

На правах рукописи

КАЖАНОВ
Игорь Владимирович

ДИАГНОСТИКА И ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ СОЧЕТАННЫХ
ПОВРЕЖДЕНИЙ ТАЗА В УСЛОВИЯХ ТРАВМАТОЛОГИЧЕСКОГО
ЦЕНТРА ПЕРВОГО УРОВНЯ

3.1.9. Хирургия

3.1.8. Травматология и ортопедия

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
доктора медицинских наук

Санкт-Петербург
2022

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном военном образовательном учреждении высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации

Научные консультанты:

доктор медицинских наук профессор **МАНУКОВСКИЙ Вадим Анатольевич**
доктор медицинских наук профессор **САМОХВАЛОВ Игорь Маркеллович**

Официальные оппоненты:

ЗУБРИЦКИЙ Владислав Феликсович, доктор медицинских наук профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет пищевых производств», Медицинский институт непрерывного образования, кафедра хирургии повреждений, заведующий кафедрой

МАСЛЯКОВ Владимир Владимирович, доктор медицинских наук профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра факультетской хирургии и онкологии, профессор кафедры

БОНДАРЕНКО Анатолий Васильевич, доктор медицинских наук профессор, Краевое государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Краевая клиническая больница скорой медицинской помощи» г. Барнаула, травматологическое отделение №2, заведующий отделением

Ведущая организация – Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения Москвы».

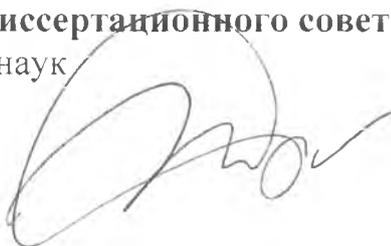
Защита состоится 6 июня 2022 года в 12 часов на заседании совета по защите докторских и кандидатских диссертаций 07.2.002.06 на базе ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» МО РФ (194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6).

С диссертацией можно ознакомиться в фундаментальной библиотеке и на официальном сайте Федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» МО РФ.

Автореферат разослан « » _____ 2022 года.

Ученый секретарь диссертационного совета

доктор медицинских наук



ДЗИДЗАВА Илья Игоревич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Проблема лечения тяжелых сочетанных травм таза является одной из центральных в современной хирургии повреждений и травматологии. Частота сочетанных повреждений таза (СПТ) достигает 1,1–9,1% от общего числа травм опорно-двигательной системы (Бондаренко А.В. и соавт., 2014; Chu С.Н. et al., 2016; Tesoriero R.V. et al., 2017). Общая летальность при травмах таза находится в диапазоне 2,8–27,0%, но при наличии гемодинамической нестабильности у пострадавших она возрастает до 38,0–62,0%, что объясняется продолжающимся внутритазовым кровотечением (Анкин Л.Н. и соавт., 2007; Burkhardt M. et al., 2014; Ten Broek R.P.G. et al., 2014; Cheng M. et al., 2015; Vaidya R. et al., 2016; Bugaev N. et al., 2020).

В настоящее время для лечения пострадавших с тяжелыми СПТ предложено множество лечебно-диагностических алгоритмов и протоколов, включающих разный порядок применения тех или иных способов хирургического гемостаза, доступных в травмоцентрах 1-го уровня. Каждый имеет свои показания, противопоказания и условия к применению, преимущества и недостатки, но ни один из них не может гарантированно обеспечить окончательную остановку внутритазового кровотечения (Феличано Д.В. и соавт., 2013; Cocolini F. et al., 2017).

В большинстве травмоцентров России, как и мира, принят этапный подход к лечению нестабильных повреждений таза в рамках тактики «Ортопедический контроль повреждений», согласно которой только в период полной стабилизации жизненно важных функций организма и определения прогноза выживания пострадавшего, проводится окончательный функционально-стабильный остеосинтез тазового кольца (Файн А.М. и соавт., 2013; Иванов П.А. и соавт., 2014; Скороглядов А.В. и соавт., 2015). Фиксация нестабильных повреждений таза проводится различными способами, выбор которых, особенно в остром периоде травматической болезни (ТБ), остается предметом дискуссии. Разнообразие морфологических вариантов повреждений таза требует тщательного подбора имплантата или их комбинации для окончательной надежной стабилизации.

Современные научно-клинические исследования по биомеханике остеосинтеза таза основаны на моделировании повреждений тазового кольца с помощью компьютерных технологий и не требуют значительных затрат сил и средств по сравнению с натурными испытаниями моделей внешней и внутренней фиксации, что существенно сокращает сроки для принятия нужного решения по выбору способа окончательной стабилизации (Бушманов А.В. и соавт., 2006; Борозда И.В. и соавт., 2009; Давыдов О.Д. и соавт., 2011; Лапшин В.Л. и соавт., 2011; Донченко С.В. и соавт., 2014; Тяжелов А.А. и соавт., 2014).

При нестабильных повреждениях таза остается крайне высокой частота утраты трудоспособности вплоть до инвалидности, а интервал неудовлетворительных результатов составляет до 38,5% наблюдений (Шлыков И.Л. и соавт., 2006; Лазарев А.Ф. и соавт., 2016; Lindahl J., 2005).

Таким образом, поиск новых лечебно-диагностических подходов к оказанию СМП пострадавшим с СПТ в условиях травмоцентра 1-го уровня на основании активного использования современного комплекса инструментальных методов диагностики, а также обоснованного применения различных передовых минимально инвазивных и высокотехнологичных хирургических способов и методов лечения имеет научный и практический интерес, что в целом определяет актуальность и своевременность данного научного исследования.

Степень разработанности темы исследования. Систематический анализ современной литературы свидетельствует о том, что интерес к изучению СПТ нашел свое отражение в многочисленных исследованиях российских и зарубежных авторов, а правильная организация оказания СМП пострадавшим с данной патологией в настоящее время является сложной междисциплинарной проблемой (Соколов В.А. и соавт., 2005; Агаджанян В.В. и соавт., 2010; Иванов П.А. и соавт., 2014; Gansslen A. et al., 2012; Coccolini F. et al., 2017). За последние несколько лет произошли существенные изменения в лечебно-тактических подходах, касающихся данной категории пациентов. Данные перемены прямо связаны с использованием инновационных технологий диагностики и лечения СПТ с привлечением различных специалистов, владеющих соответствующими знаниями, и отслеживающих своевременные тенденции в хирургии повреждений, а также наличием адекватного ресурсного обеспечения медицинских организаций, на базе которых функционируют структурные подразделения травмоцентра (Милюков А.Ю. и соавт., 2013; Солод Э.И. и соавт., 2018; Pape H.C. et al., 2014; Magnone S. et al., 2018).

В большинстве опубликованных работ рассматривают повреждения таза с позиции изолированной травмы, не учитывая периодизацию ТБ у пострадавших с политравмой, не акцентируют внимание на возможности использования передовых способов хирургического гемостаза при внутритазовом кровотечении на основе эндоваскулярных технологий и минимально инвазивной погружной стабилизации тазового кольца, выборе окончательного варианта внутренней фиксации поврежденного ПТК с учетом результатов биомеханического моделирования, что свидетельствует о недостаточной разработанности темы исследования. На сегодняшний день отсутствуют единые алгоритмы и протоколы диагностики и лечения СПТ, поэтому данные вопросы требуют дальнейшего изучения и выработки комплексного решения.

Цель исследования: на основании анализа структуры сочетанных повреждений таза, использования оптимальных лечебно-диагностических подходов к выбору оперативных вмешательств с применением современных способов остановки внутритазовых кровотечений и минимально инвазивной внутренней фиксации нестабильных повреждений тазового кольца с учетом биомеханического моделирования улучшить результаты хирургического лечения этих пострадавших в условиях травматологического центра первого уровня.

Задачи исследования:

1. Изучить частоту и структуру сочетанных повреждений таза у пострадавших Санкт-Петербургской городской агломерации, поступающих в травмоцентр первого уровня.

2. Исследовать взаимосвязь основных параметров забрюшинных кровоизлияний с величиной острой кровопотери вследствие внутритазового кровотечения при различных типах переломов костей таза и механизмах повреждения тазового кольца.

3. Провести сравнительный анализ групп пострадавших, у которых первично применяли внебрюшинную тампонаду таза или ангиографию с эмболизацией в качестве способов остановки внутритазового кровотечения.

4. Разработать лечебно-диагностический алгоритм при тяжелой травме таза с использованием современных лучевых методов диагностики и способов остановки внутритазового кровотечения.

5. На основании анализа параметров тромбоэластограммы при тяжелой травме таза оптимизировать схему заместительной гемотрансфузионной терапии при внутритазовом кровотечении.

6. Разработать методику выбора оптимального способа минимально инвазивной внутренней фиксации таза на основании результатов биомеханического моделирования нестабильных повреждений тазового кольца.

7. Обосновать возможность применения минимально инвазивной внутренней фиксации нестабильных повреждений тазового кольца в остром периоде травматической болезни.

8. Разработать прогностические логит-модели вероятности исхода при сочетанных повреждениях таза для определения дифференцированной тактики хирургической стабилизации тазового кольца в остром периоде травматической болезни.

9. Проанализировать ближайшие и отдаленные результаты лечения пострадавших с сочетанными повреждениями таза при различном подходе к оказанию специализированной хирургической помощи в условиях травмоцентра первого уровня.

Научная новизна исследования. Разработаны оригинальные подходы в хирургическом лечении СПТ в условиях травмоцентра 1-го уровня, которые характеризуются преимущественным внедрением высокотехнологичных лучевых методов диагностики внутритазового кровотечения, применением передовых способов хирургического гемостаза, использованием биомеханического моделирования нестабильных повреждений тазового кольца и систем окончательной фиксации переломов на основе технологий минимально инвазивного внутреннего остеосинтеза. Доказано, что между типом перелома костей, механизмом повреждения тазового кольца, объемом и распространенностью забрюшинных гематом существует статистически высокая достоверная зависимость. Доказано, что переломам костей по типу С и механизмам повреждения тазового кольца, таким как передне-задняя компрессия (АРС–III), боковая компрессия (LCIII), вертикальный сдвиг (VS),

комбинированный механизм повреждения (СМІ), соответствуют по распространенности средние забрюшинные кровоизлияния, а средние значения объемов гематом достоверно превышают данные показатели при других вариантах повреждений таза. Проанализированы отличительные особенности двух основных и эффективных способов окончательной остановки внутритазового кровотечения (внебрюшинная тампонада или ангиоэмболизация), определены роль и место этих методов в лечебно-диагностическом алгоритме при тяжелой травме таза. Доказано, что выбор способа основывался на показателях гемодинамики, характере источника внутритазового кровотечения и наличии жизнеугрожающих последствий повреждений органов и структур других областей тела. Продемонстрировано важное значение ТЭГ для обеспечения адекватного качественного и количественного состава заместительной гемотрансфузионной терапии. Показано значение биомеханического моделирования повреждений тазового кольца и способов их устранения методом погружной фиксации с изучением основных параметров НДС системы кость-имплантат (перемещение, эквивалентные напряжения в костной ткани и металлоконструкциях) для выбора оптимального варианта внутренней минимально инвазивной хирургической стабилизации таза. Определена целесообразность и возможность использования КВ, ТС в различной комбинации при проведении первично-стабилизирующих оперативных вмешательств на лонном сочленении и ПТК в остром периоде ТБ. Для каждой из наиболее часто используемых шкал оценки тяжести повреждения (ВПХ-П (МТ), ISS, Ю.Н. Цибина) разработаны прогностические логит-модели для определения вероятности исхода при СПТ, на основании которых внедрена дифференцированная тактика хирургической стабилизации тазового кольца с использованием технологий минимально инвазивного внутреннего остеосинтеза в остром периоде ТБ. Установлена целесообразность обследования и лечения пострадавших с СПТ в условиях травмоцентра 1-го уровня с круглосуточной доступностью современных лабораторных, лучевых и других инструментальных методов исследования и применения передовых лечебных хирургических и травматологических технологий с привлечением высококвалифицированных специалистов.

Теоретическая и практическая значимость работы

Изучена структура входящего потока пострадавших с СПТ в травмоцентрах 1-го уровня, при этом выявлено, что травмы таза носят высококинетический характер и наиболее часто встречаются при дорожно-транспортных происшествиях, характеризуются значительной общей тяжестью повреждений и высокой шокогенностью, значимой величиной острой кровопотери, особенно при нестабильных повреждениях тазового кольца, которые приводят к частым неблагоприятным исходам. Разработана и внедрена в клиническую практику методика определения объема забрюшинной гематомы путем построения ее мультипланарной реконструкции с помощью специальных систем экспертной постобработки МСКТ-изображений при различных типах переломов костей таза и механизмах повреждения тазового

кольца. Обнаружена корреляционная связь между объемом, распространенностью забрюшинного кровоизлияния и величиной острой кровопотери вследствие внутритазового кровотечения. Установлены виды механизмов повреждений тазового кольца, которые сопровождаются высоким риском травмы сосудов, значительно большим объемом тканевого пространства для скопления крови и отсутствием возможности развития биологической тампонады. Определено, что высокоинформативными методами лучевой диагностики источника продолжающегося кровотечения из поврежденных сосудов таза, как области труднодоступной анатомической локализации, являются компьютерная томография с внутривенным контрастированием и ангиография. Разработан лечебно-диагностический алгоритм при тяжелых травмах таза, в котором определен порядок и оптимальный объем СМП, в том числе с использованием высокотехнологичных (эндоваскулярных) методов диагностики и лечения продолжающегося внутритазового кровотечения, позволяющий улучшить исходы в остром периоде ТБ. Разработана и внедрена в клиническую практику схема коррекции кровопотери путем проведения заместительной гемотрансфузионной терапии при продолжающихся внутритазовых кровотечениях, основанной на разности между показателями ТЭГ, полученными из проб с цельной цитратной кровью и обедненной тромбоцитами плазмой. Установлено, что разработанные новые минимально инвазивные способы хирургической стабилизации таза на основе ТС в различной комбинации и КВ позволяют обеспечить стабильно-функциональную фиксацию тазового кольца, в первую очередь задних структур, начать раннюю вертикализацию, приступить в оптимальные сроки к реабилитации пациентов данной категории и расширить арсенал хирургических операций при СПТ в остром периоде ТБ. Определено, что биомеханическое моделирование наиболее часто встречающихся типов нестабильных повреждений тазового кольца и систем фиксации позволяет осуществлять оптимальный выбор имплантатов и их конфигурации для минимально инвазивного стабильно-функционального остеосинтеза тазового кольца. Подтвержден значимый уровень достоверности прогностических логит-моделей определения вероятности исхода при СПТ, позволяющих разграничить оперативные вмешательства по хирургической стабилизации тазового кольца в остром периоде ТБ, ограничивая при этом применение традиционной концепции ОКП и создавая благоприятные условия для исчерпывающего лечения переломов с преимущественным использованием технологий минимально инвазивного внутреннего остеосинтеза в условиях травмоцентра 1-го уровня.

Методология и методы исследования. Композиционная структура научной работы опеределена поставленной целью исследования, заключающейся в решении проблемы улучшения результатов лечения пострадавших с тяжелыми СПТ в условиях травмоцентра 1-го уровня путем анализа актуальных знаний, передовых достижений в хирургии повреждений и травматологии, разработки и совершенствования подходов к оказанию специализированной, в том числе и высокотехнологичной, медицинской

помощи пациентам данной категории на современном этапе. Объект исследования – пострадавшие с сочетанными повреждениями таза. Предмет исследования – результаты диагностики и лечения сочетанных повреждений таза, биомеханического моделирования повреждений задних структур тазового кольца и систем фиксации.

Научно-исследовательская работа построена на использовании современных методов диагностики (МСКТА, мультипланарная реконструкция и оценка параметров забрюшинных тазовых гематом, АГ), биомеханического моделирования наиболее часто встречаемых нестабильных повреждений таза, фиксированных различной конфигурацией погружных имплантатов (КВ, ТС), применении открытых (тампонада таза) или интервенционных (РЭБОА, ангиоэмболизация) способов хирургического гемостаза, внедрении технологий минимально инвазивной внутренней стабилизации таза в остром периоде ТБ.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Сочетанные повреждения таза, возникающие в результате высокоэнергетического травматического воздействия, отличаются многообразием переломов костей и разрывов связочного аппарата тазового кольца, характеризуются значительной тяжестью повреждений, сопровождаются продолжающимся внутритазовым кровотечением и высокой шокогенностью, являясь одной из ведущих причин летальности при политравме.

2. Своевременное распознавание источников продолжающегося внутритазового кровотечения с использованием современных лучевых методов диагностики, правильный выбор способа хирургического гемостаза (тампонады таза и ангиоэмболизации) в соответствии с лечебно-диагностическим алгоритмом при тяжелой травме таза в комплексе с адекватной заместительной гемотранфузионной терапией способствуют повышению эффективности лечения этой патологии.

3. Биомеханическое моделирование нестабильных повреждений тазового кольца позволяет выбрать оптимальный способ минимально инвазивной внутренней фиксации на основе применения канюлированных винтов и транспедикулярных систем в различных комбинациях, используемых для хирургической стабилизации таза в остром периоде травматической болезни.

4. Дифференцированная тактика хирургической стабилизации таза, основанная на результатах прогностического логит-моделирования вероятности исхода, создает возможность выполнить окончательную минимально инвазивную внутреннюю фиксацию нестабильных повреждений тазового кольца в остром периоде травматической болезни.

5. Разработанные лечебно-диагностические подходы к оказанию хирургической помощи пострадавшим с сочетанными повреждениями таза в условиях травмоцентра 1-го уровня позволяют сократить частоту осложнений и летальных исходов по сравнению с традиционным лечением, основанным на применении концепции «Ортопедический контроль повреждений».

Степень достоверности и апробация результатов исследования.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций обусловлена репрезентативностью клинического материала, адекватностью использованных методов диагностики и лечения сочетанных повреждений таза, применением соответствующих методов статистической обработки результатов. Основные положения научного исследования изложены на Межрегиональной научно-практической конференции «Специализированная медицинская помощь в мегаполисе» (СПб., 2016); Международных научно-образовательных конгрессах «ТРАВМА» (М., 2016, 2017, 2020); Всероссийских конференциях молодых ученых с международным участием «Цивьяновские чтения» (Новосибирск, 2016, 2017); Пироговском форуме с международным участием «Хирургия повреждений, критические состояния. Спаси и сохрани» (М., 2017); Евразийских ортопедических форумах (М., 2017, 2019, 2020); Всероссийских конгрессах с международным участием «Медицинская помощь при травмах мирного и военного времени. Новое в организации и технологиях» (СПб., 2018, 2019, 2020, 2021); XI Всероссийском съезде травматологов-ортопедов (СПб., 2018); IX Съезде Ассоциации хирургов-вертебрологов (СПб., 2018); Съездах ассоциации врачей экстренной медицинской помощи Узбекистана (Ташкент, 2018, 2021); Международной научно-практической конференции «Эндоваскулярные решения при хирургических кровотечениях и травмах» (СПб., 2019); заседании Травматологического общества (СПб., 2017); заседаниях Хирургического общества Пирогова (СПб., 2018, 2020); VI ежегодной национальной выставке «ВУЗПРОМЭКСПО-2019» (М., 2019); VI Конгрессе Всемирного общества экстренной хирургии WSES (Неймеген, Нидерланды, 2019); Всероссийском симпозиуме, посвященном обсуждению проблем биомеханики «Биомеханика 2020» (М., 2020); Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) «Хирургия войны и тяжелой травмы», посвященной 90-летию кафедры военно-полевой хирургии» (СПб., 2021).

Результаты диссертационной работы внедрены и реализованы: в учебном процессе кафедры военно-полевой хирургии ВМедА им. С.М. Кирова; кафедр математической теории упругости и биомеханики, основ математики и информатики СГУ им. Н.Г. Чернышевского; кафедры травматологии и ортопедии ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова; отделов сочетанной травмы, травматологии, ортопедии и вертебрологии, лучевой диагностики СПб НИИ СП им. И.И. Джанелидзе в виде лекций и методических рекомендаций к практическим занятиям; в клинической деятельности клиники военно-полевой хирургии ВМедА им. С.М. Кирова, отдела сочетанной травмы СПб НИИ СП им. И.И. Джанелидзе, кафедры травматологии и ортопедии ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова; при написании разделов учебника по военно-полевой хирургии (СПб., 2020), атласа «Хирургия тяжелых сочетанных повреждений» (СПб., 2018), учебно-методических пособий; проекта клинических рекомендаций «Диагностике и лечение травм, захватывающих несколько областей тела (Т00-Т07), в травмоцентрах» (СПб., 2019); при выполнении

инициативных научно-исследовательских работ по темам «Совершенствование тактики диагностики и лечения пострадавших с нестабильными повреждениями тазового кольца» (СПб НИИ СП, 2017–2020 гг.); Проекта Фонда перспективных исследований «Разработка прототипа системы поддержки принятия врачебных решений в реконструктивной хирургии позвоночно-тазового комплекса», шифр «Протез-1» (СГУ, 2018–2021 гг.).

Организация и проведение диссертационного исследования одобрены независимым Этическим комитетом при ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» МО РФ (протокол № 231 от 28.01.2020).

Личное участие автора в проведении исследования. Автор принимал личное участие в определении цели и задач научного исследования, разработал его методологию, осуществил планирование, организацию и проведение работы, направленной на изучение частоты, структуры, особенности диагностики и лечения пострадавших с СПТ. Исследователем выполнены все этапы работы, включая подбор, учет и систематизацию первичных материалов (медицинской документации) и формирование баз данных, анализ и сопоставление ближайших исходов и отдаленных результатов лечения с их последующей статистической обработкой, формулировку научных положений, выводов и практических рекомендаций. Автор принимал непосредственное участие в организации оказания специализированной, в том числе высокотехнологичной, медицинской помощи пострадавшим в ВМедА и СПб НИИ СП в круглосуточном режиме. Им лично прооперировано до 85% пострадавших проспективного массива, оценены отдаленные результаты лечения пациентов данной категории. Автор лично участвовал в разработке и апробации прогностических логит-моделей определения вероятности исхода при СПТ; разработке и построении трёхмерных твердотельных моделей структур ПТК и систем фиксации с последующей оценкой результатов биомеханического моделирования.

Публикации. Основной материал диссертационного исследования опубликован в 52 отечественных и зарубежных научных статьях, в том числе в 26 научных статьях в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ для публикаций основных результатов диссертационных исследований. По теме исследования оформлены 4 патента на изобретения.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 8 глав, заключения, выводов и практических рекомендаций, 7 приложений. Работа изложена на 421 странице, содержит 79 рисунков, 83 таблицы. Список литературы включает 472 источника, из них 114 отечественных и 358 иностранных.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования

Для решения поставленных задач научной работы произведен анализ лечения 1635 пострадавших с СПТ за период с 2010 по 2020 гг. Основные моменты оказания специализированной, в том числе высокотехнологичной, медицинской помощи пострадавшим данной категории отрабатывали в двух травмоцентрах 1-го уровня г. Санкт-Петербурга: клинике военно-полевой хирургии ВМедА им. С.М. Кирова (499 человек) и СПб НИИ СП им. И.И. Джанелидзе (1136 человек). Из данных общей выборки сформированы шесть массивов исследования (Таблица 1).

Таблица 1 – Общая характеристика клинического материала

Массив	Содержание работы	Количество наблюдений
1.	Анализ частоты и структуры сочетанных повреждений таза (СПТ) в травмоцентрах 1-го уровня за период с 2010 по 2019 гг.	Сведения из историй болезни и собственных наблюдений о 1441 пострадавшем с СПТ (первичная госпитализация в травмоцентр 1-го уровня).
2.	Ретроспективный анализ историй болезни пострадавших за период с 2010 по 2014 гг. с применением тактики многоэтапного хирургического лечения (Ортопедический контроль повреждений), основанной на методике лечебно-тактического прогнозирования.	Сведения из историй болезни 521 пострадавшего. Из них выжили 414, погибли – 107 пострадавших.
3.	Анализ проспективных наблюдений за пострадавшими за период с 2015 по 2020 гг. с применением новых лечебно-диагностических подходов к оказанию СМП при СПТ.	Собственные наблюдения за 563 пострадавшими. Из них выжили 487, погибли – 76 пострадавших.
4.	Анализ компьютерно-томографических параметров забрюшинных тазовых гематом.	Сведения МСКТ таза и живота 337 пострадавших.
5.	Разработка прогностических логит-моделей для определения исхода при СПТ.	Массив, сформированный случайным образом, и включающий данные о 1521 пострадавшем.
6.	Оценка отдаленных результатов лечения пострадавших с СПТ.	Сведения из анкет 122 пострадавших.

Для детального решения задач научной работы в Массивах №2, №3 и №6 выделены соответствующие группы и подгруппы исследования.

Для оценки частоты и структуры СПТ в травмоцентре 1-го уровня проанализировали данные о 1441 пострадавшем (Массив №1), получившем

травму в Санкт-Петербургской городской агломерации и первично доставленном в вышеуказанные медицинские организации.

Для сравнительного анализа применения различных подходов к оказанию хирургической помощи пострадавшим с СПТ созданы массивы исследования, в которые включены пациенты данной категории в возрасте до 75 лет (Массивы №2 и №3). Для лечения 521 пострадавшего Массива №2 применяли тактику многоэтапного хирургического лечения СПТ (Ортопедический контроль повреждений), основанную на лечебно-тактическом прогнозировании по методике Ю.Н. Цибина (1988). Пострадавшим из Массива №2 в остром периоде ТБ проводили внеочаговую стабилизацию поврежденного таза в режиме лечебно-транспортной иммобилизации, а для остановки внутритазового кровотечения выполняли перевязку ВПА, при этом каких-либо дополнительных способов хирургического гемостаза после механической фиксации тазового кольца не использовали, а для восполнения острой кровопотери различной степени тяжести проводили гемотранфузионную терапию по стандартным схемам. В период относительной стабилизации жизненно важных функций организма ТБ применяли модульную трансформацию АВФ. Внеочаговая фиксация таза была одним из окончательных способов лечения. Реконструктивно-восстановительные операции на поврежденном тазовом кольце выполняли в период полного купирования осложнений ТБ, для чего, в основном, использовали традиционный внутренний остеосинтез, а окончательную стабилизацию таза с помощью минимально инвазивной погружной фиксации применяли редко в 1,3% наблюдений, так как не была освоена в достаточной степени.

В Массиве №3 (у 563 пострадавших с СПТ) применяли новые лечебно-диагностические подходы к оказанию СМП пострадавшим в условиях травмоцентра 1-го уровня, предполагающие применение инновационных методов диагностики и способов остановки внутритазовых кровотечений, прогнозирование исходов, биомеханическое моделирование нестабильных повреждений тазового кольца и систем погружной фиксации различной конфигурацией имплантатов (КВ, ТС), использование дифференцированной тактики хирургической стабилизации таза с внедрением минимально инвазивного остеосинтеза в остром периоде ТБ.

Верификация параметров забрюшинных тазовых гематом (локализация, объем, распространенность и радиоденсивность). В число наблюдений включили первичные данные КТ-исследования таза и живота 337 пострадавших с СПТ (Массив №4), у которых определено ретроперитонеальное внутритазовое кровоизлияние. Более одного источника внутреннего кровотечения у пострадавших наблюдали в 39 (11,6%) случаях. Анализ параметров гематом проводили с помощью рабочей станции Vitrea с построением мультипланарной КТ-реконструкции. После выделения контуров гематомы на аксиальных КТ-срезах программа автоматически показывала ее 3D-реконструкцию, высчитывала объем кровоизлияния в см³ и диапазон количественных значений плотности структур в ней по шкале Хаунсфилда. На нативных срезах МСКТА оценивали локализацию гематомы, которая помогала определить возможное

повреждение конкретной артерии бассейна ВПА на основании ее расположения относительно анатомических ориентиров и зоны кровоснабжения. Для обширных тазовых кровоизлияний было характерно присутствие признака «симптом моляра» на аксиальных МСКТ-срезах, который свидетельствовал о уже значимой забрюшинной гематоме (300 см³ и более). Распространенность гематом оценивали по хирургической классификации забрюшинных тазовых кровоизлияний И.З. Козлова (1988), которые были разделены на малые (нижние), средние и большие.

Сравнительный анализ групп исследования с различным подходом в достижении хирургического гемостаза при тяжелых травмах таза. Для разработки и оценки лечебно-диагностического алгоритма при тяжелых травмах таза из общей базы пострадавших выделены 349 пациентов, имеющих нестабильные повреждения тазового кольца (по шкале AIS_{≥4} баллов) и признаки продолжающегося внутритазового кровотечения. Сформированы статистически однородные группы: основная – 179 человек (из Массива №3) и сравнения – 170 человек (из Массива №2). В основной группе контрастная лучевая диагностика источников внутритазового кровотечения, как артериального, так и венозного характера, применена у 62 пострадавших при стабилизации гемодинамических параметров. При анализе МСКТА-срезов в различных фазах лучевого исследования детально изучали признаки повреждения внутритазовых сосудов (экстравазация, стоп-контраст, ложная аневризма). По результатам МСКТА сформулировали показания к диагностической АГ – в 8-ми наблюдениях. Тазовая АГ проведена 20 пострадавшим, из них выполнена первично – у 10, вторым этапом после ВТТ – у 10-ти пациентов. Об эффективности внедрения лечебно-диагностического алгоритма судили по объему заместительной гемотрансфузионной терапии, ближайшим результатам лечения.

Сравнительный анализ способов хирургического гемостаза при тяжелой травме таза. В основной группе Массива №3 выделены две соответствующие выборки пострадавших с тяжелой травмой таза, у которых в качестве способов окончательной остановки внутритазового кровотечения первично применяли внебрюшинную тампонаду таза (29 человек) или ангиографию с эмболизацией (10 человек). Исследуемые подгруппы проанализированы по характерным отличиям, отражающим тяжесть повреждения и состояние пострадавшего, характеризующим оперативные вмешательства, заместительную гемотрансфузионную терапию, иллюстрирующим частоту применения и данные контрастных лучевых методов исследования в поиске источника кровотечения, а также результатам лечения.

Комплексная оценка системы гемостаза при тяжелой травме таза. Материалом исследования были данные о 21-м пострадавшем с тяжелыми СПТ, сопровождающимся внутритазовым кровотечением (основная группа из Массива №3). Пострадавшие разделены на две подгруппы по величине острой кровопотери: 20 – 30% ОЦК (13 человек) и более 30% ОЦК (8 человек). При проведении заместительной гемотрансфузии учитывали качественный и

количественный состав препаратов и компонентов крови с учетом изменений параметров ТЭГ в динамике с двумя образцами крови: цельная цитратная кровь и обедненная тромбоцитами плазма.

Прогнозирование вероятности исхода «выжил/умер» при СПТ. В качестве обучающей выборки случайным образом сформирован Массив №5, в котором представлены данные о 1521 (94%) пострадавшем. Анализ данных позволил определить факторы, статистически значимо влияющие на летальность при СПТ, построить логит-модели. Общий вид модели: $P=f(a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + \dots + a_k X_k)$, здесь $f(x)$ – логистическая функция.

Отдаленные результаты лечения оценены у 122 пострадавших с СПТ (Массив №6), которые были распределены по трем группам в зависимости от сроков проведения реконструктивно-восстановительных операций на тазовом кольце и варианта выбранного способа окончательной фиксации. Первая группа (68 человек из Массива №3), в которой погружной остеосинтез применяли в остром периоде ТБ, при этом преимущественно использовали минимально инвазивные технологии. Вторая группа (33 человека из Массива №2), где исчерпывающие операции по стабилизации таза проводили в 4-й период ТБ (полной стабилизации жизненно важных функций и купирования осложнений). Третья группа (21 человек из Массива №2), где для окончательной фиксации таза использовали АВФ в различных компоновках. Оценку отдаленных результатов лечения при травмах таза проводили в срок от 1 года до 5 лет по критериям шкалы S.A. Majeed (1990). Структурный анализ компонентов качества жизни, связанного со здоровьем, осуществляли при помощи шкал опросника SF-36 (Ware J.E., 1992).

Биомеханический анализ моделей таза и систем фиксации. В ходе биомеханического исследования рассматривали наиболее часто встречаемые типы повреждений задних структур таза, фиксированных различной конфигурацией имплантатов (Таблица 2).

Таблица 2 – Варианты реконструктивного хирургического лечения таза

Модель	Способы внутреннего остеосинтеза		
Продольный перелом крестца (повреждение суставной фasetки L ₅ /S ₁ позвонков) – 18 моделей	Фиксация КПС 2-мя КВ на уровне S ₁ и S ₂ позвонков	Односторонняя ПТФ L ₄ -L ₅ /крыло подвздошной кости + фиксация КПС 2-мя КВ на уровне S ₁ и S ₂ позвонков	Двусторонняя ПТФ L ₄ -L ₅ /крыло подвздошной кости + фиксация КПС 2-мя КВ на уровне S ₁ и S ₂ позвонков
Н-образный перелом крестца – 6 моделей	Двусторонняя фиксация КПС 2-мя КВ на уровне S ₁ позвонка	Двусторонняя ПТФ L ₄ -L ₅ /крыло подвздошной кости + фиксация КПС 2-мя КВ на уровне S ₁ позвонка	
Полный разрыв КПС – 2 модели	Фиксация КПС 2-мя КВ на уровне S ₁ и S ₂ позвонков	Передняя мостовидная фиксация КПС 2-мя реконструктивными пластинами на уровне S ₁ позвонка	

Твердотельные 3D-модели таза создавали на основе данных компьютерных томограмм пациентов в программном пакете Mimics 19.0 (Materialise, Belgium). Мягкие ткани (связки) были построены на основе анатомических данных в ручном режиме в программном пакете SolidWorks (Dassault Systemes, USA). Построенные модели имплантатов импортировали в программный пакет SolidWorks и размещали в рассматриваемом сегменте ПТК в соответствии с описанными вариантами хирургического лечения. В результате для каждого типа повреждения таза получены итоговые трехмерные модели структур ПТК и систем фиксации. Максимальные возможные перемещения и НДС в моделях изучали при следующих вариантах нагружения: на сжатие (действие веса тела), изгиб при наклонах вперед и назад, ротационное воздействие (повороты тела). К верхней концевой пластинке L₃–L₅ позвонков прикладывали компрессионную распределенную нагрузку различной величины от 100 до 600 Н в зависимости от рассматриваемой модели, действующую в направлении оси тела позвонка. В каждом расчете задавали изгибающий или скручивающий момент величиной 7,5 Н/м (Zhao Y., 2012; Li J., 2019). Схема нагружений моделей приведена на рисунке 1.

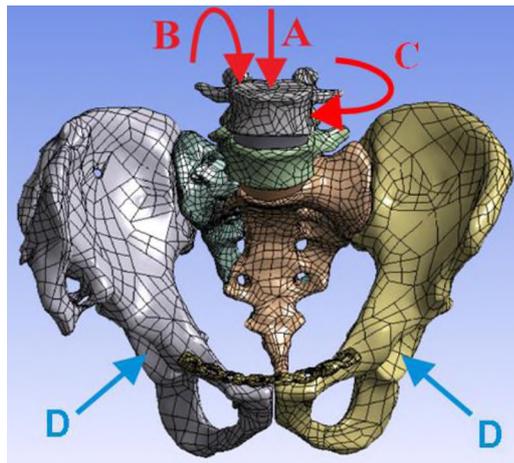


Рисунок 1. Схема нагружений модели ПТК: А – осевая компрессия; В – наклон (вперед и назад); С – ротация; D – фиксация на уровне вертлужных впадин

Численное моделирование осуществляли в системе ANSYS 16.1 (ANSYS Inc., USA) в среде Workbench. В результате расчетов для каждой модели оценены максимальные перемещения, получены поля эквивалентных напряжений в имплантатах и костных тканях, а значения рассчитанных величин сравнивали с пределом прочности соответствующего материала.

В работе использованы следующие методы исследования: клинический, рентгенологический, лабораторный, математический и статистический. Статистический анализ показал, что сравниваемые массивы, группы и подгруппы по математическому распределению не различались, и это позволило корректно сравнивать результаты исследования. Методы статистической обработки приведены при изложении результатов исследования.

Результаты исследования

Частота и структура сочетанных повреждений таза. Сочетанные травмы таза, сопровождающиеся повреждением тазового кольца, полученные пострадавшими в условиях крупной городской агломерации, возникали при приложении травмирующей силы большой площади или двигающейся с высокой скоростью. Их особенностями являлись: наиболее часто СПТ получены в результате дорожно-транспортных происшествий и падений с высоты – в 55,9 и 37,3% клинических наблюдений соответственно, что свидетельствовало о высококинетическом характере повреждений. 84,7% пострадавших с СПТ составляли лица трудоспособного возраста; у пострадавших с повреждением тазового кольца в 60,8% были повреждены 4 области и более, при этом травма таза была доминирующей в 58,0% наблюдений; тяжесть политравмы по шкалам ISS более 25 баллов и ВПХ-П (МТ) более 8 баллов диагностирована у 1/2 части пострадавших с СПТ, при этом жизнеугрожающие последствия повреждений определены у 53,4%, из них на долю внутритазового кровотечения приходилось 32,3%. Вторым конкурирующим источником острой кровопотери было внутрибрюшное кровотечение (17,1%). Нестабильные повреждения таза встречались в 66,9% случаев, из них в 79,7% отнесены к односторонним и в 20,3% – двусторонним переломам, а в 23,4% наблюдений сочетались с переломом вертлужной впадины. По механизму повреждения тазового кольца преобладал тип боковой компрессии (LC) – 56,6%, что соответствует самому частому обстоятельству получения травмы в результате дорожно-транспортного происшествия. Среди структуры морфологических повреждений заднего отдела таза чаще встречались переломы крестца – в 78,5% (в том числе односторонние – 80,9%), полные и частичные разрывы КПС – в 19,4% случаев. Множественная травма таза с повреждением внутритазовых органов имела место в 9,2% случаев, из них разрывы мочевого пузыря – в 5,6% (внебрюшинные – 4,1%, внутрибрюшинные – 1,0%, комбинированные – 0,4%), прямой кишки – в 0,6% (внебрюшинные – 0,4%, внутрибрюшинные – 0,1%), уретры – в 2,0%, матки – в 0,1%, влагалища – в 0,8% случаев, повреждения мягкотканного компонента – в 5,1% наблюдений, включая травму наружных половых органов – в 1,0% и обширные травматические отслойки области таза (синдром Мореля–Лавалля) – в 0,7% случаев. Сочетанные повреждения таза отличались высокой шокогенностью (травматический шок II-III степени) – 56,2% и значимой величиной острой кровопотери (более 20% ОЦК) – 55,2%, что отражалось на уровне летальности, в первую очередь, от продолжающегося внутритазового кровотечения. В структуре неблагоприятных исходов при сочетанной травме погибшие пострадавшие с переломами костей таза составляли 30,7% (от 22,4 до 43,2%), из них умершие в течение первых суток – 42,6%, (от 23,9 до 58,6%) и развившихся впоследствии осложнений – 23,1% (от 15,0 до 34,6%) наблюдений. Все это требует своевременного принятия мер по скорейшей доставке пострадавшего в травмоцентр и незамедлительного оказания СМП.

Анализ КТ-параметров забрюшинных тазовых гематом. При постобработке КТ-изображений забрюшинных кровоизлияний распределение средних значений объемов гематом при различной величине острой кровопотери составило: при легкой степени – $65,3 \pm 7,8$ [10; 457] см^3 , средней – $178,3 \pm 17,1$ [10; 750] (см^3), тяжелой – $331,6 \pm 24,4$ [10; 1534] см^3 , крайне тяжелой – $461,3 \pm 68,5$ [10; 1611] см^3 . Как видно, пересечение диапазонов значений объемов гематом подтвердилось описательной статистикой. Имеются различия для средних значений объемов гематом для разных уровней показателя величины острой кровопотери ($p < 0,01$). Путем исключения взаимозависимости объясняющих показателей выявлена статистически обоснованная корреляция между величиной острой кровопотери и объемом гематомы (коэффициент парной корреляции – 0,48). В ходе последующего анализа выделены две подгруппы по механизму повреждения таза, в которых средние значения объемов гематом и гемотрансфузии одинаковы: 1 подгруппа (LCI, LCII (A), LCII (B), CM (тип B), APII, BV (тип B, C) и 2 подгруппа (LCIII, APIII, VS, CMI (тип C)). На точечной диаграмме отчетливо выделены две подгруппы уровней показателя «механизм травмы таза», для которых средние значения объемов гематом приблизительно равны (Рисунок 2).

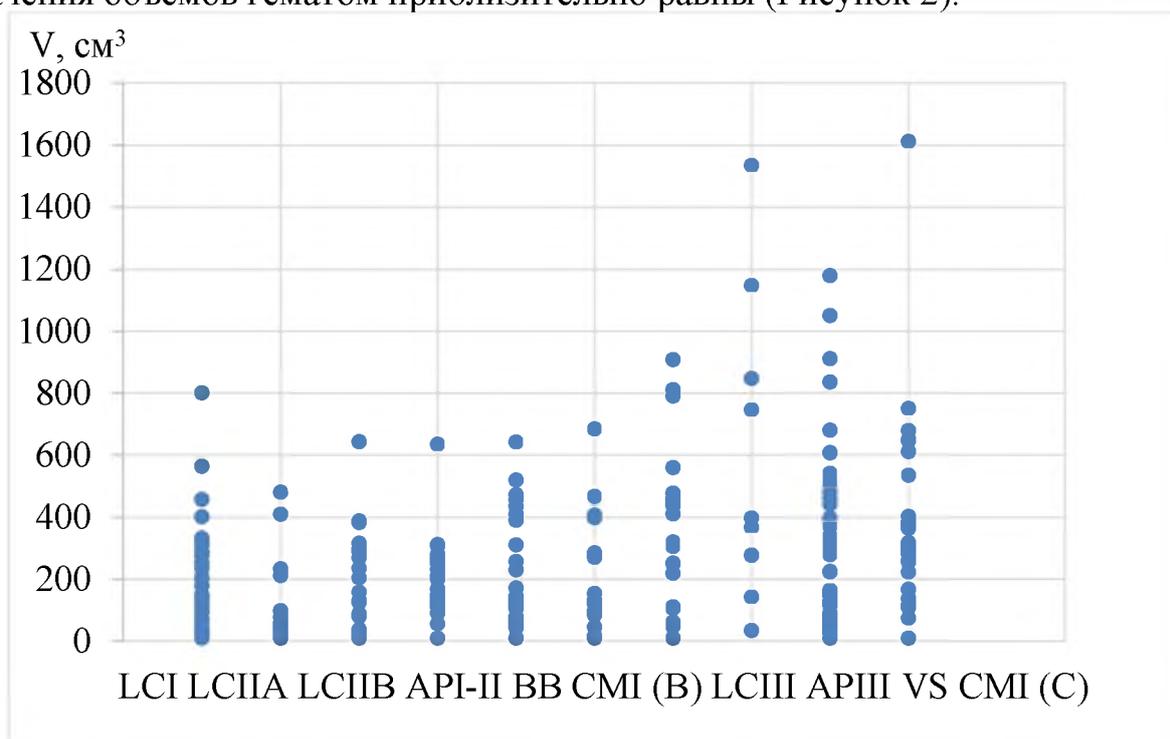


Рисунок 2 – Точечная диаграмма, отражающая связь механизма травмы таза со значением объема гематомы (см^3)

Очевидное пересечение диапазонов значений объемов гематом и гемотрансфузии для различных уровней показателя механизм травмы таза подтверждается описательной статистикой, представленной в таблице 3. Между подгруппами имеется статистически достоверное различие, что подтверждается проведенным ранговым дисперсионным анализом Краскела-Уоллиса и применением критерия Манна-Уитни для каждой пары показателей.

Таблица 3 – Распределение средних значений объемов гематом и гемотрансфузии по механизмам повреждения тазового кольца, n=337

Показатели*	1 подгруппа						2 подгруппа*			
	LC I	LC IIA	LC IIB	BB	APC II	СМI (B)	VS	СМI (C)	LC III	APC III
Наблюдения	115	16	22	28	22	16	52	35	21	10
Объем гематомы (см ³)										
Ср. знач.	124	110	173	189	194	206	302	355	349	517
Станд. ошиб.	17	37	35	36	29	49	39	48	58	165
Макс. знач.	1242	480	643	642	635	684	1178	1611	908	1534
Медиана	41	43	80	87	120	143	294	310	315	335
Нижн. гран.	78	28	55	118	39	193	190	186	122	243
Верхн. гран.	147	188	188	152	259	342	330	342	365	483
Объем гемотрансфузии (1 доза=250 мл)										
Ср. знач.	0,9	1,3	0,9	0,8	1,6	1,7	2,0	2,8	2,4	3,0
Станд. ошиб.	0,2	0,4	0,3	0,3	0,5	0,6	0,4	0,5	0,6	0,9
Макс. знач.	5,6	5,6	5,4	3,5	6,2	6,7	10,6	13,0	7,6	8,0

Примечание: * – статистически подтвержденное различие (критерий Краскела-Уоллеса на уровне значимости 5%). BB – вертлужная впадина; СМI(B) и СМI(C) – комбинированный механизм повреждения тазового кольца при переломе костей таза по типу B и C соответственно.

Таким образом, есть высокая вероятность того, что объем гематомы, и как следствие, большая потребность в заместительной гемотрансфузионной терапии будет выше у пострадавших второй подгруппы. Скорее всего, это связано с тем, что данные повреждения тазового кольца характеризуются разрывами сочленений, связок и диафрагмы таза, которые сопровождаются высокими рисками сопутствующей травмы сосудов, значительно большим объемом тканевого пространства для скопления крови и отсутствием возможности развития биологической тампонады.

В зависимости от типа перелома костей таза средние значения объемов гематом составили: при сложном переломе BB (тип B, C) – $188,8 \pm 35,7$ [10; 642] см³, ротационно-нестабильном повреждении таза (тип B) – $174,1 \pm 14,5$ [10; 1242] см³, вертикально-нестабильном повреждении таза (тип C) – $331,6 \pm 31,1$ [10; 1611] см³. Средний объем гематом в случае повреждения таза по типу C статистически достоверно превышал объем кровоизлияния в случае переломов костей по типу B или при переломе BB ($p < 0,01$).

Несмотря на проведенное исследование, со 100%-й вероятностью предсказать величину острой кровопотери вследствие внутритазового кровотечения в зависимости от конкретного механизма травмы тазового кольца или типа перелома костей таза невозможно. Гематомы объемом ≥ 300 см³ при переломах костей, разрывах сочленений, костно-связочного аппарата и диафрагмы таза наблюдали в 28,8% случаев при конкретных типах нестабильности и механизмах повреждения тазового кольца, и они сопровождались внутритазовым кровотечением в 75,3% клинических

наблюдений. Забрюшинные гематомы не выходили за пределы полости таза (малые кровоизлияния) – в 250 наблюдениях (74,2%), распространялись до уровня почек (средние кровоизлияния) – в 84 (24,9%) и доходили до диафрагмы (большие кровоизлияния) – в 3-х (0,9%) наблюдениях. При этом объём малых кровоизлияний составил в пределах $125,2 \pm 7,6$ [10; 535] см³, средних – $458,9 \pm 29,2$ [303; 1242] см³, больших – $1351,0 \pm 222,6$ [908; 1611] см³. Между величиной острой кровопотери и распространённостью гематомы есть прямая корреляционная связь (коэффициент парной корреляции – 0,46). Применение критерия χ^2 Пирсона на уровне значимости $p < 0,001$ показало наличие зависимости между типом перелома костей и распространённостью гематом. При этом можно отметить, что переломам костей таза по типу В и сложным переломам вертлужной впадины (типы В и С) в большей степени соответствовали малые гематомы, а при вертикально-нестабильных повреждениях тазового кольца (тип С) наблюдали средние гематомы.

Большие гематомы наблюдали в единичных случаях. Также статистически достоверна (χ^2 на уровне значимости $p < 0,001$) и подтверждена зависимость между механизмом повреждения таза и распространённостью гематом. По результатам исследования выделены подгруппы: LCI, LCIIA, LCPIB, APC-II, CMI (B), сложные переломы BB – данным механизмам травмы соответствовали малые гематомы, а CMI (C), LCIII, VS, APC-III – этим механизмам травмы отвечали средние гематомы, что более информативно отражено на графике (Рисунок 3).

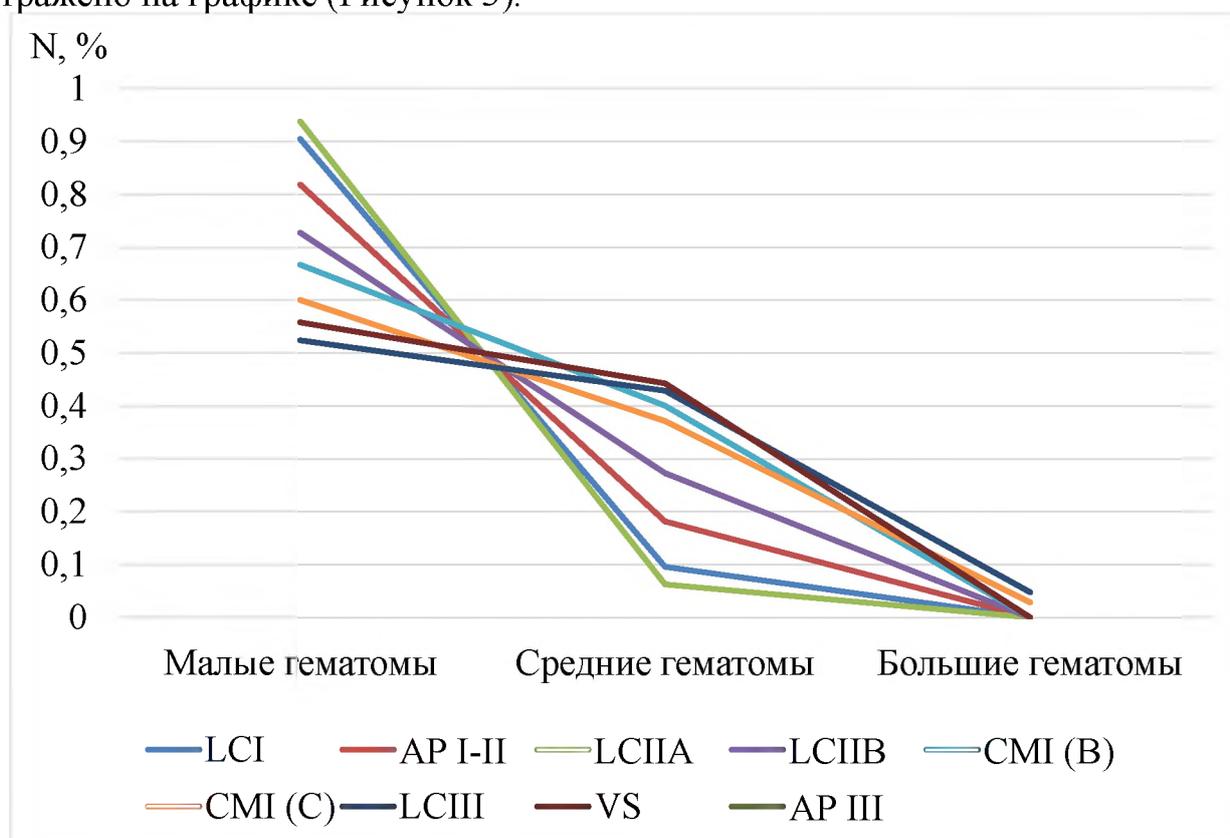


Рисунок 3 – График распределения показателя распространённости гематом при различных механизмах повреждения тазового кольца

Также стоит отметить, что распределение уровня гематом по распространенности забрюшинного кровоизлияния, механизму травмы и типу перелома костей таза для данной выборки в какой-то степени аналогично предыдущему исследованию, в котором анализировали объемы гематом, измеренные с помощью специальных программ МСКТ, хотя не во всех случаях наблюдали соответствие между распространенностью и объемом забрюшинного тазового кровоизлияния. В ходе анализа результатов в изучаемых подгруппах выявлено, что в исследование по объективным причинам не попали пострадавшие с СПТ, у которых диагностированы большие забрюшинные тазовые гематомы (более 1500 мл), за исключением трех пациентов данной категории, а величина острой кровопотери при этом составляла более 2-х литров, и само кровоизлияние распространялось до уровня диафрагмы. В большинстве наблюдений данные пострадавшие уже поступали с нестабильной гемодинамикой в крайне тяжелом или терминальном состоянии, так как у них изначально внутритазовое кровотечение носило профузный характер. Данную распространенность гематом подтверждали в ходе судебно-медицинской экспертизы и установления причинно-следственной связи гибели пострадавшего вследствие массивного внутритазового кровотечения и развития необратимой кровопотери. В силу крайне тяжелого состояния у данной категории пострадавших в большинстве наблюдений первично выполняли только рентгенографию таза.

Анализ результатов применения лучевых методов диагностики источника продолжающегося внутритазового кровотечения. У пострадавших, которым провели МСКТ-ангиографию, средний объем гематом составил $393,7 \pm 186,5$ см³, из них в тех наблюдениях, в которых присутствовала экстравазация – $517,5 \pm 217,0$ [250; 835] см³. По МСКТА диагностировали экстравазацию контрастного вещества – в 6-ти, обрыв и «стоп-контраст» на уровне поврежденной артерии – в 2-х, посттравматическую ложную аневризму – в одном, дефект стенки сосуда за счет смещения и сдавления сосудистого пучка – в 2-х наблюдениях, отсутствие признаков повреждения сосудов – у 50 пострадавших. При интерпретации МСКТА учитывали фазу лучевого исследования, в которой первично наблюдали экстравазацию и изменение ее характера в последующих сериях, что позволяло дифференцировать артериальный источник кровотечения от венозного, а также отличить его от ложной посттравматической аневризмы. Следует отметить, что в 5-ти наблюдениях диагностировано артериальное кровотечение, а в одном – венозное, при этом плотность участков экстравазации находилась в пределах от +85 до +370 ед. НУ. В большинстве наблюдений определяли только одну поврежденную артерию, за исключением одного пострадавшего. Обнаруженный при тазовой АГ разрыв артерии эмболизировали. Отсутствие признаков повреждения сосудов полости таза на МСКТА или наличие незначимого забрюшинного кровоизлияния не исключало выполнения диагностической АГ для поиска источника кровотечения в случае сомнения в

надежности его окончательной остановки за счет эффекта биологической тампонады.

Сравнительный анализ основных и эффективных способов хирургического гемостаза при тяжелых травмах таза. Характерными отличиями подгрупп пострадавших, для лечения которых первично использовали один из основных и эффективных способов окончательной остановки кровотечения (ВТТ или АЭ), являлись:

- определяющие тяжесть повреждения и состояние пострадавших с тяжелыми СПТ, из них среднее САД ($71,5 \pm 18,0$ и $87,4 \pm 20,2$ мм. рт. ст.), количество пациентов с нестабильной гемодинамикой (90,6% и 70,0%), тяжесть повреждения по шкалам ISS ($44,3 \pm 10,1$ и $34,2 \pm 9,5$), ВПХ-П (МТ) ($21,2 \pm 6,7$ и $14,2 \pm 5,2$), Ю.Н. Цибина ($13,4 \pm 4,6$ и $8,6 \pm 3,7$) баллов, балльная оценка тяжести травмы по прогностическо-тактической шкале ВПХ-РТ ($30,2 \pm 9,7$ и $21,8 \pm 9,6$) и вероятной потребности в проведении массивной заместительной геотрансфузионной терапии по шкале TASH ($27,1 \pm 2,5$ и $24,9 \pm 2,9$), разные параметры кислотно-основного состояния артериальной крови: pH ($7,15 \pm 0,16$ и $7,26 \pm 0,07$), дефицит BE ($11,7 \pm 6,6$ и $7,7 \pm 6,5$) ммоль/л, лактат ($9,1 \pm 6,2$ и $3,9 \pm 2,7$) ммоль/л, наличие двух и более жизнеугрожающих последствий повреждения (71,9% и 33,3%);

- характеризующие оперативные вмешательства, из них различия во времени от поступления в протившоковую операционную травмоцентра до начала операции ($62,1 \pm 24,3$ и $342,3 \pm 167,1$) и общей продолжительностью ($32,1 \pm 14,3$ и $46,7 \pm 24,3$) минут, величиной интраоперационной кровопотери ($540,0 \pm 343,9$ и $120,0 \pm 89,9$) мл, частотой выполнения лапаротомии (37,5% и 11,1%);

- отражающие заместительную геотрансфузионную терапию (объемом геотрансфузии в первые 24 часа ($9,0 \pm 4,0$ и $3,5 \pm 2,2$) мл и ее соотношением до и после лечения (1:3 и 3:2);

- иллюстрирующие частоту применения и результаты контрастных лучевых методов исследования в поиске источника внутритазового кровотечения (частота выполнения неселективной эмболизации поврежденных артерий таза, в первую очередь, артерий большого диаметра (57,1% и 16,7%), необходимость проведения МСКТА (24,1% и 80,0%).

В подгруппах исследования наблюдали различные результаты лечения: летальность (41,4% и 11,1%), осложнения (100,0% и 44,4%), койко-день в ОХР ($14,0 \pm 1,7$ и $5,3 \pm 3,9$) и сроки стационарного лечения ($61,1 \pm 29,9$ и $46,6 \pm 31,5$) суток. Все вышеуказанные характерные признаки и результаты лечения статистически достоверно различались, что указывает на более тяжелую тяжесть повреждения и общего состояния в подгруппе пострадавших с открытым способом хирургического гемостаза ($p < 0,05$).

Лечебно-диагностический алгоритм остановки внутритазового кровотечения при тяжелой травме таза. Оценка изменения параметров гемодинамики и выполнение транспортной иммобилизации таза позволяют дежурной бригаде травмоцентра первично принять верное решение на

начальных этапах борьбы с внутритазовым кровотечением. Дальнейший порядок действий согласуется с четким соблюдением пунктов лечебно-диагностического алгоритма при тяжелой травме таза (Рисунок 4).

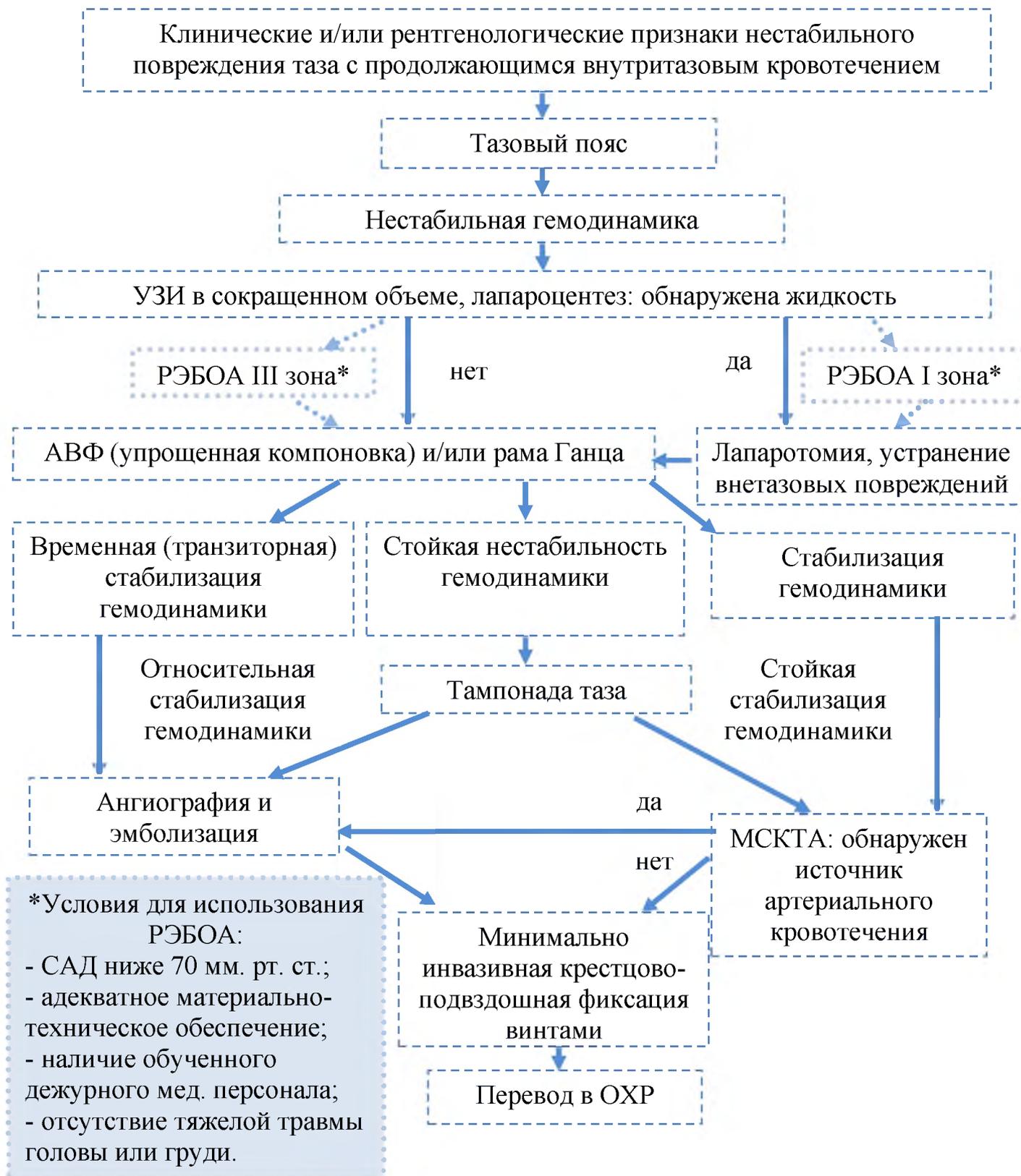


Рисунок 4 – Лечебно-диагностический алгоритм остановки внутритазового кровотечения у пострадавших с тяжелой травмой таза при нестабильной гемодинамике

При нестабильной гемодинамике (САД<90 мм. рт. ст.) проводили первичное рентгенологическое исследование груди и таза в прямой проекции, сокращенное УЗИ плевральных, брюшной полостей и перикарда на предмет наличия свободной жидкости, что позволяло определиться с возможными источниками внутреннего кровотечения. При критически нестабильной гемодинамике (САД<70 мм. рт. ст.) пострадавшим, находившимся в крайне тяжелом состоянии, непосредственно перед внеочаговой фиксацией тазового кольца и тампонадой таза применяли РЭБОА при отсутствии противопоказаний. Предположительная локализация источника внутреннего кровотечения являлась ключевым моментом в определении места установки баллона-обтуратора в 1-й (над чревным стволом) или 3-й (инфраренально) зонах аорты. Поврежденное тазовое кольцо фиксировали рамой Ганца и/или АВФ в упрощенной компоновке. Последующий порядок действий зависел от изменения показателей гемодинамики: при рефрактерной к лечению нестабильности гемодинамики проводили тампонаду таза, при временной стабилизации показателей гемодинамики на фоне интенсивной инфузионно-трансфузионной терапии осуществляли ангиографию с эмболизацией, при надежной стабилизации гемодинамики – выполняли МСКТА с дальнейшим принятием решения по лечебной тактике в зависимости от характера источника внутритазового кровотечения. При нестабильной гемодинамике (САД<90 мм. рт. ст.) и присутствии в брюшной полости, по данным УЗИ, свободной жидкости, изначально выполняли лапаротомию, определяли характер повреждения органов брюшной полости. По мере установления окончательного контроля над источниками внутрибрюшного кровотечения оценивали параметры забрюшинных тазовых кровоизлияний (напряженность, локализация и зоны распространения). При напряженных обширных тазовых гематомах (средние и большие кровоизлияния, которые занимали более одного условного отдела забрюшинного пространства) и нарастании их в динамике во время лапаротомии проводили тампонаду таза одним из способов. Если после тампонады таза наблюдали стойкую стабилизацию гемодинамики, то для подтверждения эффективности хирургического гемостаза выполняли МСКТА или тазовую АГ с последующей АЭ (по типу гибридной операции) при наличии показаний, но при условии относительной стабилизации гемодинамических параметров. Если гемодинамика не стабилизировалась, то проводили повторную тампонаду таза. При стабилизации параметров гемодинамики и наличии МСКТ таза для неотложной фиксации задних структур тазового кольца использовали минимально инвазивные технологии внутреннего остеосинтеза.

Анализ системы гемостаза при тяжелой сочетанной травме таза. У пострадавших с дефицитом 20–30% ОЦК только в пробе с цельной цитратной кровью наблюдали статистически значимое различие в показателе максимальной амплитуды (МА) ТЭГ в динамике ($50,5 \pm 3,7$ и $60,9 \pm 14,7$) мм ($p=0,009$). При анализе проб крови из 13-ти пострадавших с дефицитом 20–30% ОЦК у 4-х (30,8%) наблюдали отклонение от нормы показателя $\Delta MA > 26$ мм,

при этом МА в пробе с цельной кровью находилась в пределах нормы, что указывало на снижение в крови плазменной концентрации фибриногена и требовало коррекции путем введения криопреципитата. Достоверных различий показателя МА ТЭГ в образцах обедненной тромбоцитами плазмы, при поступлении и через сутки ($30,0 \pm 1,4$ и $32,6 \pm 0,9$) мм не было ($p=0,07$), что свидетельствовало об изменении данного параметра у большинства пострадавших подгруппы 3А за счет дефицита тромбоцитарного звена гемостаза, и это подтверждается различием стартовых показателей уровня фибриногена ($2,3 \pm 0,3$ и $1,1 \pm 0,2$) г/л ($p=0,003$) в сопоставляемых подгруппах.

Острая кровопотеря тяжелой степени (с дефицитом более 30% ОЦК) являлась одним из критериев запуска протокола массивной гемотрансфузии. У таких пострадавших при анализе ТЭГ чаще наблюдали снижение параметра МА как в пробе с цельной кровью ($37,1 \pm 3,9$ и $53,9 \pm 14,6$) мм ($p=0,007$), так и в плазме, обедненной тромбоцитами ($19,8 \pm 1,2$ и $33,5 \pm 4,9$) мм ($p=0,01$). Образование нерастворимого фибрина и микротромбов приводит к активизации фибринолитической системы. Стартовый средний показатель (LY_{30}) у пострадавших в данной подгруппе в цельной цитратной крови составлял $11,0 \pm 2,9\%$ и мог свидетельствовать о развитии чрезмерного лизиса свертка. Однако, только детальный анализ изменений значений параметра лизиса сгустка (LY_{30}) в пробах крови с определением показателя разницы между ними (ΔLY_{30}), и превышением им нормы в 5% позволил разграничить процессы фибринолиза и усиленной ретракции свертка, обусловленной гиперактивностью тромбоцитов и определить необходимость включения в схему гемотрансфузионной терапии антифибринолитических средств. Схема гемотрансфузионной терапии, основанная на показателях ТЭГ, у таких пострадавших требовала модернизации в виде увеличения объема переливаемых доз тромбоцитарной массы, включения антифибринолитических средств (транексамовая кислота) и криопреципитата (Таблица 4).

Таблица 4 – Коррекция объема и состава заместительной терапии компонентами и препаратами донорской крови по показателям ТЭГ

Показатели цельной цитратной крови	Разница в показателях между пробами крови	Коррекция гемотрансфузионной терапии
$R_1 > 10$ мин	$R_2 - R_1 (\Delta R) > 9$ мин	СЗП в дозе 15 мл/кг
$K_1 > 9$ мин	$K_2 - K_1 (\Delta K) > 4$ мин	СЗП в дозе 15 мл/кг
$MA_1 44-64$ мм	$MA_1 - MA_2 (\Delta MA) < 26$ мм	4 дозы ТМ
$MA_1 44-64$ мм	$MA_1 - MA_2 (\Delta MA) > 26$ мм	Фактор VIII (криопреципитат) 1600–2000 ЕД
$MA_1 < 44$ мм	$MA_2 < 28$ мм	8 доз ТМ + Фактор VIII (криопреципитат) 1600–2000 ЕД
$LY_{30_1} > 8\%$	$LY_{30_1} - LY_{30_2} (\Delta LY_{30}) > 5\%$	Ингибитор фибринолиза (транексамовая кислота в дозе 10 мг/кг)

Примечание: СЗП – свежезамороженная плазма, ТМ – тромбоцитарная масса.

В ходе предпринятого лечения в двух подгруппах пострадавших отмечали в динамике нарастание скорости энзиматической части коагуляционного каскада (показатель R), рост кинетики (показатели K, угол α) и увеличение максимальной прочности сгустка (показатель MA), улучшение лабораторных показателей, что указывало на правильное направление нашего подхода в ходе практической реализации схемы по сбалансированному качественному и количественному составу препаратов и компонентов крови при проведении заместительной гемотрансфузии.

Анализ исследуемых групп, различающихся подходами в диагностике и лечении тяжелых травм таза. В анализируемых группах исследования у 168 (48,1%) пострадавших присутствовали два и более жизнеугрожающих последствий повреждения, из них в группе сравнения – у 89 (52,4%), а в основной группе – у 79 (44,1%) пациентов. У 106 (30,4%) пострадавших имелось сочетанное повреждение органов живота с продолжающимся внутрибрюшным кровотечением: в 54-х (30,2%) и в 52-х (30,6%) случаях, соответственно. Способы остановки внутритазового кровотечения, используемые в группах исследования, приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Способы остановки внутритазового кровотечения, n (%)

Виды операций	Группа основная (n ₁ = 179)	Группа сравнения (n ₂ = 170)
Внебрюшинная тампонада таза (ВТТ)	29 (16,2)	–
Комбинированная тампонада таза	4 (2,2)	–
Диагностическая тазовая ангиография (АГ) после ВТТ таза, из них с АЭ (гибридная операция)	10 (31,3) 6 (60,0)	–
Чрезбрюшинная тампонада таза	15 (13,0)	–
Изолированная диагностическая тазовая АГ, из них с ангиоэмболизацией	10 (8,4) 7 (70,0)	–
Наложение зажима на грудной отдел аорты	–	2 (1,2)
РЭБОА	5 (2,8)	–
Перевязка внутренней подвздошной артерии	–	5 (2,9)
Комбинированный остеосинтез	44 (24,6)	–
Минимально инвазивная фиксация таза КВ и/или ТС	91 (50,8)	–
Фиксация передних структур таза АВФ	21 (11,7)	106 (62,4)
Фиксация задних структур таза рамой Ганца	6 (3,4)	6 (3,5)
АВФ + рама Ганца	14 (7,8)	43 (35,5)

Общая летальность пострадавших в основной группе составила 45 (25,1%), а в группе сравнения – 77 (45,3%), из них в первые сутки погибли 19 (10,6%) и 48 (28,2%) человек, наблюдали значимое снижение этих показателей в 1,8 раза и в 2,7 раза соответственно. Одной из основных причин смерти пострадавших в группе сравнения в первые сутки после травмы была острая необратимая кровопотеря. В сравниваемых группах продолжительность гемотрансфузии составила (1,4±0,6 и 2,5±1,7) суток, а в течение первых суток потребовалось (6,4±3,1 и 11,2±3,7) единиц компонентов крови, при этом

имелись статистически значимые различия в этих контрольных показателях ($p < 0,01$). Окончательный хирургический гемостаз удалось достичь у 90,5% пострадавших и повысить этот показатель в 1,2 раза. В основной группе выжили 134 (74,9%) пострадавших, в отличие от группы сравнения – 93 (54,7%) пациента данной категории ($p = 0,001$). Длительность пребывания в ОХР сократилась в 1,7 раза, а в травмоцентре – в 1,5 раза. При сравнительном анализе групп не было статистически значимых различий в частоте летальности от осложнений, развития сепсиса и осложнений.

Минимально инвазивные погружные способы стабилизации таза.

Необходимость выполнения одномоментных исчерпывающих реконструктивно-восстановительных операций на поврежденном тазовом кольце в остром периоде ТБ до развития осложнений была связана с освоением новых способов погружного остеосинтеза, к которым относили минимально инвазивную фиксацию лонного сочленения ТС (патент на изобретение № 2686045 РФ от 23.04.2019) и пояснично-тазовую стабилизацию (патент на полезную модель № 2677616 от 17.01.2019), представленную на рисунке 5.

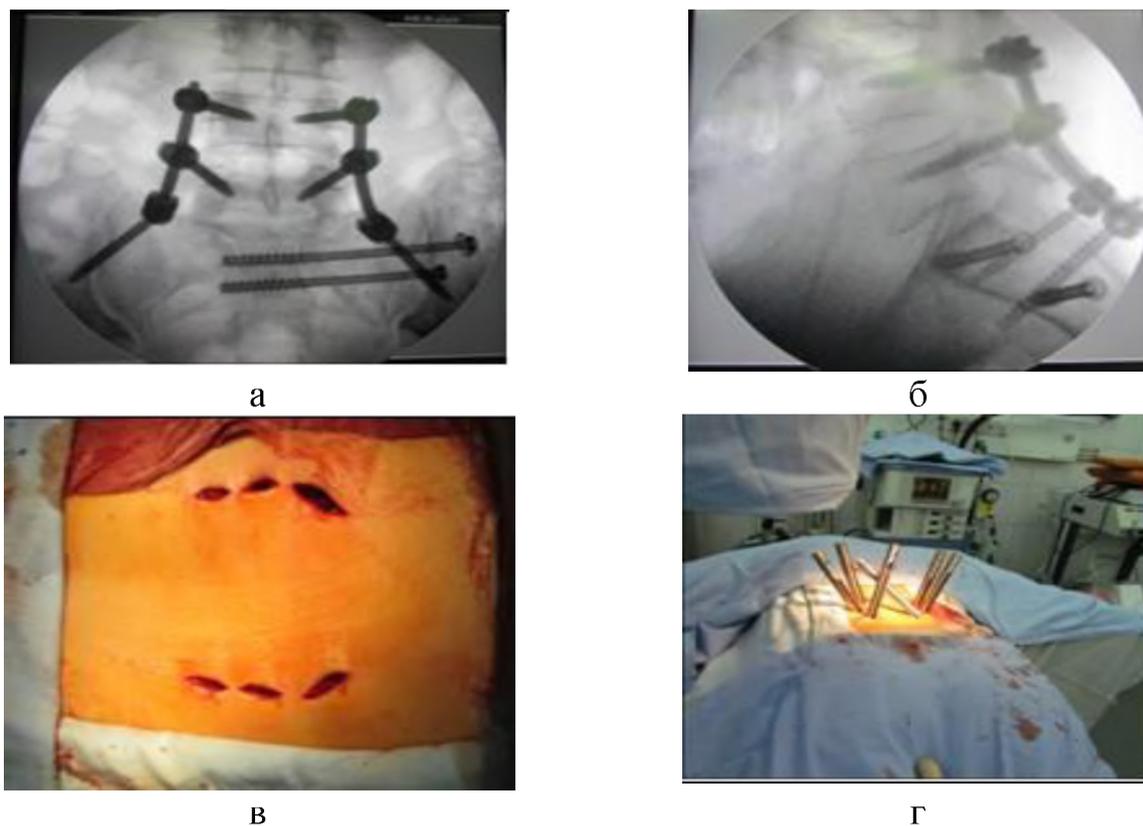


Рисунок 5 – Интраоперационные рентгенограммы таза и внешний вид операционной раны пострадавшего П., 43 лет, и.б. 64597: а – прямая проекция; б – боковая проекция; в – г – внешний вид доступов-проколов и коннекторов-направителей, установленных на головках транспедикулярных винтов

При использовании данных способов руководствовались основными принципами минимально инвазивной внутренней фиксации таза: общая тенденция к использованию разрезов-проколов, ограниченных доступов, полукрытых малотравматичных технологий установки имплантатов;

максимальное сохранение кровоснабжения костных отломков и мягких тканей; отсутствие вскрытия фасциально-клетчаточных пространств таза и последующей потери биологической тампонады; применение ранней не прямой репозиции костных отломков с восстановлением анатомической конфигурации тазового кольца; функционально-стабильная внутренняя фиксация костных отломков и разорванных сочленений таза; раннее функциональное лечение с восстановлением способности к опоре; профилактика развития осложнений ТБ.

Биомеханическое моделирование вариантов хирургического реконструктивного лечения поврежденных задних структур таза.

Односторонние продольные переломы крестца с различным вовлечением в повреждение суставной фасетки L₅/S₁ позвонков. В результате действия на ПТК компрессионной нагрузки и изгибающего или скручивающего момента практически во всех моделях возникали напряжения, не превышающие предел прочности имплантатов (Рисунок 6).

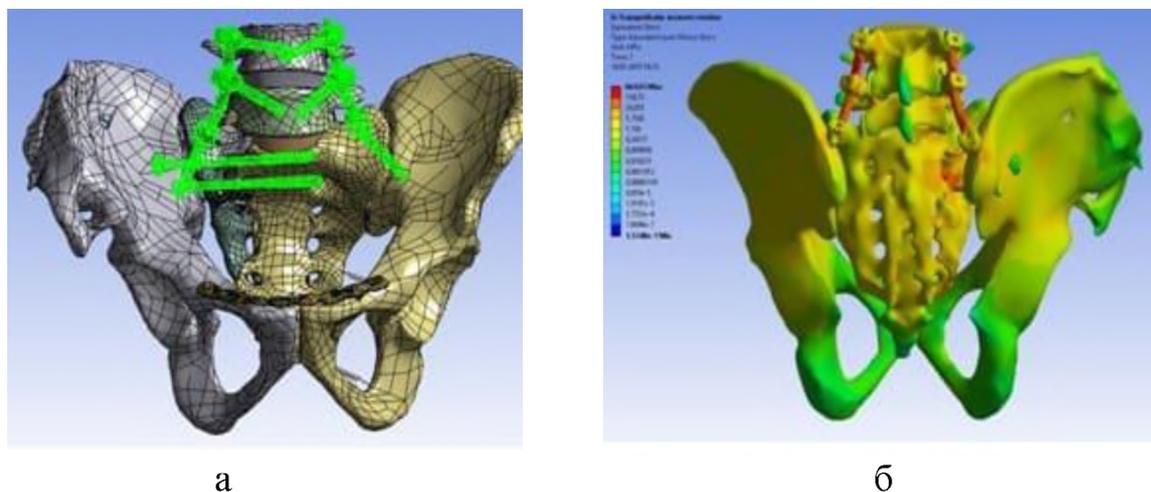


Рисунок 6 – Фотографии 3D-моделей таза: а – продольный перелом крестца, фиксирован KB и ТС; б – фотография полей напряжений в модели таза

Исключением является вариант фиксации KB перелома крестца, линия которого проходила через суставную фасетку L₅/S₁ позвонков. В данной модели наибольшие показатели величины эквивалентных напряжений в KB при компрессионной нагрузке и изгибающем моменте составили 620 МПа, что превышало предел текучести титанового сплава и могло привести к поломке установленных имплантатов. В моделях, где в качестве фиксирующих конструкций дополнительно выступала двусторонняя ПТФ, отмечено существенное (на 28–79%) снижение эквивалентных напряжений в KB. Эквивалентные напряжения в костных структурах существенно не отличались при различных типах имплантатов и вариантах нагружения. Эквивалентные напряжения в винтах, проходящих через подвздошные кости, также снижались (на 19–71%) при установке дополнительно односторонней ПТФ (со стороны перелома). При этом напряжения в костных тканях оставались значительными, а в случае, когда перелом проходил снаружи от суставной фасетки L₅/S₁ позвонков, существенно возрастали до 95,1 МПа в зависимости от варианта

применяемой нагрузки. Установлено, что во всех моделях максимальные напряжения возникали в зоне резьбовой части транспедикулярного винта, ближе к его головке, и непосредственно в соединительных штангах. Во всех моделях, где в качестве фиксирующих конструкций дополнительно выступала ПТФ, также отмечено существенное снижение максимальных перемещений в моделях (для трех типов перелома) при всех видах нагружений, из них в случае двусторонней – (на 42–77%), односторонней ПТФ – (на 48–76%) соответственно. Поэтому вариант фиксации продольного перелома крестца КВ с добавлением ПТФ (даже с одной стороны) делает модель ПТК более стабильной, то есть повышает жесткость конструкции, не давая фиксированным элементам смещаться друг относительно друга. Если оценивать поле эквивалентных напряжений, возникающее в моделях при нагружениях, то более рациональным, с точки зрения биомеханики, является вариант установки ТС с двух сторон в дополнение к КВ. Это позволит снизить риск поломки как самой конструкции, так и разрушение костных тканей.

Н-образные переломы крестца. На основе анализа изменений параметров НДС в элементах ПТК установка ПТФ существенно снижала (на 22–44%) или в среднем в 1,5 раза максимальные эквивалентные напряжения в системе фиксации, максимальные перемещения уменьшались (на 25–69%) или в 3 раза, а максимальные напряжения в костных тканях изменялись незначительно. Следует отметить, что в анализируемой модели поперечный компонент Н-образного перелома крестца находился на уровне S_2 позвонка, что вносило свой отрицательный вклад в стабильность ПТК. Таким образом, установка ПТФ существенно снижала риск возможной поломки фиксирующих конструкций при действии на сегмент повседневных нагрузок.

Разрывы крестцово-подвздошного комплекса. При установке двух фиксирующих пластин, расположенных спереди от сочленения на уровне S_1 позвонка, наблюдали увеличение эквивалентных напряжений в костных тканях (434 и 20) МПа относительно модели, но с установленными двумя КВ на уровне S_1 – S_2 позвонков, проходящими через подвздошную кость (Рисунок 7).

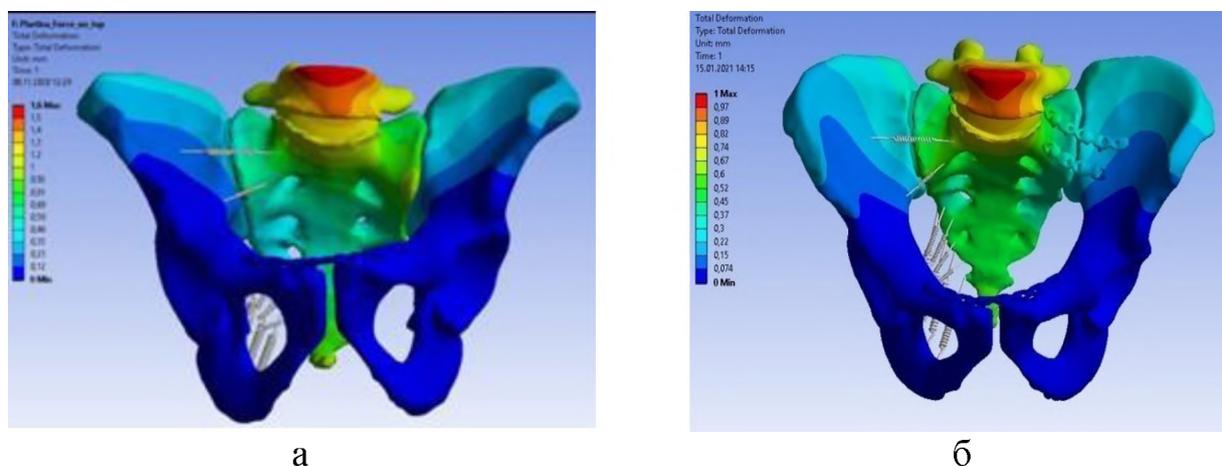


Рисунок 7 – Фотографии 3D-моделей таза с разрывом КПС (перемещения в моделях): а – модель с двумя КВ; б – модель с реконструктивными пластинами

В самих пластинах максимальные эквивалентные напряжения оказывались меньше (69–85 и 401–407) МПа, чем в винтах. Суммарная площадь контакта с костью под двумя пластинами, расположенными кпереди от КПС и обеспечивающими его мостовидную фиксацию, больше, чем количество контактирующих с костями поверхностей при двух КВ. При значимой нагрузке возрастающая концентрация напряжения в области щели КПС может привести к поломке пластины. При увеличении количества отверстий в пластине концы имплантата будут фиксироваться к основной кости на большом протяжении и на достаточном удалении от щели КПС, этим будет обеспечиваться эластичность конструкции и устойчивость к различным деформациям. Однако, установка длинных пластин в этой труднодоступной анатомической зоне требует мобилизации мягких тканей и чревата ятрогенными осложнениями в виде повреждений магистральных сосудов и нервов. Большое количество установленных винтов в костную ткань через пластину на единицу площади является ослабляющим фактором для кости как целостной структуры и может приводить к ее резорбции и микропереломам вокруг имплантатов. Такое перераспределение может при повышении компрессионной нагрузки привести к миграции металлоконструкции и потере стабильности фиксации.

Спецификация прогностических логит-моделей определения исхода при СПТ. По результатам анализа исходных данных Массива №5 разработаны прогностические логит-модели, включающие такие показатели, как возраст, вариант механизма повреждения таза с учетом классификации J. Young, A. Burgess (1990), итоговый количественный балл тяжести повреждения по одной из часто используемых шкал (ВПХ-П (МТ), ISS, Ю.Н. Цибина), результат по шкале комы Глазго. Это позволило построить для каждой из трех наиболее часто используемых шкал для расчета тяжести повреждения индивидуальную прогностическую логит-модель для зависимой переменной «исход» практически равной эффективности прогноза (Таблица 6).

Таблица 6 – Оценка информативности прогностических логит-моделей

Показатели информативности	Шкалы для расчета тяжести повреждения		
	По Ю.Н. Цибину	ВПХ-П (МТ)	ISS
Чувствительность	88,9%	93,2%	93,0%
Специфичность	79,6%	80,3%	78,5%
Прогностическая ценность:			
– положительного результата	96,9%	96,8%	96,4%
– отрицательного результата	60,0%	64,8%	64,3%
Точность	90,7%	91,6%	91,4%

Построенная модель выдавала ответ в виде вероятности бинарного события (1 – неблагоприятный или 0 – благоприятный исход) в зависимости от скрытой переменной. Если вычисленная соответствующая вероятность меньше 0,5, то, предполагали, что событие (летальный исход) не произойдет.

Три разработанные для разных шкал логит-модели выглядят следующим образом:

$P=f(-1,34 + 0,05 \text{ «Возраст»} + 0,10 \text{ «Тяжесть повреждения по шкале ВПХ-П (MT)»} + 0,14 \text{ «Механизм повреждения таза»} - 0,39 \text{ «Шкала комы Глазго»});$

$P=f(-2,81 + 0,05 \text{ «Возраст»} + 0,07 \text{ «Тяжесть повреждения по шкале ISS»} + 0,16 \text{ «Механизм повреждения таза»} - 0,37 \text{ «Шкала комы Глазго»});$

$P=f(0,05 \text{ «Возраст»} + 0,08 \text{ «Тяжесть повреждения по шкале Ю.Н. Цибина»} + 0,21 \text{ «Механизм повреждения таза»} - 0,28 \text{ «Шкала комы Глазго»}).$

Для удобства прогнозирования были построены численные калькуляторы (компьютерные программы), позволяющие рассчитывать вероятность исхода, используя любую из шкал.

Группы оперативных вмешательств по хирургической стабилизации таза. При лечении пострадавших с СПТ выделяли группы оперативных вмешательств по хирургической стабилизации тазового кольца, входящих в структуру СМП, отличающихся по задачам и объему мероприятий, разделённых по временным промежуткам их выполнения, соответствующим периодам ТБ и средним срокам сращений переломов костей таза (Таблица 7).

Таблица 7 – Структура операций на тазовом кольце в анализируемых массивах исследования, n (%)

Показатель	Массив №3 (n ₁ = 563)	Массив №2 (n ₂ = 521)	p<0,05
Неотложные стабилизирующие (противошоковые) операции			
Комбинированный остеосинтез (АВФ+КВ)	44 (7,8)	–	–
Внеочаговый остеосинтез	61 (10,8)	155 (29,8)	+
Реконструктивно-стабилизирующие операции			
Ранние операции:			
– первого порядка (первые 6–12 часов)	178 (31,6)	–	–
– первого порядка (от 12 часов до 3 суток)	87 (15,5)	2 (0,4)	+
– второго порядка (от 3-х до 10-14 суток)	12 (2,1)	15 (2,9)	–
Отсроченные операции	16 (2,8)	19 (3,6)	–

Каждой из приведенных групп операций соответствовали определённые методики и способы фиксации тазового кольца, которые подразделены на оптимальные, то есть входящие в обязательный минимум СМП, и допустимые, которыми может быть расширен объем лечебных мероприятий при наличии показаний и возможности для их выполнения.

Тактика хирургической стабилизации таза. При неблагоприятном прогнозе исхода травмы объем СМП ограничивали малотравматичными и недлительными оперативными вмешательствами. Для этого применяли либо ОКП с внеочаговой фиксацией тазового кольца или использовали комбинированный остеосинтез таза с дополнительной минимально инвазивной фиксацией задних структур КВ или ТС одновременно с более приоритетной операцией или сразу после нее (Рисунок 8).

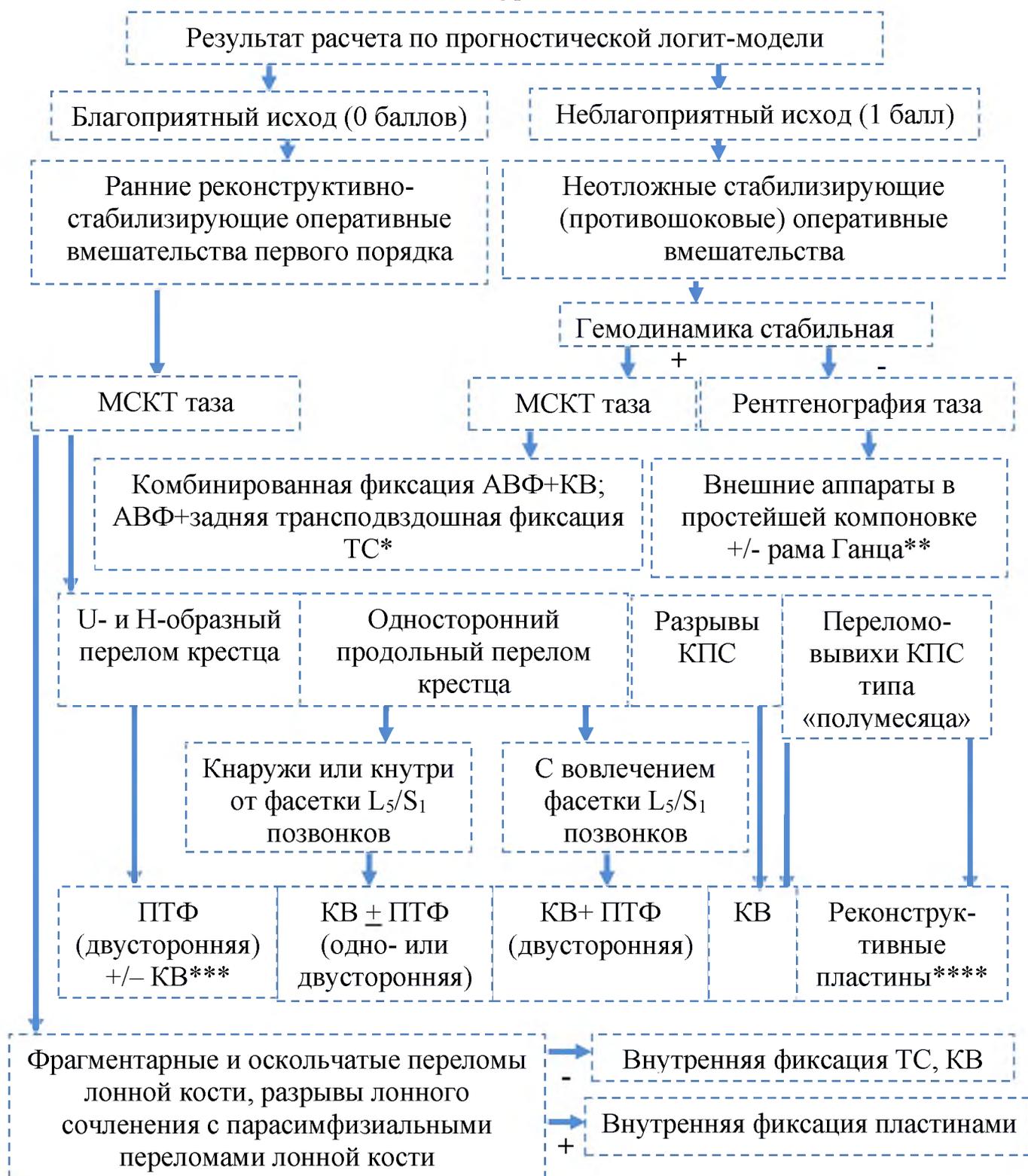


Рисунок 8. Алгоритм выбора тактики хирургической стабилизации таза в остром периоде ТБ

Примечания: * – Отсутствие анатомического свободного пространства для установки КВ в телах S_1 и S_2 позвонков; Н- и U-образные переломы крестца с остаточным посттравматическим кифозом более 10^0 ; оскольчатые двусторонние переломы крестца; дисморфизм крестца; переломо-вывихи типа «полумесяца» с незначительным вовлечением КПС.

**– Решение вопроса об окончательной фиксации таза в периоде относительной стабилизации жизненно важных функций ТБ (до 48-72 часов): САД – не менее 100 мм рт. ст.; респираторный индекс – не менее 200; почасовой диурез – не менее 0,5 мл/кг; гемоглобин – не менее 90 г/л; гематокрит – не менее 30%; количество тромбоцитов – не менее $80 \cdot 10^9$ /л; МНО – не более 1,5; АЧТВ – не менее 45 сек; фибриноген – не менее 1,5 г/л; дефицит оснований – ± 5 ммоль/л; лактат – не более 4 ммоль/л.

*** – Полный или частичный синдром конского хвоста (прямая декомпрессия + открытая двусторонняя ПТФ).

**** – При небольшом костном фрагменте заднего отдела крыла подвздошной кости и вовлечении в дислокацию большей части КПС.

Данные операции входили в перечень неотложных стабилизирующих (противошоковых) оперативных вмешательств и имели цель обеспечить адекватную стабилизацию заднего полукольца таза; тем самым уменьшалась внутренняя кровопотеря и достигался противошоковый эффект, особенно при тех механизмах повреждения тазового кольца, где применение АВФ изначально не обеспечивало таковой надежности фиксации (Таблица 8).

Таблица 8 – Структура операций на поврежденных отделах таза, n (%)

Способы остеосинтеза	Периоды травматической болезни (ТБ)			
	I (до 12 час.) (n ₁ = 222)	II (от 12 до 72 час.) (n ₂ = 87)	III (от 3-х до 14 сут.) (n ₃ = 12)	IV (после 14 сут.) (n ₄ = 16)
Задний отдел тазового кольца				
Фиксация КВ	200 (90,1)	81 (93,1)	11 (91,7)	13 (81,3)
Задняя фиксация таза ТС	3 (1,4)	–	–	–
ПТФ	2 (0,9)	3 (3,4)	–	1 (6,3)
ПТФ+КВ	8 (3,6)	3 (3,4)	1 (8,3)	3 (18,8)
Прочие	7 (3,2)	–	–	–
Передний отдел тазового кольца				
Фиксация лонной кости КВ	137 (61,7)	23 (26,4)	6 (50,0)	4 (25,0)
Фиксация лонного сочленения:				
–ТС	12 (5,4)	2 (2,3)	–	4 (25,0)
– КВ	3 (1,4)	4 (4,6)	1 (8,3)	–
– пластиной	2 (0,9)	8 (9,2)	2 (16,7)	–
Передняя фиксация таза ТС	–	2 (2,3)	–	–
Накостный остеосинтез перелома вертлужной впадины пластиной	4 (1,8)	1 (1,1)	3 (25,0)	1 (6,3)
Комбинированный остеосинтез	44 (19,8)	–	–	–

Одновременное применение у таких пострадавших внутренней фиксации на переднем полукольце таза представляли нецелесообразным из-за увеличения времени операции. Передний отдел таза, если были показания, восстанавливали в последующие периоды ТБ.

При благоприятном исходе считали возможным в остром периоде ТБ осуществить одноэтапное лечение с применением ранних реконструктивно-стабилизирующих оперативных вмешательств (первого порядка) на поврежденных структурах тазового кольца с исключительным применением минимально инвазивной погружной фиксации таза. Оперативные вмешательства были направлены на полноценную непрямую репозицию и окончательное восстановление правильных анатомических взаимоотношений костных отломков костей таза с функционально-стабильной внутренней фиксацией, обеспечение возможности восстановления опорности пояса нижних конечностей и создание предпосылок для ранней реабилитации. В порядке оказания СМП выполняли одновременную фиксацию разрывов лонного симфиза или переломов ветвей лонных костей ТС, КВ или пластинами. Поврежденные задние структуры таза фиксировали КВ, ТС в различной конфигурации. Открытые способы фиксации применяли строго по показаниям (необходимость одновременной декомпрессии нервных корешков и накостного остеосинтеза сложных переломов вертлужной впадины пластинами).

Сравнительная характеристика результатов лечения пострадавших с СПТ. Из таблицы 9 видно, что общая летальность среди пострадавших в Массиве №3 с применением разработанных лечебно-диагностических подходов была значительно ниже (в 1,5 раза), чем в Массиве №2, в том числе от жизнеугрожающих последствий повреждений (снизилась в 2 раза).

Таблица 9 – Сравнительная оценка ближайших результатов лечения, n (%),
M±m

Исследуемый показатель	Массив №3 (n ₁ = 563)	Массив №2 (n ₂ = 521)	p<0,05
Общая летальность	76 (13,5)	107 (20,5)	+
Летальность в остром периоде ТБ	30 (5,3)	55 (10,6)	+
Летальность от осложнений	46 (8,1)	52 (10,0)	–
Частота развития осложнений	194 (34,5)	268 (51,4)	+
Общие гнойно-инфекционные осложнения	121 (21,5)	144 (27,6)	+
Пневмония	103 (18,3)	123 (23,6)	+
Сепсис	41 (7,3)	43 (8,3)	–
Неинфекционные осложнения	88 (15,6)	123 (23,6)	+
Тромбоз глубоких вен	18 (3,2)	30 (5,8)	+
Жировая эмболия	14 (2,5)	25 (4,8)	+
Продолжительность лечения в ОХР, сутки	6,0±8,6	12,5±13,6	+
Срок стационарного лечения, сутки	31,6±25,5	39,8±31,9	+

При сравнительном анализе массивов наблюдали уменьшение частоты развития осложнений до 34,5% (в 1,5 раза), гнойно-инфекционных осложнений до 21,5% (в 1,3 раза), в том числе пневмоний – до 18,3% (в 1,3 раза), прочих висцеральных гнойно-инфекционных осложнений – до 21,7% (в 1,2 раза), общих неинфекционных осложнений – до 2,4% (в 1,5 раза), тромбозов глубоких вен – до 3,2% (в 1,8 раза), жировой эмболии – до 2,5% (в 1,9 раза). Следует отметить, что наблюдали и статистически значимую разницу в общей

длительности пребывания пострадавших в медицинской организации, которая уменьшилась в 1,3 раза и составляла $31,6 \pm 25,5$ суток. Время нахождения в ОХР среди выживших пострадавших сократилось в 2 раза. Местные осложнения развились у 44 (7,8%) пострадавших из Массива №3 и у 70 (13,4%) пациентов Массива №2, различия статистически значимые ($p < 0,05$). Наиболее частыми местными осложнениями у пострадавших в Массиве №2 были инфекционные, при этом воспаление мягких тканей вокруг стержней АВФ наблюдали в 7,5% случаях. Чаше данные осложнения встречали у пострадавших с крайне тяжелой травмой, сопутствующей хронической патологией и избыточной массой тела. Отмечали снижение частоты встречаемости вторичного смещения в фиксированных структурах тазового кольца (в 10,5 раза), контрактур крупных суставов (в 2,3 раза), несращения и неправильного сращения переломов костей конечностей и таза (в 2,7 раза и в 7,8 раза, соответственно), пролежней (в 1,9 раза), нарушения функции тазовых органов (в 2,5 раза), болевого синдрома L₅-S₁ корешков (в 6 раз).

Оценка отдаленных результатов лечения. После обработки данных опросника SF-36 получены средние показатели величин шкал качества жизни, которые свидетельствовали о хорошем уровне как физического, так и психического компонентов здоровья реконвалесцентов в 1-й и 2-й группах, и отличались от 3-й группы, где использовали для лечения АВФ (Таблица 10).

Таблица 10 – Отдаленные результаты лечения, $M \pm m$, n (%)

Параметры шкал	Группа №1 (n ₁ = 68)	Группа №2 (n ₂ = 33)	Группа №3 (n ₃ = 21)
Шкалы опросника SF-36, баллы:			
– физическое функционирование	$78,6 \pm 2,3$	$74,6 \pm 4,5$	$66,4 \pm 6,2^*$
– ролевое физическое функционирование	$70,9 \pm 3,4$	$61,9 \pm 7,0$	$34,5 \pm 8,4^{*\#}$
– интенсивность боли	$63,5 \pm 3,5$	$66,6 \pm 5,3$	$58,1 \pm 6,2$
– общее здоровье	$72,5 \pm 2,6$	$68,5 \pm 4,2$	$62,8 \pm 3,7^*$
– физический компонент здоровья	$48,7 \pm 0,7$	$46,0 \pm 1,8$	$41,2 \pm 2,3^{*\#}$
– психический компонент здоровья	$44,4 \pm 1,2$	$45,3 \pm 2,1$	$43,5 \pm 1,9$
Средний балл и результаты по шкале S.A. Majeed (1990):			
– отличные и хорошие	$83,6 \pm 1,9$	$84,8 \pm 2,7$	$69,9 \pm 4,4^{*\#}$
– удовлетворительные	59 (86,8)	29 (87,8)	10 (47,6) ^{*\#}
– неудовлетворительные	7 (10,3)	2 (6,1)	4 (19,0)
	2 (2,9)	2 (6,1)	7 (33,4) ^{*\#}
Восстановлена трудоспособность	63 (92,6)	29 (87,9)	12 (57,1)
Общая первичная инвалидность	12 (17,6)	6 (18,2)	7 (42,9)

Примечание: * – $p < 0,05$ между Гр. №1 и Гр. №3; ** – $p < 0,05$ между Гр. №1 и Гр. №2; # – $p < 0,05$ между Гр. №2 и Гр. №3.

В сравниваемых группах при количественной оценке функционального состояния таза по шкале S.A. Majeed (1990) между группами 1-й и 3-й, 2-й и 3-й наблюдали достоверное различие ($p < 0,05$). Статистических различий в отдаленных результатах лечения между группами 1-й и 2-й не наблюдали. У пострадавших из группы №2, которым окончательный остеосинтез

поврежденных структур таза проведен через 3 недели после травмы, получены хорошие результаты лечения только в 7 (63,6%) наблюдений. Общая первичная инвалидность составила в первой группе – 12 (17,6%), во второй – 6 (18,2%), третьей – 7 (42,9%) наблюдений. Среди реконвалесцентов наибольший процент инвалидизации встречали при сочетании повреждений тазового кольца и вертлужной впадины, неполноценном восстановлении анатомии таза, последствии повреждения мочевыводящих путей (стриктура уретры) и в случаях наличия стойких неврологических нарушений. В 1-й группе подавляющее большинство 63 (92,6%) пострадавших вернулись к прежнему труду, во 2-й группе – 29 (87,9%), в 3-й группе – 12 (57,1%) реконвалесцентов.

ВЫВОДЫ

1. У пострадавших Санкт-Петербургской городской агломерации сочетанные травмы сопровождаются повреждением таза в 13,6% наблюдений, из них в 66,9% случаев встречаются нестабильные повреждения тазового кольца. Данные травмы в 92,6% наблюдений носят высококинетический характер, в 56,2% случаев являются результатом ДТП и в 37,3% – кататравмы; в 84,7% наблюдений характеризуются преобладанием лиц трудоспособного возраста, значительной тяжестью повреждений (ISS более 25 баллов, ВПХ-П (MT) более 8 баллов) – у 53,0 и 50,2% пострадавших соответственно); значимой величиной острой кровопотери (более 20% ОЦК) – в 55,2% и большой частотой развития травматического шока II-III степени – в 56,2% наблюдений. Среди наиболее тяжелых морфологических вариантов повреждений тазового кольца чаще встречаются переломы крестца – в 78,5 %, разрывы КПС – в 19,4% случаев.

2. Между величиной острой кровопотери, объемом и распространенностью забрюшинного тазового кровоизлияния выявлена положительная корреляционная связь (коэффициенты парной корреляции равны 0,48 и 0,46). Между типом перелома костей, механизмом повреждения тазового кольца, объемом и распространенностью гематом установлена высокая зависимость ($p < 0,01$). Переломам костей таза по типу С и механизмам повреждения тазового кольца, таким как передне-задняя компрессия (АРС–III), боковая компрессия (LCIII), вертикальный сдвиг (VS), комбинированный механизм повреждения (СMI), соответствуют по распространенности средние забрюшинные кровоизлияния ($p < 0,001$), а средние значения объемов гематом превышают данные показатели при других вариантах повреждения таза ($p < 0,01$).

3. Выбор эффективного способа окончательного хирургического гемостаза при тяжелой травме таза зависит от показателей гемодинамики, характера внутритазового кровотечения, наличия жизнеугрожающих последствий повреждений других областей тела. Внебрюшинная тампонада таза как способ хирургического гемостаза характеризуется тем, что у 90,6% пострадавших этой группы имеются признаки стойкой нестабильности

гемодинамики, в 71,9% наблюдений развиваются два и более жизнеугрожающих последствия повреждений, требующих в 37,5% случаев выполнения лапаротомии. При применении внебрюшинной тампонады и ангиоэмболизации получены различные результаты лечения: летальность (41,4% и 11,1%), осложнения (100,0% и 44,4%), койко-день в реанимации ($14,0 \pm 1,7$ и $5,3 \pm 3,9$) и сроки стационарного лечения ($61,1 \pm 29,9$ и $46,6 \pm 31,5$) суток. Это связано с более тяжелым повреждением и общим состоянием у пострадавших, которым первично использовали внебрюшинную тампонаду ($p < 0,05$).

4. Разработанный и внедренный лечебно-диагностический алгоритм, основанный на использовании неинвазивных (МСКТА) и интервенционных (ангиография) лучевых методов диагностики источника продолжающегося внутритазового кровотечения с последующим дифференцированным применением способов хирургического гемостаза (тампонада таза, ангиоэмболизации), позволяет добиться благоприятного исхода у 79,4% пострадавших с сочетанными повреждениями таза.

5. Анализ изменений параметров тромбоэластографии позволяет корректировать состав заместительной гемотрансфузионной терапии. Это подтверждается различиями показателей данного диагностического теста в динамике у пострадавших с сочетанной травмой таза. Показатель лизиса свертка (LY_{30}) в пробах крови в динамике у пострадавших с дефицитом более 30% ОЦК позволяет разграничить процессы фибринолиза и усиленной ретракции свертка, обусловленной гиперактивностью тромбоцитов и определить необходимость включения в схему гемотрансфузионной терапии антифибринолитических средств.

6. Пояснично-тазовая фиксация (ПТФ), как в односторонней, так и в двусторонней конфигурации, позволяет снизить максимальные эквивалентные напряжения в металлоконструкциях и перемещения при всех видах нагрузений в моделях Н-образных переломов крестца и односторонних продольных переломов крестца. При продольном одностороннем переломе крестца с вовлечением в повреждение суставной фасетки L_5/S_1 позвонков с точки зрения биомеханики следует отдавать предпочтение одновременному использованию двусторонней ПТФ и крестцово-подвздошных винтов. Фиксация разрывов КПС с помощью винтов является оптимальным способом, в отличие от параметров напряженно-деформированного состояния, наблюдаемых при мостовидной фиксации реконструктивными пластинами.

7. Минимально инвазивная внутренняя фиксация нестабильных повреждений тазового кольца с использованием канюлированных винтов и транспедикулярных систем позволяет провести окончательную хирургическую стабилизацию костных отломков и разорванных сочленений таза в остром периоде травматической болезни у 81,7% пострадавших. Крестцово-подвздошная фиксация винтами с разными фиксационными свойствами (статические и компрессирующие) обеспечивает адекватную стабилизацию таза, уменьшает кровопотерю и усиливает противошоковый эффект.

8. Разработанные прогностические логит-модели для шкал оценки тяжести повреждения (ВПХ-П (МТ), ISS, Цибина) позволяют с точностью от 90,7% до 91,6% определять исход при сочетанных повреждениях таза и безопасно применять минимально инвазивную внутреннюю фиксацию нестабильных повреждений тазового кольца в остром периоде травматической болезни в ходе реализации дифференцированной тактики хирургической стабилизации таза, ограничивая этим диапазон применения концепции «Ортопедический контроль повреждений», и создавая предпосылки к раннему одномоментному и исчерпывающему лечению сочетанных повреждений таза.

9. Использование разработанных лечебно-диагностических подходов при лечении сочетанных повреждений таза в травмоцентре 1-го уровня позволяет снизить частоту общей – от 20,5 до 13,5% (в 1,5 раза) и досуточной (от жизнеугрожающих последствий повреждений) летальности – от 10,6 до 5,3 % (в 2,0 раза), сократить частоту развития осложнений – от 51,4 до 34,5% (в 1,5 раза), из них гнойно-инфекционных – от 27,6 до 21,5% (в 1,3 раза), неинфекционных – от 23,6 до 15,6% (в 1,5 раза), уменьшить продолжительность нахождения в отделении реанимации – в 2,1 раза, постельного режима – в 2,1 раза, стационарного лечения – в 1,3 раза, получить хорошие анатомо-функциональные результаты лечения в 86,8% наблюдений, оптимальные результирующие балльные значения по шкалам SF-36, отражающим физическое и психическое состояние здоровья, минимизировать общий срок лечения в 1,8 раза и восстановить трудоспособность у 92,6% пострадавших.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. У пострадавших с вертикально-нестабильными переломами костей таза (тип С) и механизмах повреждения тазового кольца, таких как передне-задняя компрессия (АРС–III), боковая компрессия (LCIII), вертикальный сдвиг (VS), комбинированный механизм повреждения (СМI), особенно с вертикальным смещением, необходимо исключать продолжающееся внутритазовое кровотечение путем применения лучевых контрастных методов исследования. Верификацию источника кровотечения (артериального или венозного характера) необходимо проводить путем анализа изменений структуры экстравазата при МСКТА в различные фазы исследования.

2. Оценка объема и распространенности забрюшинного кровоизлияния должна проводиться по результатам мультипланарной реконструкции КТ-изображений гематом при различных типах переломов костей и механизмах повреждений тазового кольца, что позволяет судить о величине острой кровопотери вследствие внутритазового кровотечения. Забрюшинные тазовые гематомы объемом ≥ 300 см³ или меньшего объема, но с присутствием в них денситометрических участков повышенной плотности в зоне интереса от +40 до +70 ед. НУ, наличие признаков повреждения сосудов (экстравазация, стоп-контраст, ложная аневризма) свидетельствуют о вероятности внутритазового кровотечения и требуют проведения неотложной интервенционной диагностики и лечения.

3. У пострадавших с продолжающимся внутритазовым кровотечением следует применять хирургические способы гемостаза в комплексе с механической стабилизацией поврежденного тазового кольца. Пострадавшим с тяжелой травмой таза при стойкой нестабильной гемодинамике следует выполнять тугую внутритазовую тампонаду, которая является эффективным способом остановки внутритазового кровотечения. При временной (транзиторной) стабилизации параметров гемодинамики у пострадавших с тяжелой травмой таза необходимо выполнять диагностическую тазовую ангиографию, для распознавания повреждений внутритазовых сосудов с возможностью проведения последующей их ангиоэмболизации. При стойкой стабилизации параметров гемодинамики у пострадавших с тяжелой травмой таза необходимость проведения диагностической тазовой ангиографии определяется наличием признаков повреждений артерий на МСКТА.

4. Выявление у пострадавших с тяжелой травмой таза отклонения от нормы показателя $\Delta MA > 26$ мм при нормальной максимальной амплитуде в пробе с цельной цитратной кровью на тромбоэластографии указывает на снижение плазменной концентрации фибриногена и требует коррекции путем введения криопреципитата. У пострадавших с продолжающимся внутритазовым кровотечением, сопровождающимся острой кровопотерей тяжелой степени (с дефицитом более 30% ОЦК), следует проводить заместительную терапию препаратами и компонентами крови путем увеличения объема переливаемых доз плазмы, тромбоцитарной массы, включения криопреципитата и антифибринолитиков в зависимости от изменения показателей тромбоэластограммы в динамике с двумя вышеуказанными пробами крови, в первую очередь, максимальной амплитуды (МА) и 30 минутного лизиса свертка (LY_{30}).

5. Для фиксации переломов крестца необходимо использовать крестцово-подвздошные винты со статическими фиксационными свойствами. Использование пояснично-тазовой фиксации (ПТФ) в комбинации с винтами позволяет создать условия для ранней осевой нагрузки весом тела. Выбор конфигурации ПТФ зависит от характера повреждения крестца, а именно от вовлеченности в зону перелома суставной фасетки L_5/S_1 позвонков. При продольных переломах крестца, проходящих снаружи или кнутри от суставной фасетки L_5/S_1 позвонков, следует использовать длинные крестцово-подвздошные винты в комбинации с ПТФ (лучше в двустороннем варианте), чтобы снизить нагрузку в окружающей их костной ткани. При продольных переломах крестца, проходящих через суставную фасетку L_5/S_1 позвонков, следует выполнять двустороннюю ПТФ в комбинации с винтами. Во всех случаях Н- и U-образных переломов крестца более рациональным, с точки зрения биомеханики, является установка двусторонней транспедикулярной конструкции в сочетании с винтами. Разрывы КПС необходимо фиксировать крестцово-подвздошными винтами, обладающими компрессирующими свойствами.

6. Прогностические логит-модели для определения исхода при сочетанных повреждениях таза следует использовать для выбора рациональной

тактики хирургической стабилизации таза в остром периоде ТБ с преимущественным применением минимально инвазивной внутренней фиксации нестабильных повреждений тазового кольца.

7. Продольные переломы крестца, в том числе Н- и U-образные, являющиеся компонентом нестабильного повреждения тазового кольца или сопровождающиеся пояснично-тазовой диссоциацией, требуют хирургического реконструктивного лечения с преимущественным использованием минимально инвазивных технологий остеосинтеза. Расширение объема операции и использование операционных доступов к задним структурам таза показаны для выполнения открытой репозиции и декомпрессии нервных структур.

СПИСОК РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В ИЗДАНИЯХ, РЕКОМЕНДОВАННЫХ ВАК РФ

1. Самохвалов, И.М. Пути совершенствования транспортной иммобилизации при нестабильных повреждениях тазового кольца / И.М. Самохвалов, И.В. Кажанов, В.Н. Лапшин [и др.] // Мед.–биол. и соц.–психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. – 2016. – № 2. – С. 65–72.

2. Самохвалов, И.М. Скорая медицинская помощь в стационаре особенности первого этапа тактики многоэтапного хирургического лечения (DAMAGE CONTROL) при нестабильных переломах таза / И.М. Самохвалов, М.Б. Борисов, И.В. Кажанов [и др.] // Скор. мед. помощь. – 2016. – № 3. – С. 39–45.

3. Дулаев, А.К. Минимально инвазивная пояснично-тазовая фиксация у пострадавших с нестабильными повреждениями тазового кольца / А.К. Дулаев, И.В. Кажанов, В.А. Мануковский [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2017. – Т. 23, № 2. – С. 49–58.

4. Дулаев, А.К. Стабилизация заднего отдела тазового кольца у пострадавших с политравмой способом минимально-инвазивной пояснично-тазовой фиксации / А.К. Дулаев, И.В. Кажанов, В.А. Мануковский [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2017. – Т. 14, № 3. – С. 40–46.

5. Кажанов, И.В. Внебрюшинная тампонада таза как способ хирургического гемостаза при нестабильных повреждениях тазового кольца / И.В. Кажанов, В.А. Мануковский, С.И. Микитюк [и др.] // Мед.–биол. и соц.–психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. – 2017. – № 3. – С. 65–77.

6. Самохвалов, И.М. Опыт применения внебрюшинной тампонады таза при нестабильных повреждениях тазового кольца / И.М. Самохвалов, И.В. Кажанов, В.А. Мануковский [и др.] // Вестн. хирургии им. И.И. Грекова. – 2017. – Т. 176, № 4. – С. 44–47.

7. Кажанов, И.В. Способ транспортной иммобилизации раненых и пострадавших / И.В. Кажанов, А.В. Денисов, С.И. Микитюк [и др.] // Мед.–биол. и соц.–психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. – 2017. – № 4. – С. 5–12.

8. Борисов, М.Б. Совершенствование оказания скорой медицинской помощи пострадавшим с нестабильными переломами костей таза / М.Б. Борисов, В.А. Мануковский, И.В. Кажанов [и др.] // Скор. мед. помощь. – 2017. – № 4. – С. 22–27.

9. Тулупов, А.Н. Особенности оказания медицинской помощи пострадавшим с политравмой в травмоцентрах Санкт-Петербурга / А.Н. Тулупов, Г.М. Бесаев, И.В. Кажанов [и др.] // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. – 2018. – № 1. – С. 39–49.

10. Дулаев, А.К. Триангулярный остеосинтез переломов крестца при вертикально-нестабильных повреждениях таза / А.К. Дулаев, И.В. Кажанов, Р.А. Преснов [и др.] // Политравма. – 2018. – № 2. – С. 17–26.

11. Тулупов, А.Н. Опыт оказания специализированной медицинской помощи при закрытых сочетанных травмах и ранениях в травмоцентре первого уровня «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе» / А.Н. Тулупов, В.А. Мануковский, И.В. Кажанов [и др.] // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. – 2018. – № 2. – С. 21–32.

12. Дулаев, А.К. Пояснично-тазовая транспедикулярная фиксация вертикально-нестабильных повреждений тазового кольца / А.К. Дулаев, И.В. Кажанов, В.А. Мануковский [и др.] // Гений ортопедии. – 2018. – Т. 24, № 3. – С. 282–289.

13. Кажанов, И.В. Тазовая ангиография с последующей эмболизацией как способ диагностики и окончательного хирургического гемостаза у пострадавших с механическими повреждениями таза / И.В. Кажанов, С.И. Микитюк, Е.А. Колчанов [и др.] // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. – 2018. – № 3. – С. 35–47.

14. Кажанов, И.В. Опыт применения рамы Ганца у пострадавших с тяжелой сочетанной травмой таза / И.В. Кажанов, В.А. Мануковский, И.М. Самохвалов [и др.] // Вестн. хирургии им. И.И. Грекова. – 2018. – Т. 177, № 4. – С. 38–43.

15. Гаврищук, Я.В. Лечение пострадавшей с политравмой и обширной травматической отслойкой кожи нижней конечности / Я.В. Гаврищук, С.И. Микитюк, И.В. Кажанов [и др.] // Вестн. хирургии им. И.И. Грекова. – 2018. – Т. 177, № 4. – С. 83–85.

16. Тулупов, А.Н. Особенности лечения пострадавших в террористическом акте в Санкт-Петербургском метрополитене (03.04.2017 г.) с тяжелыми минно-взрывными повреждениями / А.Н. Тулупов, И.В. Кажанов, В.А. Мануковский [и др.] // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. – 2018. – № 4. – С. 47–58.

17. Кажанов, И.В. Илеосакральная фиксация винтами у пострадавших с политравмой / И.В. Кажанов, В.А. Мануковский, И.М. Самохвалов [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2019. – Т. 25, № 1. – С. 1–12.

18. Кажанов, И.В. Структура, особенности и характер сочетанных травм таза у пострадавших в травмоцентре I уровня Санкт-Петербургской агломерации / И.В. Кажанов, С.И. Микитюк, Е.А. Колчанов [и др.] // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. – 2019. – № 2. – С. 21–22.

19. Кажанов, И.В. Хирургический гемостаз при тяжелых сочетанных травмах таза / И.В. Кажанов, А.Е. Демко, В.А. Мануковский [и др.] // Неотлож. мед. помощь. – 2019. – Т. 8, № 4. – С. 396–408.

20. Доль, А.В. Биомеханическое моделирование вариантов хирургического реконструктивного лечения односторонних переломов крестца / А.В. Доль, Д.В. Иванов, И.В. Кажанов [и др.] // Российский журнал биомеханики. – 2019. – Т. 23, № 4. – С. 537–548.

21. Икрамов, А.И. Применение лучевых и интервенционных методов диагностики и лечения при травматических тазовых кровотечениях / А.И. Икрамов, Г.Б. Халибаева, И.В. Кажанов [и др.] // Диагн. и интерв. радиол. – 2020. – Т. 14, № 1. – С. 27–36.

22. Кажанов, И.В. Биомеханическое моделирование вариантов внутренней фиксации односторонних переломов крестца / И.В. Кажанов, С.И. Микитюк, А.В. Доль [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2020. – Т. 26, № 2. – С. 79–90.

23. Кажанов, И.В. Опыт применения тромбоэластограммы у пострадавших с тяжелой сочетанной травмой таза / И.В. Кажанов, В.С. Афончиков, Е.А. Колчанов [и др.] // Политравма. – 2020. – № 3. – С. 65 – 76.

24. Кажанов, И.В. Оказание специализированной травматологической помощи в остром периоде травмы пострадавшей с нестабильным повреждением тазового кольца и переломом вертлужной впадины / И.В. Кажанов, А.К. Дулаев, С.И. Микитюк [и др.] // Вестн. хирургии им. И.И. Грекова. – 2020. – Т. 179, № 5. – С. 98–103.

25. Гаврищук, Я.В. Лечение отслойки кожи у пострадавших с тяжелой сочетанной травмой (анализ серии наблюдений) / Я.В. Гаврищук, С.И. Микитюк, И.В. Кажанов [и др.] // Вестн. ДГМА. – 2021. – № 1 (38). – С. 25–32.

26. Кажанов, И.В. Проблемы остановки внутритазового кровотечения при нестабильных переломах костей таза / И.В. Кажанов, М.Б. Борисов, С.И. Микитюк [и др.] // Воен.-мед. журн. – 2021. – Т. 342, № 9. – С. 41–50.

Патенты на изобретения:

1. Патент на изобретение 2677616 С2. РФ, МПК А61В 17/00. Способ остеосинтеза переломов таза / В.А. Мануковский, А.К. Дулаев, И.В. Кажанов, С.И. Микитюк, Р.А. Преснов, З.Ю. Аликов; заявл. 19.06.2017; опубл. 17.01.2019 // Изобретения. Полезные модели: офиц. бюл. – М. : ФИПС, 2019. – № 14.

2. Патент на изобретение 2686045 С1. РФ, МПК А61В 17/56. Способ фиксации разрывов лонного сочленения / И.В. Кажанов, В.А. Мануковский,

А.К. Дулаев, С.И. Микитюк, Р.А. Преснов; заявл. 04.04.2018; опубл. 23.04.2019 // Изобретения. Полезные модели: офиц. бюл. – М. : ФИПС, 2019. – № 12.

3. Патент на изобретение 2703475 С1. РФ, МПК А61В 17/60. Устройство для фиксации нестабильных повреждений тазового кольца в остром периоде травмы / И.В. Кажанов, М.А. Ермаков, Г.М. Бесаев, С.И. Микитюк, В.Г. Багдасарьянц, А.Н. Тулупов, Д.В. Павлов; заявл. 13.07.2018; опубл. 17.10.2019 // Изобретения. Полезные модели: офиц. бюл. – М. : ФИПС, 2019. – № 29.

4. Патент на изобретение 2706140 С1. РФ, МПК А61В 17/86. Канюлированный винт для малоинвазивного остеосинтеза нестабильных повреждений тазового кольца / И.В. Кажанов, П.Н. Вopiловский, В.А. Мануковский, А.К. Дулаев, А.В. Петров, С.И. Микитюк, А.П. Вopiловская; заявл. 19.02.2019; опубл. 14.11.2019 // Изобретения. Полезные модели: офиц. бюл. – М. : ФИПС, 2019. – № 32.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АВФ	–	аппарат внешней фиксации
АГ	–	ангиография
АЭ	–	ангиоэмболизация
ВВ	–	вертлужная впадина
ВПА	–	внутренняя подвздошная артерия
ВПХ-РТ	–	военно-полевая хирургия – реаниматологическая тактика
ВТТ	–	внебрюшинная тазовая тампонада
КВ	–	канюлированный винт
КПС	–	крестцово-подвздошное сочленение
ОКП	–	ортопедический контроль повреждений
ОХР	–	отделение хирургической реанимации
МСКТА	–	мультиспиральная компьютерная ангиография
НДС	–	напряженно-деформированное состояние
СПТ	–	сочетанные повреждения таза
ПТК	–	позвоночно-тазовый комплекс
ПТФ	–	пояснично-тазовая фиксация
РЭБОА	–	реанимационная эндоваскулярная баллонная окклюзия аорты
САД	–	систолическое артериальное давление
СМП	–	специализированная медицинская помощь
ТБ	–	травматическая болезнь
ТС	–	транспедикулярная система
ТЭГ	–	тромбоэластография
УЗИ	–	ультразвуковое исследование
АРС	–	anterior-posterior compression (передне-задняя компрессия)
СМІ	–	combined mechanical instability (комбинированная механическая нестабильность)
LC	–	lateral compression (боковая компрессия)
TASH	–	trauma-associated severe hemorrhage (шкала оценки массивного кровотечения, связанного с травмой)
VS	–	vertical shear (вертикальный сдвиг)