A.M. Rubiano // *Abstracts of the International Surgical Week 2013.* - Helsinki, Finland, 2013. – P. 570.

298. Khan, I.H. Muscle sparing thoracotomy: a biomechanical analysis confirms preservation of muscle strength but no improvement in wound discomfort / I.H. Khan, K.G. McManus, A. McCraith, J.A. McGuigan // *Eur J Cardiothorac Surg.* - 2000. - № 18. - P. 656-661.

299. Khandelwal, G. A prospective single center study to assess the impact of surgical stabilization in patients with rib fracture / G. Khandelwal, R.K. Mathur, S. Shukla, A. Maheshwari // *Int J Surg.* – 2011. - Vol. 9, № 6. - P. 478–481.

300. Kim, J.J. Nuss procedure for severe flail chest after blunt trauma / J.J. Kim, Y.H. Kim, S.W. Moon, S.Y. Choi, S.C. Jeong // *Ann Thorac Surg.* – 2015. - Vol. 99, № 2. - P. 25-27.

301. Kiraly, L. Management of the crushed chest / L. Kiraly, M. Schreiber // *Crit Care Med.* – 2010. - № 38(Suppl. 9). – S 469 –S 477.

302. Kishikawa, M. Laterality of air volume in the lungs long after chest trauma / M. Kishikawa, T. Minami, T. Shimazu, H. Sugimoyo, T. Yoshioka, K. Katsurada, T. Sugimoto // *J Trauma.* – 1993. - Vol. 34, № 6. - P. 908-913.

303. Klassen, K.P. Medullary pegging in thoracotomy incisions / K.P. Klassen // *J Thorac Surg.* – 1949. - Vol. 18, № 1. - P. 90–96.

304. Konstantinov, I.E. Stabilisation of chronic flail chest: a novel approach of surgical fixation and osteogenesis / I.E. Konstantinov, P. Saxena, D.J. Wood // *Thorax*. – 2009. - № 64. - P. 265-266.

305. Kouritas, V. Cardiac enzyme evaluation in sternal and rib fracture patients without electrocardiogram or ultrasound findings: is it necessary to determine them? / V. Kouritas, C. Zissis, E. Samiotis, I. Ttofi // *Interact CardioVasc Thorac Surg*. – 2012. - № 15(suppl 1). – S 41.

306. Krüger, M. Multidirectional thoracic wall stabilization: a new device on the scene / M. Krüger, N. Zinne, R. Zhang, J.P. Schneider, A. Heckmann, A. Haverich, C. Petersen // *Ann Thorac Surg*. - 2013. - Vol. 96, № 5. - P. 1846-1849.

307. Kulaylat, A.N. Successful operative rib fixation of traumatic flail chest in a patient with osteogenesis imperfecta / A.N. Kulaylat, C.H. Chesnut III, A.P. Santos, S.B. Armen // *Interact CardioVasc Thorac Surg*. - 2014. - Vol. 19, № 3. – P. 518-519.

308. Kyriss, T. Functional outcome after chest wall stabilization / T. Kyriss, U. Lenz, G. Friedel // *Zentralbl Chir*. – 2016. - № 141(Suppl 1). - S6-S11.

309. Labitzke, R. Early thoracotomy and chest wall stabilization with elastic rib clamps / R. Labitzke // *Zentralbl Chir*. – 1981. - Vol. 106, № 20. - P. 1351–1359.

310. Labitzke, R. Biomechanic examination of rib plates / R. Labitzke // *Langenbecks Arch Chir*. – 1981. - Vol. 354, № 3. - P. 169–171.

311. Lafferty, P.M. Operative treatment of chest wall injuries: indications, technique, and outcomes / P.M. Lafferty, J. Anavian, R.E. Will, P.A. Cole // *J Bone Joint Surg Am*. – 2011. - Vol. 93, № 1. - P. 97–110.

312. Landreneau, R.J. Strut fixation of an extensive flail chest / R.J. Landreneau, J.M. Hinson, S.R. Hazelrigg, J.A. Johnson, T.B. Boley, J.J. Curtis // *Ann Thorac Surg*. – 1991. - № 51. - P. 473–475.

313. Landreneau, R.J. Thoracoscopy for empyema and hemothorax / R.J. Landreneau, R.J. Keenan, S.R. Hazelrigg, M.J. Mack, K.S. Naunheim // *Chest*. – 1996. - № 109. - P. 18-24.

314. Lang-Lazdunski, L. Videothoracoscopy in thoracic trauma and penetrating injuries / L. Lang-Lazdunski, O. Chapuis, F. Pons, R. Jancovici // *Ann Chir.* – 2003. - Vol. 128, № 2. - P. 75-80.

315. Lang-Lazdunski, L. Role of videothoracoscopy in chest trauma / L. Lang-Lazdunski, J. Mouroux, F. Pons, G. Grosdidier, E. Martinod, D. Elkaim, J. Azorin, R. Jancovici // *Ann Thorac Surg.* – 1997. - № 63. - P. 327–333.

316. Lardinois, D. Pulmonary function testing after operative stabilisation of the chest wall for flail chest / D. Lardinois, T. Krueger, M. Dusmet, N. Ghisletta, M. Gugger, H.B. Ris // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2001. - № 20. - P. 496–501.

317. Lee, R.B. Three or more rib fractures as an indicator for transfer to a Level I trauma center: a population-based study / R.B. Lee, S.M. Bass, J.A. Morris, E. MacKenzie // *J Trauma.* – 1990. - № 30. – P. 689–694.

318. Lee, S.A. Flail chest stabilization with Nuss operation in presence of multiple myeloma / S.A. Lee, J.J. Hwang, H.K. Chee, Y.H. Kim, W.S. Lee // *J Thorac Dis.* – 2014. - Vol. 6, № 5. - P. 43-47.

319. Lee, S.K. Nuss procedure for surgical stabilization of flail chest with horizontal sternal body fracture and multiple bilateral rib fractures / S.K. Lee, K. Kang do // *J Thorac Dis.* – 2016. - Vol. 8, № 6. – E 390-392.

320. Leenen, L. Special issue on rib fixation / L. Leenen // *Eur J Trauma Emerg Surg.* – 2010. - № 36. – P. 405.

321. Leenstra, B.S. Surgical stabilization in a 13-year-old boy with traumatic flail chest / B.S. Leenstra, A. Stolwijk, M. Poeze // *BMJ Case Rep.* 2015. - № 2015. – bcr2015209371.

322. Leinicke, J.A. Operative management of rib fractures in the setting of flail chest: a systematic review and meta-analysis / J.A. Leinicke, L. Elmore, B.D. Freeman, G.A. Colditz // *Ann Surg.* – 2013. - Vol. 258, № 6. - P. 914-921.

323. Leo, F. Anterior flail chest and sternal fracture: to fix or not to fix? / F. Leo, N. Venissac, S. Lopez, D. Pop, F. Savinelli, J. Mouroux // *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* – 2003. - Vol. 11, № 2. - P. 188.

324. Lewis, F.J. Control of respiratory therapy in flail chest / F.J. Lewis, A. Thomas, R. Schlobohm // *Ann Thorac Surg.* – 1975. - № 20. - P. 170–176.
325. Lien, Y.-C. Risk factors for 24-hour mortality after traumatic rib fractures owing to motor vehicle accidents: a nationwide population-based study / Y.-C. Lien, C.-H. Chen, H.-C. Lin // *Ann Thorac Surg.* – 2009. - № 88. - P. 1124–1130.
326. Liman, S.T. Chest injury due to blunt trauma / S.T. Liman, A. Kuzucu, A.I. Tastepe, G.N. Ulasan, S. Topcu // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2003. - № 23. - P. 374–378.
327. Lin, H.-L. How early should VATS be performed for retained haemothorax in blunt chest trauma? / H.-L. Lin, W.-Y. Huang, C. Yang, S.-M. Chou, H.-I. Chiang, L.-C. Kuo, T.-Y. Lin, Y.-P. Chou // *Injury.* – 2014. - № 45. - P. 1359–1364.
328. Lindenmaier, H.L. The surgical treatment of thoracic wall instability / H.L. Lindenmaier, E.H. Kuner, H. Walz // *Unfallchirurgie.* – 1990. - № 16. - P. 172–177.
329. Liovic, P. Fixation of a human rib by an intramedullary telescoping splint anchored by bone cement / P. Liovic, I.D. Sutalo, S.F. Marasco // *Comput Methods Biomech Biomed Engin.* – 2016. - Vol. 19, № 12. - P. 1297-1305.
330. Liu, J. Internal fixation treatment of multiple rib fractures with absorbable rib-connecting-pins / J. Liu, K. Li, J. He // *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi.* – 2011. - Vol. 25, № 1. - P. 100-103.
331. Livingston, D.H. CT diagnosis of rib fractures and the prediction of acute respiratory failure / D.H. Livingston, B. Shogan, P. John, R.F. Lavery // *J Trauma.* – 2008. - Vol. 64, № 4. – P. 905-911.
332. Lozano-Corona, R. Successful treatment of flail chest with chondrosternal disruption and traumatic parasternal lung hernia with titanium rib bridges / R. Lozano-Corona, U. Loyola-Garcia, I.C. Partida, F. Rodriguez-Ortega // *BMJ Case Rep.* - 2013. - № 2013. – bcr2013008887.

333. Lu, M.S. Delayed pneumothorax complicating minor rib fracture after chest trauma / M.S. Lu, Y.K. Huang, Y.H. Liu, H.P. Liu, C.L. Kao // *Am J Emerg Med.* – 2008. - Vol. 26, № 5. – P. 551–554.

334. Majercik, S. Long-term patient outcomes after surgical stabilization of rib fractures / S. Majercik, Q. Cannon, S.R. Granger, D.H. van Boerum, T.W. White // *Am J Surg.* – 2014. - Vol. 208, № 1. - P. 88-92.

335. Majercik, S. Surgical stabilization of severe rib fractures decreases incidence of retained hemothorax and empyema / S. Majercik, S. Vijayakumar, G. Olsen, E. Wilson, S. Gardner, S.R. Granger, D.H. van Boerum, T.W. White // *Am J Surg.* – 2015. - Vol. 210, № 6. – P. 1112-1116.

336. Manlulu, A.V. Current indications and results of VATS in the evaluation and management of hemodynamically stable thoracic injuries / A.V. Manlulu, T.W. Lee, K.H. Thung, R. Wong, A.P. Yim // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2004. - № 25. - P. 1048 –1053.

337. Marasco, S.F. Prospective randomised controlled trial of operative rib fixation in traumatic flail chest / S.F. Marasco, A.R. Davies, J. Cooper, D. Varma, V. Bennett, R. Nevill, G. Lee, M. Bailey, M. Fitzgerald // *J Am Coll Surg.* – 2013. - Vol. 216, № 5. - P. 924-932.

338. Marasco, S. Quality of life after major trauma with multiple rib fractures / S. Marasco, G. Lee, R. Summerhayes, M. Fitzgerald, M. Bailey // *Injury.* – 2015. - Vol. 46, № 1. – P. 61-65.

339. Marasco, S. Analysis of bone healing in flail chest injury: do we need to fix both fractures per rib? / S. Marasco, S. Liew, E. Edwards, D. Varma, R. Summerhayes // *J Trauma Acute Care Surg.* – 2014. - Vol. 77, № 3. - P. 452-458.

340. Marasco, S.F. Structural integrity of intramedullary rib fixation using a single bioresorbable screw / S.F. Marasco, P. Liovic, I.D. Sutalo // *J Trauma Acute Care Surg.* – 2012. - Vol. 73, № 3. - P. 668-673.

341. Marasco, S. Surgical rib fixation – technical aspects / S. Marasco, P. Saxena // *Injury.* – 2015. - Vol. 46, № 5. - P. 929-932.

342. Mattox, R. Sonography of occult rib and costal cartilage fractures: a case series / R. Mattox, K.E. Reckelhoff, A.B. Welk, A.B. Kettner // *J Chiropr Med.* – 2014. - Vol. 13, № 2. - P. 139-143.

343. Maury, J.-M. Surgical fixation of rib fractures in chest wall trauma / J.-M. Maury, G. Roquet, G. Marcotte, J.-S. David // *Intensive Care Med.* – 2015. - Vol. 41, № 8. - P. 1483-1484.

344. Mayberry, J.C. Surveyed opinion of American trauma, orthopedic, and thoracic surgeons on rib and sternal fracture repair / J.C. Mayberry, L.B. Ham, P.H. Schipper, T.J. Ellis, R.J. Mullins // *J Trauma.* – 2009. - № 66. – P. 875–879.

345. Mayberry, J.C. Absorbable plates for rib fracture repair: preliminary experience / J.C. Mayberry, J.T. Terhes, T.J. Ellis, S. Wanek, R.J. Mullins // *J Trauma.* – 2003. - № 55. - P. 835–839.

346. Messing, J.A. Successful management of severe flail chest via early operative intervention / J.A. Messing, V. Gall, B. Sarani // *J Trauma Nurs.* – 2014. - Vol. 21, № 2. - P. 83-85.

347. Meyer, D.M. Early evacuation of traumatic retained hemothoraces using thoracoscopy: a prospective, randomized trial / D.M. Meyer, M.E. Jessen, M.A. Wait, A.S. Estrera // *Ann Thorac Surg.* – 1997. - Vol. 64, № 5. - P. 1396-1400 (discussion 1400-1401).

348. Milanchi, S. Video-assisted thoracoscopic surgery in the management of penetrating and blunt thoracic trauma / S. Milanchi, I. Makey, R. McKenna, D.R. Margulies // *J Minim Access Surg.* – 2009. - № 5. – P. 63–66.

349. Miller, P.R. ARDS after pulmonary contusion: accurate measurement of contusion volume identifies high-risk patients / P.R. Miller, M.A. Croce, T.K. Bee, W.G. Qaisi, C.P. Smith, G.L. Collins, T.C. Fabian // *J Trauma.* – 2001. - Vol. 51, № 2. – P. 223-228.

350. Mollberg, N.M. Chest computed tomography for penetrating thoracic trauma after normal screening chest roentgenogram / N.M. Mollberg, S.R. Wise, A.L. De Hoyos, F.-J. Lin, G. Merlotti, M.G. Massad // *Ann Thorac Surg.* – 2012. - № 93. - P. 1830-1835.

351. Molnar, T.F. Surgical management of chest wall trauma / T.F. Molnar // *Thorac Surg Clin.* – 2010. - Vol. 20, № 4. – P. 475-485.

352. Mommsen, P. Comparison of different thoracic trauma scoring systems in regards to prediction of post-traumatic complications and outcome in blunt chest trauma / P. Mommsen, C. Zeckey, H. Andruszkow, J. Weidemann, C. Fromke, P. Puljic, M. van Griensven, M. Frink, C. Krettek, F. Hildebrand // *J Surg Res.* – 2012. - Vol. 176, № 1. – P. 239-247.

353. Moore, E.E. Organ injury scaling III: chest wall, abdominal vascular, ureter, bladder and urethra / E.E. Moore, T.H. Cogbill, G.J. Jurkovich, J.W. McAninch, H.R. Champion, T.A. Gennarelli, M.A. Malangoni, S.R. Shackford, P.G. Trafton // *J Trauma.* – 1992. - Vol. 33, № 3. – P. 337-339.

354. Moreno De La Santa, P. Rib fractures: mortality risk factors / P. Moreno De La Santa, P. Magdalena, M.D. Polo Otero, C. Delgado, S. Leal, C. Trinidad, M.D. Corbacho, A. Garcia // *Abstracts of the 21<sup>st</sup> European Conference on General Thoracic Surgery.* - Birmingham, UK, 2013. - P. 103.

355. Moreno De La Santa Barajas, P. Surgical fixation of rib fractures with clips and titanium bars (STRATOS system). Preliminary experience / P. Moreno De La Santa Barajas, M.D. Polo Otero, C. Delgado Sánchez-Gracián, M. Lozano Gómez, A. Toscano Novella, J. Calatayud Moscoso Del Prado, S. Leal Ruiloba, M.L. Choren Duran // *Cirugia Espanola.* – 2010. - № 88. – P. 180–186.

356. Moreno De La Santa Barajas, P. Flail chest management: conservative vs. surgical treatment, early and late outcomes / P. Moreno De La Santa Barajas, M.D. Polo Otero, C. Delgado Sánchez-Gracián, P. Magdalena Lopez, M. Choren Durán, C. Trinidad, S. Leal Ruiloba, M. Lozano Gómez // *Interact CardioVasc Thorac Surg.* – 2011. - № 13(Supplement 1). – S 44.

357. Muhm, M. Severe trauma of chest wall: surgical rib stabilisation versus non-operative treatment / M. Muhm, J. Härter, C. Weiss, H. Winkler // *Eur J Trauma Emerg Surg.* – 2013. - Vol. 39, № 3. – P. 257-265.

358. Nagahiro, I. Flail chest rescued by mechanical ventilation with early tracheotomy and physiotherapy: report of case / I. Nagahiro, Y. Doi, S. Sato, S.

Nanba, N. Ishii, Y. Yaida, T. Niguma, T. Kurasako, M. Matsumoto // *Kyobu Geka.* – 2006. - Vol. 59, № 9. - P. 864-866.

359. Nakagawa, T. Use of a titanium alloy (Chest Way) in the surgical stabilization of flail chest / T. Nakagawa, T. Matsuzaki, N. Aruga, N. Imamura, R. Hamanaka, Y. Ikoma, R. Masuda, M. Iwazaki // *Gen Thorac Cardiovasc Surg.* – 2016. - Vol. 64, № 9. - P. 561-563.

360. Navsaria, P.H. Thoracoscopic evacuation of retained posttraumatic hemothorax / P.H. Navsaria, R.J. Vogel, A.J. Nicol // *Ann Thorac Surg.* – 2004. - Vol. 78, № 1. - P. 282–285.

361. Nelson, L.D. Ventilatory support of the trauma patient with pulmonary contusion (Review) / L.D. Nelson // *Respir Care Clin N Am.* – 1996. - № 2. - P. 425–447.

362. Ng, A.B. Operative stabilization of painful non-united multiple rib fractures / A.B. Ng, P.V. Giannoudis, Q. Bismil, A.F. Hinsche, R.M. Smith // *Injury.* – 2001. - Vol. 32, № 8. - P. 637-639.

363. Ng, C.S.H. Chest wall reconstruction with MatrixRib system: avoiding pitfalls / C.S.H. Ng, A.M. Ho, R.W. Lau, R.H. Wong // *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* – 2014. - Vol. 18, № 3. - P. 402-403.

364. Ng, C.S. Delayed fracture of MatrixRib precontoured plate system / C.S. Ng, R.H. Wong, M.W. Kwok, A.P. Yim // *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* – 2014. - Vol. 19, № 3. – P. 512-514.

365. Nickerson, T.P. Use of a 90° drill and screwdriver for rib fracture stabilization / T.P. Nickerson, B.D. Kim, M.D. Zielinski, D. Jenkins, H.J. Schiller // *World J Surg.* – 2015. - Vol. 39, № 3. - P. 789-793.

366. Nickerson, T.P. Outcomes of complete versus partial surgical stabilization of flail chest / T.P. Nickerson, C.A. Thiels, B.D. Kim, M.D. Zielinski, D.H. Jenkins, H.J. Schiller // *World J Surg.* – 2016. - Vol. 40, № 1. - P. 236-241.

367. Nirula, R. Rib fracture repair: indications, technical issues, and future directions / R. Nirula, J.J. Diaz, D.D. Trunkey, J.C. Mayberry // *World J Surg.* – 2009. - Vol. 33, № 1. – P. 14–22.

368. Nirula, R. Rib fracture fixation: controversies and technical challenges / R. Nirula, J.C. Mayberry // *Am Surg.* – 2010. - Vol. 76, № 8. - P. 793-802.

369. Nishiumi, N. Treatment with internal pneumatic stabilization for anterior flail chest / N. Nishiumi, S. Fujimori, N. Katoh, M. Iwasaki, S. Inokuchi, H. Inoue // *Tokai J Exp Clin Med.* – 2007. - Vol. 32, № 4. - P. 126-130.

370. Ota, H. Effect of early mobilization on discharge disposition of mechanically ventilated patients / H. Ota, H. Kawai, M. Sato, K. Ito, S. Fujishima, H. Suzuki // *J Phys Ther Sci.* – 2015. – Vol. 27, № 3. - P. 859-864.

371. Ota, H. Video-assisted minithoracotomy for blunt diaphragmatic rupture presenting as a delayed hemothorax / H. Ota, H. Kawai, T. Matsuo // *Ann Thorac Cardiovasc Surg.* – 2014. - № 20. - P. 911-914.

372. Ota, H. Video-assisted minithoracotomy for pulmonary laceration with a massive hemothorax / H. Ota, H. Kawai, S. Togashi, T. Matsuo // *Case Rep Emerg Med.* – 2014. - № 2014. - P. 454970.

373. Pacheco, P.E. The novel use of Nuss bars for reconstruction of a massive flail chest / P.E. Pacheco, A.R. Orem, R.K. Vegunta, R.C. Anderson, R.H. Pearl // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 2009. - № 138. – P. 1239-1240.

374. Paris, F. Surgical stabilization of traumatic flail chest / F. Paris, V. Tarazona, E. Blasco, A. Canto, M. Casillas, J. Pastor, M. Paris, R. Montero // *Thorax.* – 1975. - Vol. 30, № 5. - P. 521-527.

375. Park, J.B. Diagnostic accuracy of the inverted grayscale rib series for detection of rib fracture in minor chest trauma / J.B. Park, Y.S. Cho, H.J. Choi // *Am J Emerg Med.* – 2015. - Vol. 33, № 4. - P. 548-552.

376. Paydar, S. Flail chest: are common definition and management protocols still useful? / S. Paydar, S.M. Mousavi, A.T. Akerdi // *Eur J Cardio-Thorac Surg.* – 2012. - № 42. - P. 192.

377. Paydar, S. Appropriate management of flail chest needs proper injury classification / S. Paydar, S.M. Mousavi, H. Niakan, H.R. Abbasi, S. Bolandparvaz // *J Am Coll Surg.* – 2012. - Vol. 215, № 5. - P. 743-744.

378. Peters, S. Multidetector computed tomography-spectrum of blunt chest wall and lung injuries in polytraumatized patients / S. Peters, V. Nicolas, C.M. Heyer // *Clin Radiol.* – 2010. - Vol. 65, № 4. - P. 333-338.

379. Pettiford, B.L. The management of flail chest / B.L. Pettiford, J.D. Luketich, R.J. Landreneau // *Thorac Surg Clin.* – 2007. - Vol. 17, № 1. - P. 25-33.

380. Piastra, M. Noninvasive ventilation in large postoperative flail chest / M. Piastra, D. De Luca, G. Zorzi, A. Ruggiero, M. Antonelli, G. Conti, D. Pietrini // *Pediatr Blood Cancer.* – 2008. - Vol. 51, № 6. - P. 831-833.

381. Pieracci, F.M. A prospective, controlled clinical evaluation of surgical stabilization of severe rib fractures / F.M. Pieracci, Y. Lin, M. Rodil, M. Hull, B. Herbert, D.K. Tran, R.T. Stoval, J.L. Johnson, W.L. Biffi, C.C. Barnett, C. Cothren-Burlew, C. Fox, G.J. Jurkovich, E.E. Moore // *J Trauma Acute Care Surg.* – 2016. - Vol. 80, № 2. - P. 187-194.

382. Poirier, W.J. Flail chest. Nursing / W.J. Poirier, V.M. Vacca Jr. // 2013. - Vol. 43, № 12. - P. 10-11.

383. Pons, F. The role of videothoracoscopy in management of precordial thoracic penetrating injuries / F. Pons, L. Lang-Lazdunski, X. de Kerangal, O. Chapuis, P.M. Bonnet, R. Jancovici // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2002. - № 22. - P. 7–12.

384. Potaris, K. Management of sternal fractures: 239 cases / K. Potaris, J. Gakidis, P. Mihos, V. Voutsinas, A. Deligeorgis, V. Petsinis // *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* – 2002. - Vol. 10, № 2. - P. 145-149.

385. Pressley, C.M. Predicting outcome of patients with chest wall injury / C.M. Pressley, W.R. Fry, A.S. Philp, S.D. Berry, R.S. Smith // *Am J Surg.* – 2012. - Vol. 204, № 6. - P. 910-913.

386. Pulley, B.R. Utility of three-dimensional computed tomography for the surgical management of rib fractures / B.R. Pulley, B.C. Taylor, T.T. Fowler, N. Dominguez, T.Q. Trinh // *J Trauma Acute Care Surg.* – 2015. - Vol. 78, № 3. - P. 530-534.

387. Pulliainen, L. The use of vacuum assisted closure (VAC-therapy) in severe soft tissue injuries or open fractures in multiple injured patients / L. Pulliainen // Abstracts of the International Surgical Week 2013. - Helsinki, Finland, 2013. – P. 587.

388. Qiu, M. Potential benefits of rib fracture fixation in patients with flail chest and multiple non-flail rib fractures / M. Qiu, Z. Shi, J. Xiao, X. Zhang, S. Ling, H. Ling // Indian J Surg. – 2016. - Vol. 78, № 6. – P. 458-463.

389. Raman, J. Rib osteotomy and fixation: enabling technique for better minithoracotomy exposure in cardiac and thoracic procedures / J. Raman, D. Onsager, D. Straus // J Thorac Cardiovasc Surg. – 2010. - Vol. 139, № 4. - P. 1083-1085.

390. Ramponi, F. Operative management of flail chest with anatomical locking plates (MatrixRib) / F. Ramponi, G.T. Meredith, C. Bendinelli, T. Söderlund // ANZ J Surg. – 2012. - Vol. 82, № 9. - P. 658-659.

391. Ranasinghe, A.M. Management of flail chest / A.M. Ranasinghe, J.A.J. Hyde, T.R. Graham // Trauma. – 2001. - № 3. - P. 235-247.

392. Razek, T. Directness of transport of major trauma patients to a level-1 trauma centre: survival analysis adjusted for infrastructure propensity and geographic mapping / T. Razek, F.T. Hamadani, K. Khwaja, R. Gray, D. Deckelbaum // Abstracts of the International Surgical Week 2013. - Helsinki, Finland, 2013. – P. 553.

393. Richardson, J.D. Operative fixation of chest wall fractures: an underused procedure? / J.D. Richardson, G.A. Franklin, S. Heffley, D. Seligson // Am Surg. – 2007. - Vol. 73, № 6. - P. 591–596 (discussion 596–597).

394. Rico, F.R. Mechanical ventilation strategies in massive chest trauma / F.R. Rico, J.D. Cheng, M.L. Gestring, E.S. Piotrowski // Crit Care Clin. – 2007. - № 23. - P. 299–315.

395. Riou, B. High-frequency jet ventilation in life-threatening bilateral pulmonary contusion / B. Riou, K. Zaier, P. Kalfon, L. Puybasset, P. Coriat, J.J. Rouby // Anesthesiology. – 2001. - Vol. 94, № 5. - P. 927–930.

396. Rivo Vazquez, J.E. Reconstruccion toracica primaria con material protesico en los traumatismos toracicos extensos / J.E. Rivo Vazquez, J.O. Martinez, M.M. Rodriguez, J.M. Garcia Prim // Rev Esp Patol Torac. – 2013. - Vol. 25, № 1. - P. 40-44.

397. Roberts, S. The role of non-invasive ventilation in blunt chest trauma: systematic review and meta-analysis / S. Roberts, D. Skinner, B. Biccard, R.N. Rodseth // Eur J Trauma Emerg Surg. - 2014. - Vol. 40, № 5. – P. 553-559.

398. Rosa, A.L. Unstable thorax fixation with bioabsorbable plates and screws. Presentation of some cases / A.L. Rosa, R. Mosinoz-Montes, J. Matehuala-Garcia, E. Roman-Guzman, F. Quero-Sandoval, A.L. Reyes-Miranda // Cir Cir. – 2015. - Vol. 83, № 1. - P. 23-28.

399. Rose, L. Management of critically ill patients receiving noninvasive and invasive mechanical ventilation in the emergency department / L. Rose // Open Access Emerg Med. - 2012. - № 4 - P. 5–15.

400. Round, J.A. Anaesthetic and critical care management of thoracic injuries / J.A. Round, A.J. Mellor // J R Army Med Corps. – 2010. - Vol. 156, № 3. - P. 145-149.

401. Said, S.M. Surgical stabilization of flail chest: the impact on postoperative pulmonary function / S.M. Said, N. Goussous, M.D. Zielinski, H.J. Schiller, B.D. Kim // Eur J Trauma Emerg Surg. – 2014. - Vol. 40, № 4. – P. 501-505.

402. Sales, J.R. Biomechanical testing of a novel, minimally invasive rib fracture plating system / J.R. Sales, T.J. Ellis, J. Gillard, Q. Liu, J.C. Chen, B. Ham, J.C. Mayberry // J Trauma. – 2008. - № 64. – P. 1270–1274.

403. Sanchez-Lloret, J. Indication and surgical treatment of the traumatic flail chest syndrome: an original technique / J. Sanchez-Lloret, E. Letang, M.A. Calleja, E. Canalis // Thorac Cardiovasc Surg. – 1982. - Vol. 30, № 5. - P. 294–297.

404. Sangster, G.P. Blunt traumatic injuries of the lung parenchyma, pleura, thoracic wall, and intrathoracic airways: multidetector computer tomography imaging findings / G.P. Sangster, A. Gonzalez-Beicos, A.I. Carbo, M.G. Heldmann, H.

Ibrahim, P. Carrascosa, M. Nazar, H.B. D`Agostino // *Emerg Radiol.* – 2007. - Vol. 14, № 5. - P. 297-310.

405. Sarani, B. Pitfalls associated with open reduction and internal fixation of fractured ribs / B. Sarani, L. Schulte, J.J. Diaz // *Injury.* – 2015. - Vol. 46, № 12. - P. 2335-2340.

406. Sasaki, M. Triangle target principle for the placement of trocars during video-assisted thoracic surgery / M. Sasaki, S. Hirai, M. Kawabe, T. Uesaka, K. Morioka, A. Ihaya, K. Tanaka // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2005. - № 27. - P. 307–312.

407. Scarborough, J.E. Utilisation of high-frequency oscillatory ventilation in blunt thoracic trauma / J.E. Scarborough, S.N. Vaslef // *Trauma.* – 2010. - № 12. - P. 247–256.

408. Schmit-Neuerburg, K.P. Indication for thoracotomy and chest wall stabilization / K.P. Schmit-Neuerburg, H. Weiss, R. Labitzke // *Injury.* – 1982. - Vol. 14, № 1. - P. 26–34.

409. Schulz-Drost, S. Stabilization of flail chest injuries: minimized approach techniques to treat the core of instability / S. Schulz-Drost, S. Grupp, M. Pachowsky, P. Oppel, S. Krinner, A. Mauerer, F.F. Hennig, A. Langenbach // *Eur J Trauma Emerg Surg.* – 2017. - Vol. 43, № 2. – P. 169-178

410. Schulz-Drost, S. Bony injuries of the thoracic cage in multiple trauma: incidence, concomitant injuries, course and outcome / S. Schulz-Drost, P. Oppel, S. Grupp, S. Krinner, A. Langenbach, R. Lefering, A. Mauerer // *Unfallchirurg.* - 2016. - Vol. 119, № 12. - P. 1023-1030.

411. Schupbach, P. Indications for the reconstruction of the unstable thorax due to serial rib fractures and respiratory insufficiency / P. Schupbach, P. Meier // *Helv Chir Acta.* - 1976. - Vol. 43, № 5-6. - P. 497–502.

412. Schuurmans, J. Operative management versus non-operative management of rib fractures in flail chest injuries: a systematic review / J. Schuurmans, J.C. Goslings, T. Schepers // *Eur J Trauma Emerg Surg.* - 2017. - Vol. 43, № 2. - P. 163–168.

413. Sen, S. Operative stabilization of traumatic flail chest using a reconstruction plaque / S. Sen, S. Sen, E. Senturk, E. Pabuscu, O. Savk // *Tuberc Toraks.* – 2009. - Vol. 57, № 3. - P. 342-347.

414. Senekjian, L. Rib fracture fixation: indications and outcomes / L. Senekjian, R. Nirula // *Crit Care Clin.* – 2017. - Vol. 33, № 1. - P. 153-165.

415. Severson, E.P. Transverse sternal nonunion, repair and revision: a case report and review of the literature / E.P. Severson, C.A. Thompson, S.G. Resiq, M.F. Swiontkowski // *J Trauma.* – 2009. - Vol. 66, № 5. - P. 1485-1488.

416. Shackford, S.R. The management of flail chest: a comparison of ventilatory and nonventilatory treatment / S.R. Shackford, D.E. Smith, C.K. Zarins, C.L. Rice, R.W. Virgilio // *Am J Surg.* – 1976. - № 132. - P. 759–762.

417. Shackford, S.R. Selective use of ventilator therapy in flail chest injury / S.R. Shackford, R.W. Virgilio, R.M. Peters // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 1981. - № 81. - P. 194–201.

418. Shelat, V.G. Chronic pain and its impact on quality of the life following a traumatic rib fracture / V.G. Shelat, S. Eileen, L. John, L.T. Teo, A. Vijayan, M.T. Chiu // *Eur J Trauma Emerg Surg.* – 2012. - Vol. 38, № 4. - P. 451-455.

419. Sillar, W. The crushed chest / W. Sillar // *JBJS.* – 1961. - Vol. 43B, № 4. - P. 738–745.

420. Simon, B. Management of pulmonary contusion and flail chest (Guideline) / B. Simon, J. Ebert, F. Bokhari, J. Capella, T. Emhoff, T. Hayward III, A. Rodriguez, L. Smith, Eastern Association for the Surgery of Trauma // *J Trauma Acute Care Surg.* – 2012. - Vol. 73, № 5 (Suppl 4). – S 351-361.

421. Sirmali, M. A comprehensive analysis of traumatic rib fractures: morbidity, mortality and management / M. Sirmali, H. Turut, S. Topcu, E. Gulhan, U. Yazici, S. Kaya, I. Tastepe // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2003. - № 24. - P. 133–138.

422. Skedros, J.G. Medial scapular winging associated with rib fractures and plating corrected with pectoralis major transfer / J.G. Skedros, C.S. Mears, T.D. Langston, D.H. van Boerum, T.W. White // *Int J Surg Case Rep.* – 2014. - Vol. 5, № 10. - P. 750-753.

423. Slobogean, G.P. Rib fracture fixation restores inspiratory volume and peak flow in a full thorax human cadaveric breathing model / G.P. Slobogean, H. Kim, J.P. Russell, D.J. Stockton, A.H. Hsieh, R.V. O'Toole // Arch Trauma Res. – 2015. - Vol. 4, № 4. - e 28018.

424. Slobogean, G.P. Surgical fixation vs nonoperative management of flail chest: a meta-analysis / G.P. Slobogean, C.A. MacPherson, T. Sun, M.E. Pelletier, S.M. Hameed // J Am Coll Surg. – 2013. - Vol. 216, № 2. - P. 302-311.

425. Smith, J.W. Early VATS for blunt chest trauma: a management technique underutilized by acute care surgeons / J.W. Smith, G.A. Franklin, B.G. Harbrecht, J.D. Richardson // J Trauma. – 2011. - Vol. 71, № 1. - P. 102-105.

426. Smith, R.S. Disruptive technology in the treatment of thoracic trauma / R.S. Smith // Am J Surg. – 2013. - Vol. 206, № 6. - P. 826-833.

427. Solberg, B.D. Treatment of chest wall implosion injuries without thoracotomy: technique and clinical outcomes / B.D. Solberg, C.N. Moon, A.A. Nissim, M.T. Wilson, D.R. Margulies // J Trauma. – 2009. - Vol. 67, № 1. - P. 8-13.

428. Srivantstian, B. Are inclusion criteria for unplanned intubations (UI) in the trauma quality improvement program (TQIP) overly inclusive? / B. Srivantstian, M.A. Khasawneh, D.L. Anderson, M.D. Zielinski, D.H. Jenkins // Abstracts of the International Surgical Week 2013. - Helsinki, Finland, 2013. – P.545.

429. Steinwall, D. Deaths at a level 1 trauma unit: a clinical finding and post-mortem correlation study / D. Steinwall, F. Befrits, S.R. Naidoo, T. Hardcastle, A. Eriksson, D.J.J. Muckart // Injury. – 2012. - Vol. 43, № 1. - P. 91-95.

430. Subhani, S.S. Blunt thoracic trauma – an analysis of 264 patients in Rawalpindi, Pakistan / S.S. Subhani, M.S. Muzaffar, F.R. Siddiqui // J Pak Med Assoc. – 2014. - Vol. 64, № 4. - P. 375-378.

431. Swart, E. Operative treatment of rib fractures in flail chest injuries: a meta-analysis and cost-effectiveness analysis / E. Swart, J. Laratta, G. Slobogean, S. Mehta // J Orthop Trauma. – 2017. - Vol. 31, № 2. - P. 64-70.

432. Szentkereszty, Z. The role of the VATS in the treatment of blunt thoracic trauma / Z. Szentkereszty, P. Horkai, A. Furka, P. Sápy, S. Sz Kiss, K. Fekete // *Magy Seb.* – 2007. - № 60. - P. 510–513.
433. Tanahashi, M. Chest wall injury / M. Tanahashi, H. Niwa // *Kyobu Geka.* – 2015. - Vol. 68, № 8. - P. 689-694.
434. Tanaka, H. Pneumatic stabilization for flail chest: an 11-year study / H. Tanaka, K. Tajimi, Y. Endoh, K. Kobayashi // *Surg Today.* – 2001. - № 31. - P. 12-17.
435. Tanaka, H. Surgical stabilization of internal pneumatic stabilization? A prospective randomized study of management of severe flail chest patients / H. Tanaka, T. Yukioka, Y. Yamaguti, S. Shimizu, H. Goto, H. Matsuda, S. Shimazaki // *J Trauma.* – 2002. - № 52. - P. 727–732.
436. Tariq, U.M. Changes in the patterns, presentation and management of penetrating chest trauma patients at a level II trauma centre in Southern Pakistan over the last two decades / U.M. Tariq, A. Faruque, H. Ansari, M. Ahmad, U. Rashid, S. Perveen, H. Sharif // *Interact CardioVasc Thorac Surg.* – 2011. - № 12. - P. 24–27.
437. Tarng, Y.W. The surgical stabilization of multiple rib fractures using titanium elastic nail in blunt chest trauma with acute respiratory failure / Y.W. Tarng, Y.Y. Liu, F.D. Huang, H.-L. Lin, T.-C. Wu, Y.-P. Chou // *Surg Endosc.* – 2016. - Vol. 30, № 1. - P. 388-395.
438. Taylor, B.C. Successful treatment of a recalcitrant pleural effusion with rib fracture fixation / B.C. Taylor, B.G. French // *HSS J.* – 2013. - Vol. 9, № 1. - P. 96-99.
439. Taylor, B.C. Surgical approaches for rib fracture fixation / B.C. Taylor, B.G. French, T.T. Fowler // *J Orthop Trauma.* – 2013. - Vol. 27, № 7. – P. 168-173.
440. Thiels, C.A. Infected hardware after surgical stabilization of rib fractures: outcomes and management experience / C.A. Thiels, J.M. Aho, N.D. Naik, M.D. Zielinski, H.J. Schiller, D.S. Morris, B.D. Kim // *J Trauma Acute Care Surg.* – 2016. - Vol. 80, № 5. - P. 819-823.

441. Thomas, M.O. Etiopathology and management challenges of blunt chest trauma in Nigeria / M.O. Thomas, E.O. Ogunleye // *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* – 2009. - № 17. - P. 608-611.

442. Tiffet, O. Anterior flail chest and Nuss technique / O. Tiffet, V. Susset, F. Thevenet, A. Sulaiman, S. Molliex, F. Zeni // *Interact CardioVasc Thorac Surg.* – 2011. - № 13 (Suppl 1). – S. 14.

443. Tobin, M. Konno-Mead analysis of ribcage-abdominal motion during successful and unsuccessful trials of weaning from mechanical ventilation / M. Tobin, S. Guenther, W. Perez, R.F. Lodato, M.J. Mador, S.J. Allen, D.R. Dantzker // *Am Rev Respir Dis.* – 1987. - № 135. - P. 1320–1328.

444. Todd, S.R. A multidisciplinary clinical pathway decreases rib fracture-associated infectious morbidity and mortality in high-risk trauma patients / S.R. Todd, M.M. McNally, J.B. Holcomb, R.A. Kozar, L.S. Kao, E.A. Gonzalez, C.S. Cocanour, G.A. Vercruyse, M.H. Lygas, B.K. Brasseaux, F.A. Moore // *Am J Surg.* – 2006. - № 192. - P. 806–811.

445. Tomaselli, F. Thoracoscopic water jet lavage in coagulated hemothorax / F. Tomaselli, A. Maier, H. Renner, F.M. Smolle-Juttner // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2003. - № 23. - P. 424-425.

446. Trinkle, J.K. Management of flail chest without mechanical ventilation / J.K. Trinkle, J.A. Richardson, J.L. Franz, F.L. Grover, K.V. Arom, F.M. Holmstrom // *Ann Thorac Surg.* – 1975. - Vol. 19, № 4. - P. 355-363.

447. Turk, F. Evaluation by ultrasound of traumatic rib fractures missed by radiography / F. Turk, A.B. Kurt, S. Saglam // *Emerg Radiol.* – 2010. - Vol. 17, № 6. - P. 473-477.

448. Uchida, K. Evaluation of efficacy and indications of surgical fixation for multiple rib fractures: a propensity-score matched analysis / K. Uchida, T. Nishimura, H. Takesada, T. Morioka, N. Hagawa, T. Yamamoto, S. Kaga, T. Terada, N. Shinyama, H. Yamamoto, Y. Mizobata // *Eur J Trauma Emerg Surg.* – 2016. – [epub ahead of print], PMID: 27272917, DOI: 10.1007/s00068-016-0687-0.

449. Unsworth, A. Treatments for blunt chest trauma and their impact on patient outcomes and health service delivery / A. Unsworth, K. Curtis, S.E. Asha // *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* – 2015. - Vol. 23, № 1. - P. 17.

450. Vana, P.G. Contemporary management of flail chest / P.G. Vana, D.C. Neubauer, F.A. Luchette // *Am Surg.* – 2014. - Vol. 80, № 6. - P. 527-535.

451. Vecsei, V. A new rib plate for the stabilization of multiple rib fractures and thoracic wall fracture with paradoxical respiration / V. Vecsei, I. Frenzel, H. Plenk Jr. // *Hefte Unfallheilkd.* – 1979. - № 138. - P. 279–282.

452. Velmahos, G.C. Influence of flail chest on outcome among patients with severe thoracic cage trauma / G.C. Velmahos, P. Vassiliu, L.S. Chan, J.A. Murray, T.V. Berne, D. Demetriades // *Int Surg.* – 2002. - Vol. 87, № 4. - P. 240-244.

453. Villavicencio, R.T. Analysis of thoracoscopy in trauma / R.T. Villavicencio, J.A. Aucar, M.J. Wall // *Surg Endosc.* – 1999. - Vol. 13, № 1. - P. 3-9.

454. Villegas, M.I. Risk factors associated with the development of post-traumatic retained hemothorax / M.I. Villegas, R.A. Hennessey, C.H. Morales, E. Londono // *Eur J Trauma Emerg Surg.* – 2011. - Vol. 37, № 6. - P. 583-589.

455. Virani, S.R. Impact of negative pressure wound therapy on open diaphyseal tibial fractures: a prospective randomized trial / S.R. Virani, A.A. Dahapute, S.S. Bava, S.R. Muni // *J Clin Orthop Trauma.* – 2016. – Vol. 7, № 4. – P. 256-259.

456. Vodicka, J. Reconstruction of a crushed chest with HI-TEX PARP NT implant / J. Vodicka, J. Safranek, V. Spidlen, V. Vesely, J. Ferda, J. Louda // *Unfallchirurg.* – 2007. - Vol. 110, № 3. - P. 255-258.

457. Vodicka, J. Severe injury to the chest wall - experience with surgical therapy / J. Vodicka, V. Spidlen, J. Safranek, V. Simanek, P. Altmann // *Zentralbl Chir.* – 2007. - № 132. - P. 542–546.

458. Voggenreiter, G. Operative chest wall stabilization in flail chest — outcomes of patients with or without pulmonary contusion / G. Voggenreiter, F. Neudeck, M. Aufmkolk, U. Obertacke, K.P. Schmit-Neuerburg // *J Am Coll Surg.* – 1998. - Vol. 187, № 2. - P. 130-138.

459. Voss, B. Sternal reconstruction with titanium plates in complicated sternal dehiscence / B. Voss, R. Bauernschmitt, A. Will, M. Krane, R. Kross, G. Brockmann, P. Libera, R. Lange // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2008. - № 34. – P. 139-145.

460. Vyhnanek, F. A contribution of multidetector computed tomography to indications for chest wall stabilization in multiple rib fractures / F. Vyhnanek, P. Skala, D. Skrabalova // *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* – 2011. - Vol. 78, № 3. – P. 258-261.

461. Vyhnanek, F. Surgical stabilization of flail chest injury: indications, technique and results / F. Vyhnanek, D. Jirava, M. Ocadlik, D. Skrabalova // *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* – 2015. - Vol. 82, № 4. - P. 303-307.

462. Wanek, S. Blunt thoracic trauma: flail chest, pulmonary contusion, and blast injury / S. Wanek, J.C. Mayberry // *Crit Care Clin.* – 2004. - Vol. 20, № 1. - P. 71-81.

463. Wang, S. The value of pulmonary contusion volume measurement with three-dimensional computed tomography in predicting acute respiratory distress syndrome development / S. Wang, Z. Ruan, J. Zhang, W. Jin // *Ann Thorac Surg.* – 2011. - Vol. 92, № 6. - P. 1977–1983.

464. Wiese, M.N. Functional results after chest wall stabilization with a new screwless fixation device / M.N. Wiese, N. Kawel-Boehm, P. Moreno de la Santa, F. Al-Shahrabani, M. Toffel, R. Rosenthal, J. Schafer, M. Tamm, J. Bremerich, D. Lardinois // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2015. - Vol. 47, № 5. - P. 868-875.

465. Wu, N. A comparison of video-assisted thoracoscopic surgery with open thoracotomy for the management of chest trauma: a systematic review and meta-analysis / N. Wu, L. Wu, C. Qui, Z. Yu, Y. Xiang, M. Wang, J. Jiang, Y. Li // *World J Surg.* – 2015. - Vol. 39, № 4. - P. 940-952.

466. Xu, J.Q. Better short-term efficacy of treating severe flail chest with internal fixation surgery compared with conservative treatments / J.Q. Xu, P.L. Qiu, R.G. Yu, S.R. Gong, Y. Ye, X.L. Snang // *Eur J Med Res.* – 2015. - № 20. – P. 55.

467. Yang, Y. Memory alloy embracing fixator in treatment of multiple fractured ribs and flail chest / Y. Yang, L. Dong, J. Wang // *World J Emerg Med.* - 2010. - Vol. 1, № 3. - P. 212-215.

468. Yasuda, R. Comparison of two pediatric flail chest cases / R. Yasuda, H. Okada, K. Shirai, S. Yoshida, S. Nagaya, H. Ikeshoji, K. Suzuki, Y. Kitagawa, T. Tanaka, S. Nakano, S. Nachi, H. Kato, T. Yoshida, K. Kumada, H. Ushikoshi, I. Toyoda, S. Ogura // *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* – 2015. - Vol. 23, № 1. - P. 73.

469. Yeo, T.P. Long-term sequelae following blunt thoracic trauma / Yeo T.P. // *Orthop Nurs.* – 2001. - Vol. 20, № 5. - P. 35-47.

470. Zaidenberg, E.E. Snapping scapular syndrome secondary to rib intramedullary fixation device / E.E. Zaidenberg, L.A. Rossi, S.L. Bongiovanni, I. Tanoira, G. Maignon, M. Ranalletta // *Int J Surg Case Rep.* - 2015. - № 17. - P. 158 – 160.

471. Zehr, M. Risk score for predicting mortality in flail chest / M. Zehr, N. Klar, R.A. Malthaner // *Ann Thorac Surg.* – 2015. - Vol. 100, № 1. - P. 223-228.

472. Zegg, M. Multidisciplinary approach to lifesaving measures in the elderly individuals with flail chest injury with ORIF of rib fractures: a report of 2 cases / M. Zegg, C. Kammerlander, S. Schmid, T. Roth, U. Kammerlander-Knauer, M. Gosch, T.J. Luger // *Geriatr Orthop Surg Rehabil.* - 2012. - Vol. 3, № 4. - P. 164-166.

473. Zhang, Y. Comparison of surgical fixation and nonsurgical management of flail chest and pulmonary contusion / Y. Zhang, X. Tang, H. Xie, R.L. Wang // *Am J Emerg Med.* – 2015. - Vol. 33, № 7. - P. 937-940.

474. Zhu, H.H. Treatment of fracture of multiple ribs with absorbable rib fixed nail and dacron flap in 12 patients / H.H. Zhu, T.Z. Xu, M. Zhou, Q.M. Guo // *Zhongguo Gu Shang.* – 2009. - Vol. 22, № 10. - P. 787-789.

475. Zreik, N.H. Blunt chest trauma: bony injury in the thorax / N.H. Zreik, I. Francis, A. Ray, B.A. Rogers, D.M. Ricketts // *Br J Hosp Med.* – 2016. - Vol. 77, № 2. – P. 72-77.

## Приложения

### Список сокращений и условных обозначений

- АВФ – аппарат внешней фиксации
- АД – артериальное давление
- АЧТВ - активированное частичное тромбопластиновое время
- ДТП – дорожно-транспортное происшествие
- ИВЛ – искусственная вентиляция легких
- МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография
- НИВЛ – неинвазивная искусственная вентиляция легких
- ОДН – острая дыхательная недостаточность
- ОРДС – острый респираторный дистресс-синдром
- ОРИТ – отделение реанимации и интенсивной терапии
- ПДКВ – положительное давление в конце выдоха
- СамГМУ - ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России
- СМП – скорая медицинская помощь
- СГКБ №1 – ГБУЗ «Самарская городская клиническая больница им. Н.И. Пирогова»
- СГКБ №2 – ГБУЗ «Самарская городская клиническая больница им. Н.А. Семашко»
- СОКБ – ГБУЗ «Самарская областная клиническая больница им. В.Д. Середавина»
- СПОН – синдром полиорганной недостаточности
- ТЭЛА – тромбоэмболия легочной артерии
- УЗИ – ультразвуковое исследование
- ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких
- ЦРБ – центральная районная больница
- ЧД – частота дыхания
- ЧМТ – черепно-мозговая травма

CMV (continuous mandatory ventilation) - постоянная принудительная вентиляция

CPAP (constant positive airway pressure) – постоянное положительное давление в дыхательных путях

FiO<sub>2</sub> – фракционная концентрация кислорода во вдыхаемой газовой смеси

ISS (Injury Severity Score) – шкала тяжести повреждений

NPWT (negative pressure wound therapy) – терапия ран отрицательным давлением

PaCO<sub>2</sub> – парциальное давление углекислого газа в артериальной крови

PaO<sub>2</sub> - парциальное давление кислорода в артериальной крови

pH – водородный показатель

PSV (pressure support ventilation) – вентиляция с поддержкой давления

SAPS II (Simplified Acute Physiological Score) – упрощенная физиологическая шкала оценки острых состояний

SIMV (synchronized intermittent mandatory ventilation) – синхронизированная перемежающаяся принудительная вентиляция

SpO<sub>2</sub> – сатурация артериальной крови кислородом

### **Список рисунков**

Рисунок 1. Исследование газового состава артериальной крови: а - анализатор газов крови «ABL 80 FLEX»; б – результаты анализа пациента Х., 45 лет, история болезни № 32675051. Стр. 83.

Рисунок 2. Рентгенограмма грудной клетки (прямая проекция) пациента М., 57 лет, история болезни № 2363041. Множественные переломы рёбер справа, ушиб правого легкого, подкожная эмфизема. Стр. 84.

Рисунок 3. Компьютерная томограмма грудной клетки (аксиальный срез) пациента С., 26 лет, история болезни № 22773131. Множественные переломы ребер с двух сторон, ушиб легких тяжелой степени, гемопневмоторакс слева. Стр. 86.

Рисунок 4. Компьютерная томограмма (режим 3D-реконструкции) пациента Б., 49 лет, история болезни № 34201151. Множественные и

флотирующие переломы ребер слева с выраженным смещением отломков. Стр. 86.

Рисунок 5. Скелетное вытяжение у пациента с множественными переломами ребер. Стр. 97.

Рисунок 6. Стабилизация грудной клетки с помощью АВФ у пациента с флотирующими переломами ребер. Стр. 98.

Рисунок 7. Лечебно-диагностический алгоритм у пациентов с множественными переломами ребер с нарушением каркасности грудной клетки и у пациентов с флотирующими переломами ребер (ТЦ 1 – травмоцентр I уровня, ТЦ 2 – травмоцентр II уровня, ТЦ 3 – травмоцентр III уровня). Стр. 103.

Рисунок 8. Лечебно-диагностический алгоритм у пациентов с множественными переломами ребер без нарушения каркасности грудной клетки (ТЦ 1 – травмоцентр I уровня, ТЦ 2 – травмоцентр II уровня, ТЦ 3 – травмоцентр III уровня). Стр. 106.

Рисунок 9. Внешняя фиксация переломов ребер при флотирующих переломах с помощью устройства собственной конструкции. Стр. 108.

Рисунок 10. Стабилизация флотирующей грудной клетки с помощью аппарата вакуумной терапии ран предложенным способом. Стр. 110.

Рисунок 11. Компьютерная томограмма грудной клетки (режим 3D-реконструкции) пациента М., 45 лет, история болезни № 40012121. Боковые флотирующие переломы ребер слева. Стр. 112.

Рисунок 12. Рентгенограмма грудной клетки (прямая проекция) пациента Б., 64 лет, ИБ № 198031. Множественные переломы ребер справа с деформацией гемиторакса, гемопневмоторакс, пневмомедиастинум, подкожная эмфизема. Стр. 113.

Рисунок 13. Компьютерная томограмма грудной клетки (аксиальный срез) пациента Ж., 19 лет, история болезни № 40158151. Множественные переломы ребер с двух сторон, ушиб легких тяжелой степени, пневмомедиастинум. Стр. 114.

Рисунок 14. Остеосинтез ребер через доступ по ходу межреберий. Стр. 117.

Рисунок 15. Остеосинтез ребер через доступ в проекции линии переломов. Стр. 118.

Рисунок 16. Применение рентгеноконтрастной сетки в планировании оперативного доступа при переломах ребер: а – МСКТ грудной клетки с наложенной сеткой (режим 3D-реконструкции); б – проецирование линий переломов на поверхность кожи; в – маркировка операционного поля. Стр. 119.

Рисунок 17. Миниинвазивный остеосинтез ребер с использованием троакара: а – троакар в разобранном виде; б – троакар в собранном виде; в – остеосинтез ребер с использованием троакара. Стр. 120.

Рисунок 18. Миниинвазивный остеосинтез ребер с использованием 90° дрели и отвертки. Стр. 121.

Рисунок 19. Вид послеоперационных ран после выполнения остеосинтеза через 2 хирургических доступа. Стр. 122.

Рисунок 20. Остеосинтез ребер с помощью наkostных пластин. Стр. 123.

Рисунок 21. Остеосинтез ребер с помощью интрамедуллярных пластин. Стр. 124.

Рисунок 22. Остеосинтез ребер с помощью наkostных и интрамедуллярных пластин. Стр. 125.

Рисунок 23. Однопортовая торакоскопия при остеосинтезе ребер с использованием двухканального торакопорта: а – этап установки торакопорта; б – этап проведения инструментария через торакопорт в плевральную полость. Стр. 129.

Рисунок 24. Наложение аппарата вакуумной терапии ран на область флотирующих переломов ребер. Стр. 160.

Рисунок 25. Накостный остеосинтез VI, VII, IX ребер справа. Стр. 166.

Рисунок 26. Рентгенограмма грудной клетки (а - прямая проекция; б - правая боковая проекции) пациента Д., 52 лет, история болезни № 43872121. Состояние после остеосинтеза VI, VII, IX ребер справа. Стр. 166.

Рисунок 27. Компьютерная томограмма грудной клетки (режим 3D-реконструкции) пациента С., 26 лет, история болезни № 22773131. Множественные переломы ребер с двух сторон, перелом правой ключицы. Стр. 170.

Рисунок 28. Остеосинтез V, VI, VII ребер справа. Стр. 172.

Рисунок 29. Рентгенограмма грудной клетки (прямая проекция) пациента С., 26 лет, история болезни № 22773131. Состояние после остеосинтеза V, VI, VII ребер справа и VII, IX ребер слева, торакоскопии. Стр. 174.

Рисунок 30. Компьютерная томограмма грудной клетки (а – аксиальный срез; б – сагиттальный срез; в – режим 3D-реконструкции) пациента С., 38 лет, история болезни №18728141. Множественные и флотирующие переломы ребер справа, гемопневмоторакс, пневмомедиастинум, разрыв правого купола диафрагмы. Стр. 178.

Рисунок 31. Вид операционного поля после проведения остеосинтеза ребер. Стр. 179.

Рисунок 32. Рентгенограмма грудной клетки пациента С., 38 лет, история болезни №18728141: а - прямая проекция; б – боковая проекция. Состояние после остеосинтеза V, VI, VIII, IX ребер справа и правой ключицы, торакоскопии, ушивания разрыва диафрагмы. Стр. 180.

Рисунок 33. Компьютерная томограмма грудной клетки (а - поперечный срез; б - сагиттальный срез; в – режим 3D-реконструкции) пациента А., 54 лет, история болезни №31276141. Перелом тела грудины, флотирующий перелом V, VI ребер слева, двусторонний гемопневмоторакс, ушиб нижних долей обоих легких, пневмомедиастинум. Стр. 183.

Рисунок 34. Обзорная рентгенограмма грудной клетки пациента А., 54 лет, история болезни №31276141. Состояние после остеосинтеза грудины и V, VI ребер слева. Стр. 186.

Рисунок 35. Компьютерная томограмма грудной клетки (фронтальная проекция) пациента М., 45 лет, история болезни №1065021. Стрелками указаны

разрыв левого купола диафрагмы и транслокация дна желудка в левую плевральную полость. Стр. 198.

Рисунок 36. Разрыв левого купола диафрагмы с перемещением дна желудка в плевральную полость. Стр. 200.

Рисунок 37. Этап торакоскопического ушивания дефекта диафрагмы. Стр. 200.

Рисунок 38. Компьютерная томограмма грудной клетки (а - режим 3D-реконструкции; б - фронтальный срез) пациента Н., 74 лет, история болезни №29745031. Множественные переломы ребер справа с разрывом межреберных мышц, пневмоторакс справа, пневмомедиастинум, эмфизема легких, периферическое образование средней доли правого легкого. Стр. 205.

Рисунок 39. Этап рассечения медиастинальной плевры с целью декомпрессии напряженного пневмомедиастинума. Стр. 208.

Рисунок 40. Вид операционного поля после завершения остеосинтеза ребер. Накостными пластинами фиксированы V, VI и VII ребра справа. Стр. 209.

Рисунок 41. Рентгенограмма (а - прямая проекция; б - правая боковая проекция) пациента Н., 74 лет, история болезни №29745031. Состояние после остеосинтеза V, VI, VII ребер справа, торакоскопии, резекции правого легкого. Стр. 210.

### **Список таблиц**

Таблица 1. Порядки госпитализации пациентов в стационары города. Стр. 66.

Таблица 2. Распределение пациентов по возрасту. Стр. 68.

Таблица 3. Распределение пациентов по обстоятельствам получения травмы. Стр. 69.

Таблица 4. Количество переломов ребер у пациентов обеих групп. Стр. 70.

Таблица 5. Локализация переломов ребер у пациентов обеих групп. Стр. 70.

Таблица 6. Распределение количества переломов ребер у пациентов с изолированной и сочетанной травмой грудной клетки. Стр. 71.

Таблица 7. Распределение локализации переломов ребер у пациентов с изолированной и сочетанной травмой грудной клетки. Стр. 72.

Таблица 8. Характеристика переломов ребер. Стр. 73.

Таблица 9. Топография флотирующих переломов. Стр. 74.

Таблица 10. Распределение пациентов в зависимости от клинического варианта повреждения ребер. Стр. 75.

Таблица 11. Характеристика внутриплевральных повреждений у пациентов с изолированной травмой грудной клетки. Стр. 76.

Таблица 12. Характеристика внутриплевральных и экстраплевральных повреждений у пациентов с сочетанной травмой. Стр. 77.

Таблица 13. Значения шкалы ISS у пострадавших с сочетанными повреждениями. Стр. 78.

Таблица 14. Фоновые и сопутствующие заболевания у пациентов обеих групп. Стр. 79.

Таблица 15. Частота и тяжесть травматического шока у пациентов обеих групп. Стр. 80.

Таблица 16. Частота и тяжесть ОДН у пациентов обеих групп. Стр. 81.

Таблица 17. Шкала тяжести повреждений грудной стенки ISS. Стр. 89.

Таблица 18. Шкала тяжести повреждений легких ISS. Стр. 89.

Таблица 19. Сопряженность исходов лечения в изучаемых группах. Стр. 92.

Таблица 20. Внутригоспитальное движение пациентов. Стр. 131.

Таблица 21. Операции на органах грудной клетки, выполненные в экстренном порядке. Стр. 132.

Таблица 22. Операции на органах грудной клетки, выполненные в срочном порядке. Стр. 134.

Таблица 23. Способы стабилизации грудной клетки у пациентов обеих групп. Стр. 136.

Таблица 24. Способы стабилизации грудной клетки у пациентов с множественными переломами ребер с нарушением каркасности грудной клетки. Стр. 137.

Таблица 25. Способы стабилизации грудной клетки у пациентов с флотирующими переломами ребер. Стр. 137.

Таблица 26. Способы стабилизации грудной клетки у пациентов с множественными переломами ребер без нарушения каркасности грудной клетки. Стр. 138.

Таблица 27. Распределение пациентов в зависимости от вида травмы и окончательного способа стабилизации грудной клетки. Стр. 138.

Таблица 28. Оценка эффективности скелетного вытяжения. Стр. 141.

Таблица 29. Оценка эффективности скелетного вытяжения у пациентов с изолированной травмой. Стр. 142.

Таблица 30. Оценка эффективности скелетного вытяжения у пациентов с сочетанной травмой. Стр. 142.

Таблица 31. Структура осложнений при проведении скелетного вытяжения. Стр. 143.

Таблица 32. Оценка эффективности внешней фиксации. Стр. 151.

Таблица 33. Оценка эффективности внешней фиксации у пациентов с изолированной травмой. Стр. 152.

Таблица 34. Оценка эффективности внешней фиксации у пациентов с сочетанной травмой. Стр. 152.

Таблица 35. Структура осложнений при проведении внешней фиксации. Стр. 153.

Таблица 36. Оценка эффективности ИВЛ - внутренней пневматической стабилизации. Стр. 154.

Таблица 37. Оценка эффективности ИВЛ – внутренней пневматической стабилизации у пациентов с изолированной травмой. Стр. 157.

Таблица 38. Оценка эффективности ИВЛ – внутренней пневматической стабилизации у пациентов с сочетанной травмой. Стр. 157.

Таблица 39. Структура осложнений при проведении ИВЛ – внутренней пневматической стабилизации. Стр. 158.

Таблица 40. Оценка эффективности NPWT у пациентов основной группы. Стр. 162.

Таблица 41. Распределение пациентов в зависимости от длительности предоперационного периода. Стр. 163.

Таблица 42. Соотношение количества синтезированных ребер и количества оперированных пациентов. Стр. 164.

Таблица 43. Оценка эффективности остеосинтеза ребер у пациентов основной группы. Стр. 167.

Таблица 44. Газовый состав крови в пред- и послеоперационном периоде. Стр. 168.

Таблица 45. Оценка эффективности остеосинтеза ребер в зависимости от вида оперативного доступа. Стр. 175.

Таблица 46. Сравнительная характеристика оперативных доступов. Стр. 176.

Таблица 47. Структура осложнений при проведении остеосинтеза ребер. Стр. 187.

Таблица 48. Оценка эффективности консервативного лечения. Стр. 188.

Таблица 49. Оценка эффективности консервативного лечения у пациентов с изолированной травмой. Стр. 189.

Таблица 50. Оценка эффективности консервативного лечения у пациентов с сочетанной травмой. Стр. 189.

Таблица 51. Структура осложнений при консервативном лечении. Стр. 190.

Таблица 52. Соотношение способов стабилизации грудной клетки и внутриплевральных операций. Стр. 191.

Таблица 53. Способы лечения внутриплевральных повреждений у пациентов с множественными переломами ребер с нарушением каркасности грудной клетки. Стр. 193.

Таблица 54. Способы лечения внутриплевральных повреждений у пациентов с флотирующими переломами ребер. Стр. 193.

Таблица 55. Способы лечения внутриплевральных повреждений у пациентов с множественными переломами ребер без нарушения каркасности грудной клетки. Стр. 193.

Таблица 56. Характер внутриплевральных манипуляций при проведении торакотомии. Стр. 194.

Таблица 57. Характер внутриплевральных манипуляций при проведении торакоскопии. Стр. 194.

Таблица 58. Характер повторных операций. Стр. 211.

Таблица 59. Результаты лечения пациентов с множественными переломами ребер с нарушением каркасности грудной клетки. Стр. 212.

Таблица 60. Результаты лечения пациентов с флотирующими переломами ребер. Стр. 213.

Таблица 61. Результаты лечения пациентов с множественными переломами ребер без нарушения каркасности грудной клетки. Стр. 214.

Таблица 62. Сравнительный анализ результатов лечения пациентов с изолированной травмой грудной клетки. Стр. 214.

Таблица 63. Сравнительный анализ результатов лечения пациентов с сочетанной травмой грудной клетки. Стр. 215.

Таблица 64. Результаты лечения пациентов с сочетанной травмой в зависимости от тяжести травмы грудной клетки и экстраторакальных повреждений. Стр. 216.

Таблица 65. Результаты применения разных способов стабилизации грудной клетки в обеих группах в целом. Стр. 216.

Таблица 66. Сравнительный анализ структуры и частоты осложнений в исследуемых группах. Стр. 218.

Таблица 67. Сравнительный анализ результатов лечения у пациентов обеих групп. Стр. 219.

Таблица 68. Результаты лечения пациентов. Стр. 220.