

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

На правах рукописи

Закиров Руслан Ильгизарович

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ
НЕСТАБИЛЬНЫХ ПЕРЕЛОМОВ ЗАДНЕГО ПОЛУКОЛЬЦА ТАЗА

3.1.8 Травматология и ортопедия

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук,
профессор Ахтямов И.Ф.

Уфа – 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	11
1.1 Современное представление проблемы нестабильных переломов заднего полукольца таза	11
1.1.1 Частота и распространенность переломов заднего полукольца таза	11
1.1.2 Биомеханика таза.....	14
1.2 Клиническая оценка и диагностика нестабильных переломов заднего полукольца таза	18
1.2.1 Сочетанная клиническая картина: типичные признаки и симптомы нестабильных переломов таза	18
1.2.2 Дополнительные методы диагностики и визуализации	22
1.2.3 Классификация переломов заднего полукольца таза	29
1.3 Хирургическое лечение нестабильных переломов заднего полукольца таза	33
1.3.1 Наружная фиксация тазового кольца	33
1.3.2 Открытая репозиция, внутренняя и чрескожная фиксация (малоинвазивный остеосинтез) переломов заднего полукольца таза	37
1.3.3 Факторы, способствующие развитию посттравматических осложнений у пациентов с переломами заднего полукольца таза	45
ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ	52
2.1 Общая характеристика пациентов.....	52
2.2 Биомеханическое обоснование пояснично-тазовой фиксации при односторонних нестабильных переломах крестца	62
2.2.1 Биомеханическая оценка стабильности вариантов фиксации	62
2.2.2 Техника проведения оперативного вмешательства.....	69
2.3 ЭМГ-мониторинг.....	71
2.4 Методы обследования пациентов в послеоперационный период	72
2.4.1 Рентгеноконтроль.....	72
2.4.2 Оценка качества жизни пациентов	73

2.4.3 Клинико-функциональная оценка состояния пациента до и после операции	73
2.5 Статистический анализ полученных данных.....	75
ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ	76
3.1 Стационарный этап лечения пациентов	76
3.2 Амбулаторный этап лечения пациентов	79
3.3 Оценка функциональных возможностей и качества жизни пациентов.....	80
3.4 Клинические примеры	87
3.5 Особенности послеоперационного периода	103
3.6 Обсуждение результатов.....	104
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	108
ВЫВОДЫ	125
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	127
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	128
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	129

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Несмотря на значительные достижения в области травматологии, повреждения тазового кольца, часто сопровождающиеся гемодинамической и механической нестабильностью, связаны с высоким уровнем летального исхода. Смертность в таких случаях достигает 30%, занимая третье место после черепно-мозговых травм и повреждений грудной клетки. Кроме того, повреждения костей таза сопровождаются значительным уровнем инвалидизации. Наиболее серьезная ситуация наблюдается при сочетанных повреждениях ОДА и внутренних органов, где уровень инвалидизации составляет 32,7% [105].

Переломы заднего полукольца таза в большинстве случаев обусловлены высокоэнергетическими воздействиями, чаще в результате дорожно-транспортных происшествий или падений с больших высот и представляют собой одно из самых серьезных повреждений среди травм тазового кольца. Такой вид травм характеризуется длительным периодом нетрудоспособности, высоким уровнем инвалидизации и смертности [18].

Повреждения крестца, особенно нестабильные переломы, являются чрезвычайно серьезными последствиями. У 45% пострадавших они сочетаются с множественными переломами костей таза и лишь в 5% случаев они остаются изолированными. Им часто сопутствуют неврологические расстройства, которые проявляются нарушением функций органов таза. Особенно серьезные последствия возникают, когда повреждения крестца сочетаются с переломами вышележащих отделов позвоночника. В таких случаях осложнения возникают у 62% пациентов [1].

В современном подходе к лечению нестабильных повреждений костей заднего полукольца таза активная хирургическая тактика и ранний функциональный остеосинтез играют ключевую роль. Основная цель состоит в восстановлении и стабилизации тазовых костей и гемодинамики пациента, а

также в декомпрессии и ревизии элементов тазового сплетения в случае неврологических повреждений [11].

Степень разработанности проблемы

Летальность при нестабильных переломах крестца остается высокой, варьируя от 13,4% до 31,1%. Кроме того, даже в специализированных травматологических отделениях частота неудовлетворительных результатов лечения достигает 20-25% без положительной тенденции к снижению [49].

Для эффективного лечения таких повреждений рекомендуется использовать стратегию «damage control surgery» и «damage-control orthopedics». Это позволяет более точно оценить повреждения и избежать ранней и излишней травматизации при операции. Поэтапный подход в хирургическом лечении переломов заднего полукольца таза позволяет снизить риски осложнений и повышает вероятность успешного восстановления у пострадавших [10].

Ошибка в позиционировании фиксаторов встречается в 15% случаев, повреждение корешков L₄, L₅, S₁ отмечается в 2-15% случаев, ликворея возникает в 3-11% случаев, кровопотеря наблюдается в 5-16% случаев, а повреждение верхней ягодичной артерии происходит в 1,2% случаев. Неправильное восстановление анатомии тазового кольца при нестабильных повреждениях может привести к серьезным нарушениям статодинамической функции и хроническому болевому синдрому [4].

Основная цель лечения данных травм заключается в восстановлении стабильности задних структур таза и достижении хороших ранних функциональных результатов.

В настоящее время отсутствуют четкие алгоритмы ведения переломов заднего полукольца таза, вопросы выбора тактики и методов оперативного лечения остаются открытыми. Это говорит о необходимости дальнейшего поиска новых эффективных подходов к решению этой сложной проблемы.

Цель исследования: улучшить результаты лечения пациентов с нестабильными переломами в области заднего полукольца таза на основе разработанной методики.

Задачи исследования:

1. Проанализировать существующие методы лечения пациентов с нестабильными переломами крестца с целью оценки их эффективности и недостатков.

2. Провести биомеханическое моделирование для исследования различных способов фиксации нестабильных переломов заднего полукольца таза и определить оптимальные параметры стабилизации.

3. Разработать авторскую систему хирургического лечения пациентов при вертикально нестабильных переломах заднего полукольца таза.

4. Провести ретроспективный анализ результатов лечения пациентов с нестабильными переломами заднего полукольца таза с использованием разработанного метода двусторонней пояснично-тазовой стабилизации. Оценить преимущества и недостатки разработанной системы хирургического лечения нестабильных повреждений таза, его применимость в клинической практике и возможные ограничения.

Научная новизна исследования

В настоящем исследовании предложены и биомеханически обоснованы варианты фиксации пояснично-тазового отдела позвоночника в зависимости от типа и характера повреждения.

Разработаны алгоритмы оптимальной лечебной тактики для пациентов, страдающих от нестабильных переломов крестца.

В ходе научной работы проведена комплексная оценка применения данных методов и определены показания для двусторонней пояснично-тазовой фиксации у пациентов с односторонними нестабильными повреждениями.

Новые подходы в лечении нестабильных переломов крестца способствуют повышению эффективности и оптимизации результатов у данной категории пациентов.

На методику получен патент РФ на изобретение: Способ фиксации при односторонних нестабильных переломах крестца. RU №2684870 2019 г.

Теоретическая и практическая значимость работы

Внедрение разработанного способа фиксации в практику привело к заметному улучшению результатов хирургического лечения пациентов с нестабильными переломами заднего полукольца таза.

Благодаря разработанному способу, пациенты смогли полноценно осуществлять осевую нагрузку на поврежденный сегмент уже с первых дней после операции. Метод существенно сокращает время реабилитации пациентов и способствовал быстрой их активизации.

Одно из важных преимуществ разработанного способа заключается в его комфортности для пациента. Способ не требует использования дорогостоящих средств реабилитации, что делает его экономически более доступным.

Положения, выносимые на защиту:

Разработанный (патент № 2684870 С1 Российская Федерация, МПК А61В 17/56.) способ остеосинтеза при односторонних нестабильных переломах крестца обеспечивает стабильно-функциональную фиксацию.

Применение авторского метода сопровождается снижением частоты возникновения интраоперационных осложнений, проявлений нестабильной гемодинамики и неврологической симптоматики, а также сокращает сроки реабилитации пациента.

Степень достоверности полученных результатов

Достоверность полученных научных результатов и выводов определяется использованием значительного числа клинических наблюдений, применением

современных и информативных методов исследования, а также достоверной статистической обработкой данных с применением критериев доказательной медицины.

Апробация результатов исследования. Основные положения диссертации изложены в докладах:

1. VI Евразийском Конгрессе Травматологов-ортопедов (г. Казань, 2017);
2. Всероссийской мультидисциплинарной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Казанской школы травматологов-ортопедов «Современные методы диагностики и лечения заболеваний и повреждений опорно-двигательного аппарата.
3. Хирургия повреждений мирного времени (г. Казань, 2018); Пироговском форуме (г. Москва, 2019);
4. VI всероссийской научно-практической конференции по организации и клиническим разделам неотложной помощи (г. Казань, 2019);
5. Региональной образовательной школе травматологов-ортопедов (г. Казань, 2020);
6. Республиканской научно-практической конференции с международным участием «Политравма.
7. Современные подходы к диагностике и комплексному лечению», посвященной 80-летию юбилею доктора медицинских наук, профессора А.М. Жанаспаева. (г. Семей. Казахстан, 2020);
8. Всероссийской мультидисциплинарной научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения члена-корр. АН РТ, д.м.н., профессора Хайдара Зайнулловича Гафарова «Современные методы диагностики и лечения заболеваний и повреждений опорно-двигательного аппарата» (г. Казань, 2021);
9. Заседании Ассоциации травматологов-ортопедов Бурятии (АТОБ). «Диагностика и лечение травм и заболеваний тазово-поясничного комплекса» (г. Улан-Удэ, 2022);

10. XII Всероссийском съезде травматологов-ортопедов (г. Москва, 2022);

11. IV Евразийском ортопедическом форуме (г. Казань, 2023).

По теме исследования опубликовано: 7 научных работ: из них 6 – в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации для публикации научных результатов диссертаций; 1 – в сборниках конференций. Получен патент РФ на изобретение.

Реализация результатов работы. Разработанные методы и тактики лечения нестабильных переломов заднего полукольца таза внедрены в практику травматологических отделений ГАУЗ КГБ №7 г. Казани и программу обучения кафедры Травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России.

Объем и структура работы. Работа имеет клинический характер и основана на изучении результатов лечения, пострадавших с повреждениями заднего полукольца таза, характеризующимися вертикальной и ротационной нестабильностью, в период с 2015 по 2022 гг. на базе травматологических отделений ГАУЗ КГБ №7 г. Казани.

Материал изложен на 141 страницах компьютерного набора, иллюстрирован 25 рисунками и 8 таблицами. Список использованной литературы содержит 111 источников, из них 54 отечественных авторов, 57 зарубежных авторов.

Личный вклад автора в диссертационное исследование

Все данные, приведенные в диссертационной работе, получены при личном участии соискателя на всех этапах проведения исследования, а именно: в составлении плана работы, анализе научной литературы по выбранной теме диссертационной работы, подборе, учете и систематизации первичных

материалов (медицинской документации) и формировании из них баз данных, выборе методов диагностики и подходов лечения в обеих наблюдаемых группах пациентов, в участии в качестве оперирующего хирурга или в составе операционной бригады у пациентов исследуемых групп, оценке и систематизации полученных результатов, а также в оформлении публикаций. Соискатель является соавтором всех изобретений, вошедших в диссертационную работу.

Работа выполнена в рамках плана НИР ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России.

ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Современное представление проблемы нестабильных переломов заднего полукольца таза

1.1.1 Частота и распространенность переломов заднего полукольца таза

В травматологии и ортопедии по-прежнему актуальной проблемой является лечение и восстановление пациентов с сочетанными и множественными травмами. Переломы тазовых костей составляют около 3-17% всех переломов скелета [62]. У 37-44% пострадавших наблюдаются крайне нестабильные повреждения тазового кольца. Этого типа травмы, с нарушением целостности его заднего отдела, встречаются в 8% случаев [60]. Согласно исследованию Д.И. Черкес-Заде (2006), переломы заднего тазового кольца составляют 4,6% всех случаев. Ротационная нестабильность и латеральное смещение являются характерными для повреждений тазового кольца, исследование Р.Я. Хабибьянова (2014) показало, что они составляют 84% от всех повреждений с ротационной нестабильностью [11, 50]. По данным Y.C. Yoop и соавторов (2021), выяснилось, что 76,7% случаев повреждений заднего тазового кольца связаны с переломом крестца и вывихом крестцово-подвздошного сустава [11, 93]. Переломы таза, часто встречающиеся в составе сочетанных травм, являются одними из самых сложных из высокоэнергетических травм, исходя из данных некоторых исследований [1, 11, 51, 87, 103].

Считается, что количество пострадавших от высокоэнергетических травм продолжает увеличиваться с каждым годом. Такой вид повреждений часто возникает в результате дорожно-транспортных происшествий или падений с большой высоты (кататравма) [86, 80, 92]. В соответствии с текущими данными, нестабильные повреждения таза составляют 47,5-65,4% в случае дорожно-транспортных происшествий и 21,8% при падении с высоты [6]. Другие причины

травм, такие как сдавления, присутствуют в 4,8% случаев, а бытовые, уличные или спортивные травмы – в 1,6% случаев [11].

В соответствии с официальной статистикой Российской Федерации, зарегистрировано увеличение числа случаев заболеваемости и смертности, вызванных внешними причинами, включая травмы спины, поясничного отдела позвоночника и таза. В 2016 году отмечено 231,0 случаев на 100 000 человек, а в 2018 году этот показатель составил 282,1. Другие внешние причины заболеваемости также возросли, с 209,6 случаев на 100 000 человек в 2016 году до 262,6 в 2018 году [11].

По данным научной литературы идёт преобладание мужчин с нестабильными переломами таза в диапазоне от 57,7% до 69,7% [53, 6]. В некоторых исследованиях отмечается, что 50,3% пациентов в возрасте от 20 до 72 лет имеют нестабильные повреждения заднего полукольца таза, при этом 60,2% являются мужчинами, а 39,8% – женщинами. Чаще всего травмы таза происходят у мужчин трудоспособного возраста [110]. Большинство пациентов (60-70%) с травмами заднего тазового кольца находятся в возрасте от 21 до 50 лет [53]. В США наибольшее число переломов костей таза регистрируется у лиц в возрасте от 15 до 28 лет, при этом мужчины чаще страдают до 35 лет, а после 35 лет – женщины [11, 55].

Согласно исследованию Э.Ю. Валиева (2019), в 74,1% случаев пострадавшие с нестабильными повреждениями таза были моложе 45 лет [7]. Средний возраст пациентов с переломами костей таза составляет $44 \pm 12,8$ лет по данным других авторов. Таким образом, проблема лечения переломов таза имеет важное значение не только в медицинском, но и в социально-экономическом аспекте [11].

У пациентов пожилого возраста основной причиной повреждений тазового кольца является слабый удар низкой энергии. Остеопороз служит одним из основных факторов риска для переломов тазового кольца [11, 39, 20]. Исследования показывают, что около 7% всех остеопоротических переломов затрагивают тазовое кольцо, а среди пациентов старше 60 лет этот процент

достигает 94%. В ходе исследования, проведенного М.А. Күрег и соавторами в 2019 году, были проанализированы повреждения таза у 1024 пациентов, из которых 816 имели повреждение тазового кольца. Среди них, 494 пациента были старше 65 лет. Переломы типа С тазового кольца встречались в 16,4% случаев [11, 84]. Другие исследования показывают, что переломы типа В у пожилых пациентов составляют 24,7% [11].

У пациентов с сочетанными травмами, включая повреждения таза, часто наблюдаются сопутствующие повреждения различных органов. Согласно исследованиям, черепно-мозговые травмы встречаются у 25-55,6% пострадавших, повреждения органов грудной клетки – в 25-44% случаев, повреждения брюшной полости – у 16-55% больных, мочевыводящих путей – у 43% пациентов. Повреждения позвоночника наблюдаются до 14,4% случаев, а повреждения конечностей – до 20-69,6%. Также отмечается, что повреждения спинного мозга и магистральных нервов возникают у 10-29% пострадавших [89].

Травмы таза серьезно угрожают качеству жизни пациентов, вызывая хронические функциональные нарушения [11, 70].

По результатам проведенных исследований, в структуре инвалидности среди травм опорно-двигательного аппарата отмечается удельный вес повреждений таза в диапазоне 14-66,7%, а неблагоприятные исходы варьируются от 20% до 74% [11, 49]. Опираясь на различные исследования, уровень смертности достигает до 8–19% случаев [57, 90], обычно связанных с массивной кровопотерей или сопутствующими травмами. Из общего числа травм таза до 54% являются сочетанными, а летальность при множественных и сочетанных переломах костей таза составляет 70-98% [11, 56].

Анализ существующих научных исследований свидетельствует о сохранении высокой частоты переломов таза, и наблюдается отсутствие тенденции к их снижению. Повреждения этого типа остаются одними из самых сложных в плане лечения и диагностики [11].

1.1.2 Биомеханика таза

Понимание основ биомеханики тазового кольца имеет принципиальное значение в контексте диагностики и лечения повреждений, связанных с данной анатомической областью человеческого тела.

В силу ограниченных возможностей движения в описанных в предыдущей подглаве трёх суставах, тазовое кольцо взрослого человека является относительно жесткой анатомической конструкцией, позволяющей лишь некоторые физиологические перемещения в пределах упругости мышц, связок и костей [2].

Анатомическая структура данного кольцевого образования базируется на статической и динамической стабильностях, которые обеспечиваются различными компонентами:

- Статическими стабилизаторами, что представлены костными структурами, и повреждения их приводят к статической нестабильности.
- Динамическими стабилизаторами – суставы, связки, мышцы и сухожилия, травмы которых проявляются в виде динамической нестабильности.

Внешняя нагрузка на кость вызывает внутренние и внешние реакции костной ткани, приводящие к деформации или даже перелому последней [54].

Механические силы, действующие на тазовое кольцо, в основном передаются через кортикальную часть кости. Губчатая костная ткань выполняет функцию равномерного, оптимального распределения и передачи механических усилий с целью снижения максимального воздействия на другие структуры кости. Согласно закону Вольфа, трабекулярная ориентация, которая формируется в результате этого процесса, соответствует естественным деформациям, возникающим в пределах тазовых костей [2].

Для изучения поведения костей таза под нагрузкой может применяться метод поляризованного света. Центр напряжения был обнаружен на внутренней поверхности таза рядом с крестцово-подвздошным суставом в области около его

края, где находится плотный кортикальный слой подвздошной кости. Это место коррелирует с распределением минеральной плотности костной ткани, определяемой с помощью компьютерной денситометрии [28].

Предполагается, что медленно направленная статическая нагрузка может вызвать деформацию всего тазового кольца, в то время как динамическая нагрузка, например, высокоэнергетическое воздействие на таз, приводит к деформации только в регионе прямого воздействия силы. Развивающийся ударный импульс вызывает сдвиговые напряжения одновременно и в других областях таза, что позволяет поглотить энергию без нанесения ущерба иным суставам или костям. Известно, что первый перелом обычно происходит в области переднего кольца, однако при продолжении передачи нагрузки, в связи с вращением тазобедренного сустава вокруг оси вблизи крестцово-подвздошного сустава, возможны травмы задней части и последующие вторичные травмы переднего тазового полукольца [54].

Согласно проведенным исследованиям, для разрыва крестцово-подвздошного сочленения требуется сила, равная 213 кг, а для разрыва лонного симфиза — 197 кг. Статические нагрузки, возникающие в области таза при положении стоя или сидя, не должны превышать 55.9 МПа и являются максимальными в области терминальной линии таза и крестцово-подвздошных суставов [28].

Считается, что нижние крестцовые сегменты не играют активную роль в переносе нагрузки [2].

Когда человек стоит, вес туловища передается через бедренно-крестцовую дугу, при этом максимальное напряжение наблюдается в боковой части тела позвонка S_1 . В случае сидячего положения, распределение нагрузки происходит по седалищно-крестцовой дуге. При ходьбе, напряжение распространяется вдоль крестцовой кости и кортикальной плотности подвздошной кости до задней части вертлужной впадины [28].

При сохраненной целостности таза, подвижность ограничена только тазобедренными суставами и лобковым сочленением. Следовательно, важным

фактором для понимания механизмов повреждения является знание биомеханики этих суставов.

Во время физиологической нагрузки на лобковый симфиз возникают силы переднего и внутреннего вращения, ориентированные под углом до 2° . Тип нагрузки на лобковый симфиз определяет характер действующих сил, включающих растягивающие (при стойке на двух ногах), сжимающие (при стойке на одной ноге) и сдвигающие воздействия (при стойке на двух ногах или в положении сидя) [2].

В естественных условиях, при нагрузке на крестцово-подвздошный сустав, наблюдается небольшой поворот крестца вперед (нутационное движение), примерно на 2° относительно тазобедренного сустава, сопровождающийся незначительными поступательными движениями менее чем на 2 мм. Таким образом, крестцово-подвздошный сустав не обладает изолированной осью движения. Известно, что подвижность крестцово-подвздошного сустава у женщин немного лучше, чем у мужчин, и во время беременности даже увеличивается, но с возрастом она обычно у всех снижается [28].

Тип нагрузки на крестцово-подвздошный сустав (положение на одной ноге, на двух ногах, сидя) вызывает различные силовые воздействия. Типичными формами деформации являются передняя компрессия и задняя дистракция крестца. Однако стабилизирующий эффект, обеспечиваемый крестцово-бугристыми или крестцово-остистыми связками, до сих пор полностью не изучен [54].

Предполагается, что несколько связок играют ключевую роль в поддержании стабильности таза, включая связки лобкового сочленения, подвздошно-крестцовые связки и подвздошно-поясничные связки, связки тазового дна.

Изучение влияния наступающей нестабильности таза путем последовательного рассечения связок симфиза, подвздошно-крестцовых связок, связочный комплекс тазового дна с целью моделирования передней наружной

ротационной деформации таза. Это позволило лучше понять вклад каждой связки в обеспечение стабильности таза.

Группа исследователей во главе с Марвином Тайлом провела фундаментальные исследования, используя пошаговую модель нестабильности, чтобы более глубоко изучить этот вопрос [28].

Изолированное рассечение лобкового сочленении приводило к максимальному диастазу размером до 2,5 см; остальные связочные структуры компенсировали вращательные и поступательные движения.

Дополнительное перерезание связок тазового дна (крестцово-остистых и крестцово-бугристых связок) существенно увеличивало нестабильность таза; только связки переднего крестцово-подвздошного сочленения обеспечивали некоторое остаточное сопротивление вращательным (горизонтально направленным) силам.

Иссечение связок переднего крестцово-подвздошного сочленения приводило к полному вращению тазовых костей вокруг «шарнира» через задние крестцово-подвздошные связки; поступательные движения были предотвращены оставшимися структурами подвздошно-крестцовой и подвздошно-поясничной связок.

Полное рассечение комплекса связок крестцово-подвздошного сочленения создаёт возможными поступательные движения.

Подвздошно-поясничная связка является одной из трёх позвоночно-тазовых связок и играет роль в стабилизации пояснично-крестцового отдела позвоночника [54]. Это образование соединительной ткани представляет собой большую веерообразную структуру, которая обычно начинается от поясничного поперечного отростка позвонка L₄ или L₅ и присоединяется к заднему гребню подвздошной кости и капсуле крестцово-подвздошного сустава в верхней части крестца [16]. Часть этой связки называется пояснично-крестцовой связкой, которая происходит от пятого поясничного поперечного отростка и присоединяется к крылу крестца [28].

Благодаря своему анатомическому строению, подвздошно-поясничная связка стабилизирует четвертый и пятый поясничные позвонки относительно таза и может противостоять его боковому изгибу [35].

Исследования показали, что подвздошно-поясничная связка играет важную роль в обеспечении стабильности пояснично-крестцового отдела позвоночника, путём ограничения бокового изгиба, сгибания и разгибания, а также вращательного движения пояснично-крестцового сочленения [54].

Тазовые мышцы должны укреплять суставы таза и влиять на его жесткость. Однако, некоторые исследования показали, что сокращение данных мышц не приводит к существенному изменению жесткости тазового кольца [16].

1.2 Клиническая оценка и диагностика нестабильных переломов заднего полукольца таза

1.2.1 Сочетанная клиническая картина: типичные признаки и симптомы нестабильных переломов таза

Для эффективного лечения переломов заднего полукольца таза необходима полная, точная и своевременная диагностика. Она играет ключевую роль в определении потенциальной тяжести перелома и правильной классификации повреждения с точки зрения его стабильности. Повреждения структур заднего тазового полукольца являются серьезными, а диагностика их представляет собой сложную задачу, особенно учитывая тяжесть состояния большинства пострадавших [16, 56].

Оценка степени нестабильности таза всегда должна начинаться с тщательного сбора анамнеза и проведения физикального обследования.

Знание механизма травмы способствует лучшему пониманию возможных сил, действующих на таз [14]. В случае травмы тазового кольца у молодых пациентов обычно требуется значительное усилие (высокоэнергетическое воздействие). В результате многие пациенты с переломами тазового кольца дополнительно имеют множественные сопутствующие травмы (политравма)

[54]. Низкоэнергетические переломы (остеопороз) чаще встречаются у пожилых пациентов, которые упали с положения стоя, или у молодых пациентов, когда происходит повреждение сухожильно-костного комплекса таза во время занятий спортом (силовые нагрузки), например, при травме передней верхней подвздошной ости, передней нижней подвздошной ости или седалищной бугристости [50].

На первом этапе основой для диагностики перелома костей таза служит локальная симптоматика, опирающейся на внешний осмотр и пальпацию гребня подвздошной кости. Нестабильным считается перелом, при котором обнаруживается крепитация или аномальные движения. Деформация кольца таза и смещение отломков сопровождаются резким болевым синдромом в области перелома и нарушением статико-динамической функции [95].

При определении шокового состояния учитываются различные параметры, такие как систолическое артериальное давление, частота сердечных сокращений, первичный дефицит оснований, уровень лактата, показатели гемоглобина или гематокрита, частота дыхания, пульсовое давление, психический статус, скорость наполнения капилляров и другие показатели, включая степень экскреции белков с мочой [85, 95, 102].

При визуальном осмотре пострадавшего с подозрением на нестабильные переломы таза следует обратить внимание на несколько аспектов: положение пострадавшего, положение нижних конечностей (различие в длине ног), сопутствующие неврологические проявления (нарушение чувствительности и рефлексов), наличие отеков и кровоизлияний в мягких тканях таза и верхней трети бёдер [56].

Одним из частых клинических проявлений травмы таза является кровотечение в районе промежности, мочевыводящих путей или в области вагинального преддверия, а также изменение кожного покрова стоп, что, вероятно, указывает на сосудистую дисфункцию.

Наличие поверхностной гематомы над паховой связкой, в паху, над мошонкой или промежностью, а также в верхней части бедра, свидетельствует о

возможном переломе таза. Симптом Грея Тернера, проявляющийся экхимозом на боку, может демонстрировать наличие забрюшинного кровоизлияния [56].

При повреждении заднего полукольца таз может быть повернут таким образом, что пострадавший лежит на здоровом боку. Активные движения на поврежденной стороне часто невозможны и вызывают резкий болевой синдром. Пассивные движения конечности на травмированной стороне ограничены и тоже вызывают болезненные ощущения [95].

Необходимо осмотреть любые рваные раны, особенно в области промежности, так как они могут свидетельствовать о возможных открытых переломах. Если обнаружена кровь в прямой кишке или мочеиспускательном канале, возможно повреждение мочеполовой системы [102].

Наиболее распространенным клиническим признаком повреждения мочевого пузыря после тупой травмы является макрогематурия. Другие признаки включают невозможность опорожнения, болезненность в животе, надлобковые кровоподтеки, вздутие живота, отек мошонки, промежности, брюшной стенки и/или бедер, уремию и повышенный уровень креатинина [85, 95].

При частичном разрыве мочевого пузыря у мужчин клинические признаки включают следующие проявления: отек мошонки, промежности и/или полового члена, повышенную температуру или неощутимую простату при ректальном исследовании, а также трудность или невозможность введения катетера, что служит косвенным признаком [85].

У женщин при повреждениях мочеиспускательного канала могут наблюдаться следующие симптомы: кровь в мочеиспускательном канале и/или во влагалище, трудности с мочеиспусканием, опухание губ, разрыв влагалища и наличие гематурии в случае частичного разрыва [85].

Необходимо всегда проводить тщательную проверку всех отверстий, включая мочеиспускательный канал и прямую кишку, для исключения возможного сопутствующего травматического повреждения таза [56].

Всем женщинам с потенциальным повреждением таза рекомендуется проведение вагинального исследования или, по меньшей мере, осмотра для исключения возможных разрывов слизистой оболочки. При наличии сомнений необходима совместная консультация уролога и гинеколога [102].

В присутствии подозрения на перелом таза, нужно осуществлять внимательное обследование пояснично-крестцового сплетения и сосудов нижних конечностей. Это обусловлено тем, что повреждения тазового кольца могут быть связаны с сопутствующими сосудисто-нервными повреждениями.

Из сосудов в основном подвержены травматизации вены, в то время как артерии чаще сохраняют свою целостность. Для оценки состояния сосудов проводят пальпацию пульса на нижних конечностях и проверку наполнения капилляров (в норме: ≤ 3 секунд). В случае подозрений рекомендуется провести доплерографию.

Неврологическое обследование нижних конечностей является обязательным и состоит из оценки тактильной чувствительности, проверки сухожильных рефлексов и, у пациентов в сознании, тестирования ключевых мышечных групп. При травмах тазового кольца наиболее часто поражаются нервные корешки L₅ и S₁. Переломы крестца могут сопровождаться повреждением крестцового сплетения. Таким образом, обязательно проводится тестирование нервных корешков крестцового уровня. Минимальное обследование должно включать тестирование чувствительности стопы, большого пальца ноги, а также проверку сгибания и разгибания колена и типичных дерматомов на голени [26, 108].

Повреждения корешков нижних крестцовых нервных корешков может проявляться нарушением функции кишечника, мочевого пузыря и/или сексуальной функции [74].

При наличии ротационной деформации таза или нижней конечности, а также несоответствия длины ног без явного перелома длинных костей, возможно возникновение смещения тазового кольца [95].

При наружной ротационной нестабильности, при разведении крыльев подвздошных костей, наблюдается чрезмерная ротационная подвижность. Однако, при подозрении на нестабильное повреждение костей таза, не рекомендуется использовать этот диагностический прием, так как он может ухудшить гемодинамические показатели пострадавшего. При внутренней ротационной нестабильности, при сведении крыльев подвздошной кости, отмечается резкая болезненность, ротационная подвижность и костная крепитация. Кроме того, при вертикальном смещении тазовых костей наблюдается укорочение конечности на стороне повреждения и характерная деформация таза [85].

При наличии ушибов, ссадин, отека мошонки и гематом всегда можно получить дополнительную информацию о причине, характере и силе высокоэнергетического воздействия на таз, а также о возможных повреждениях смежных структур.

Тем не менее, согласно современным исследованиям, обнаружение деформации таза или нестабильности тазового кольца при физическом обследовании имеет низкую чувствительность для выявления механически нестабильных переломов таза у пациентов с тупыми травмами [108].

Клиническое обследование органов малого таза не всегда позволяет выявить поздние травмы таза у 3.4–52.6% случаев [109].

Примерно в 3,6–73,8% случаев травмы таза предполагались при физикальном исследовании пациента, но не подтверждены рентгенологическими снимками [109].

1.2.2 Дополнительные методы диагностики и визуализации

Рентгенографическое исследование таза, включая обзорные, краниальные, каудальные, запирательные и подвздошные проекции, является рутинным обследованием при высокоэнергетических травмах [Error! Reference source not found.]. Этот метод не только служит для первичной визуализации, но также широко

применяется во время операции для репозиции и внутренней фиксации, а также для диагностики посттравматических деформаций таза [19, 92].

Рентгенография таза в прямой проекции остается первичным методом исследования у пациентов в критическом состоянии. После достижения относительной стабилизации состояния пострадавшего проводятся дополнительные исследования. Рентгенологическое исследование таза является неотъемлемой частью предоперационного планирования и рекомендуется в рамках Advanced Trauma Life Support (ATLS), разработанной Комитетом по травмам (COT) Американского колледжа хирургов (ACS). Оно позволяет определить тип и тяжесть переломов тазового кольца, что имеет важное значение для разработки соответствующей хирургической стратегии [110].

Переднезадняя рентгенограмма является наиболее эффективным скрининговым тестом для обнаружения переломов костей таза, обладающим способностью выявить до 90% повреждений. В случаях гемодинамически нестабильного состояния пациентов, передние рентгенограммы таза могут быть использованы в качестве быстрого диагностического инструмента, позволяющего провести более раннее вмешательство. Исследование Г.Н. Доровских и соавторов (2012) указывает на проведение переднезадней рентгенографии у 77% пациентов с повреждениями таза при политравме [92].

Е.М. Эйшлин и соавторы (2012) также отметили, что в начальной стадии диагностики травм таза, рентгенография костей таза в прямой и косых проекциях была проведена у всех пациентов, что позволило снизить количество диагностических ошибок с 30% до 5% [92].

Для более точной диагностики исследователи рекомендуют выполнять рентгенограммы задней аксиальной проекции, как для входного (вход в таз/inlet проекция), так и для выходного (выход в таз/outlet проекция) отверстия таза. Рентгенограмма входа в таз/inlet предоставляет подробную информацию о деформации кольца, состоянии крестцово-подвздошных и лонных сочленений, в то время как рентгенограмма выхода в таз/outlet демонстрирует прямую проекцию крестца [65]. Эти данные играют важную роль при принятии решений

и планировании лечения. Пациенты со смещением ветви лонной кости внутрь или кнутри запирающего отверстия более 5 мм обладают высоким риском возникновения кровотечения. В определенных ситуациях, проведение обзорной рентгенографии костей таза без использования компьютерной томографии позволяет выявить пациентов с высоким риском гемодинамической нестабильности и предотвратить ее развитие [61].

Тем не менее, эксперты отмечают, что рентгеновские изображения таза обычно не обладают достаточной чувствительностью. Рентгенологические признаки повреждений крестцово-подвздошных суставов определяются только при значительных повреждениях, со смещением и расширением щели сустава. Однако, этот метод является важным и используется для обнаружения крайне нестабильных переломов таза в начальном периоде диагностики [92].

С учетом особенностей анатомии таза, чтобы получить более четкое изображение крестцово-подвздошного сочленения, исследователи предлагают выбирать подходящие проекции, которые помогут распознать повреждения и уточнить характер переломов. Угол отклонения рентгеновского луча в каждом конкретном случае подбирается индивидуально [92]. Для оценки смещения тазового кольца используется рентгенография с краниальным отклонением рентгеновского луча на 45 градусов [61].

Согласно различным источникам, рентгенологическая оценка костей таза имеет ограниченную диагностическую ценность. От 5 до 12% переломов тазовых костей, особенно тех, которые вовлекают задние структуры тазового кольца, не могут быть достоверно распознаны на рентгенограммах из-за перекрытия петлями кишечника и сложной анатомии, что затрудняет правильную оценку характера повреждений и смещений [9].

В исследовании, проведенном в больнице Grupo Hospitalar Conceição (GHC) в городе Порту-Алегри на юге Бразилии, было изучено 20 пациентов с повреждениями заднего тазового кольца. Результаты показали, что рентгенография демонстрировала высокий процент ложноотрицательных случаев по сравнению с компьютерной томографией. Авторы отметили, что

обнаружение переломов задней подвздошной кости и крестца является сложной задачей [65]. Другие публикации также указывают на трудности в диагностике травмы таза на рентгенограммах, особенно при поражениях крестцово-подвздошного сустава и крестца [65]. Некоторые исследователи отмечают позднее обнаружение до 30% переломов крестца, что негативно сказывается на долгосрочных результатах лечения [61]

По мнению экспертов, для диагностики повреждений таза рекомендуется проведение компьютерной томографии (КТ), которая считается золотым стандартом. КТ позволяет определить характер повреждений тазового кольца, особенно заднего полукольца [92]. Этот метод обеспечивает получение объемного изображения таза и томограмм структур, составляющих его [61]. КТ также точно оценивает сопутствующие повреждения сосудов, мочевого пузыря/уретры и внутритазовые гематомы. Кроме того, КТ помогает подтвердить вывих бедра, определить тип повреждения тазового кольца, направление смещения отломков, а также оценить травму окружающих мягких тканей и крестцово-подвздошных сочленений [71, 82].

Для более точной диагностики повреждений костей таза рекомендуется применять метод компьютерной томографии (КТ) с использованием широких срезов и мультипланарных реконструкций. Этот метод является оптимальным и позволяет подробно изучить анатомическую целостность крестца и область крестцово-подвздошных сочленений, включая заднее полукольцо [92]. Для диагностики повреждений крестцово-подвздошных сочленений особенно важно использовать методику высокого разрешения, чтобы снизить вероятность ошибок при постановке диагноза. Компьютерная томография может быть использована в качестве первичного и основного метода диагностики, а также помогает классифицировать типы повреждений тазового кольца согласно современным классификациям, таким как АО/ASIF. Следует отметить, что травма костей таза часто сопровождается повреждениями других органов и систем в 75,3% случаев [92].

Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) превосходит стандартную рентгенографию в чувствительности и точности диагностики. Ее чувствительность составляет 69%, а точность – 95% [9]. Исследования подтверждают значительные преимущества МСКТ таза по сравнению с обзорной рентгенографией. МСКТ обладает чувствительностью 99,5% в обнаружении внутрисуставных осколков, в то время как стандартная рентгенография достигает всего 61,3%, даже с использованием многоплоскостных снимков. Кроме того, МСКТ способна обнаружить частичные повреждения крестцово-подвздошных суставов и передних или задних крестцово-подвздошных связок в 24% случаев [9]. Применение метода КТ позволяет выбрать оптимальную тактику лечения и снизить риск летальных исходов.

В работе Н. Yu и коллег (2018) было проведено исследование, в рамках которого пациентам с переломом таза была выполнена трехмерная компьютерная томография (3D КТ) таза. Путем реконструкции аксиальных, сагиттальных и коронарных КТ-изображений была создана трехмерная модель кости, позволяющая оценить тяжесть перелома тазовой кости и степень смещения [106].

Комбинированное использование интраоперационной трехмерной компьютерной томографии (3D КТ) с навигационной системой (O-Arm[®]) является эффективным методом для точной винтовой фиксации и снижения риска осложнений при лечении переломов заднего тазового кольца. Это стало важным инструментом, широко применяемым в хирургии для установки транспедикулярных винтов [92, 79]. Система навигации, контролируемая с помощью 3D-КТ, обеспечивает более подробную визуализацию во время операции, при этом сохраняя минимальную инвазивность [92]. В недавнем обзоре и метаанализе отмечается преимущество использования КТ для установки винтов, поскольку навигация на основе данного диагностического метода значительно снижает риск неправильного размещения винтов по сравнению с традиционными методами [79]. Кроме того, МСКТ также

используется для контроля хирургического лечения и обнаружения возможных осложнений [7].

При подозрении на повреждения внутренних органов, кровеносных сосудов, наличии нестабильной гемодинамики, а также признаков вертикальной и ротационной нестабильности в остром периоде травмы, рекомендуется проведение МСКТ-ангиографии [21]. Этот метод диагностики является обязательным и позволяет визуализировать состояние сосудов и обнаружить внутрибрюшные или забрюшинные кровотечения.

При выявлении нестабильных переломов заднего тазового кольца рекомендуется использовать метод МРТ. Этот диагностический метод является несравненным в определении отёка костного мозга, осложнений в области кауды и сплетения, а также повреждений мягких тканей [88]. МРТ служит ценным инструментом для диагностики травм заднего полукольца таза у пациентов с нестабильной гемодинамикой [53, 7, 67].

Отмечается значимость проведения комплексной диагностики у пострадавших с нестабильными повреждениями костей таза, которая включает рентгенографию, ультразвуковое исследование (УЗИ) и мультиспиральную компьютерную томографию (МСКТ) [106]. Однако, объем проводимых диагностических процедур может различаться в зависимости от тяжести состояния пострадавшего.

Для выбора правильной хирургической тактики и операционного доступа имеет важное значение дифференциальная диагностика повреждений заднего полукольца таза. Дополнительные ценные диагностические методы включают ангиографию и ультразвуковое исследование. Проведение тазовой ангиографии может быть необходимо в случае наличия у пациента стойкого внутрибрюшинного кровотечения. Учитывая, что многие пациенты с переломами таза также имеют политравму, они могут иметь несколько источников кровотечения, и проведение ангиографии позволяет выявить скрытые или явные повреждения и выполнить эмболизацию пораженных артерий [16]. Оценка источника кровотечения имеет важное значение для

пациентов с нестабильными повреждениями таза. Ультразвуковое исследование (УЗИ) обычно используется в качестве первоначального скринингового метода на раннем этапе госпитализации пострадавших и выполняется в соответствии со стандартным протоколом ультразвукового исследования при травме, таким как «Focused Assessment with Sonography for Trauma» (FAST) [75]

Применение расширенной целенаправленной сонографии у пациентов с нестабильной гемодинамикой является распространенной практикой, которая играет важную роль в принятии оперативных решений по лечению пациентов с нестабильными повреждениями таза [104, 63].

Переломы заднего полукольца таза представляют серьезную травму, которая часто сопровождается повреждениями внутренних органов. Некоторые исследования демонстрируют, что даже при незначительных повреждениях переднего полукольца таза и смещенных переломах крестца могут возникать повреждения мочевого пузыря и уретры. Для оценки таких повреждений широко используется компьютерная томография (КТ), которая обладает высокой чувствительностью не только в определении повреждений костей таза, но и внутренних органов. КТ является первичным и основным методом радиологической диагностики при множественных и сочетанных травмах. При подозрении на повреждения мочевого пузыря и уретры при травме таза может потребоваться дополнительная КТ-уретроцистография. В ходе оценки повреждений мочевого пузыря и уретры применение магнитно-резонансной томографии (МРТ) выделяется своими привлекательными чертами, такими как отсутствие ионизирующего излучения и отсутствие необходимости в контрастных веществах. Однако, проведение данной процедуры может столкнуться с определенными трудностями из-за продолжительности времени, необходимого для ее завершения, а также потребности в постоянном контроле жизненно важных функций организма [16].

В заключение следует отметить, что диагностика играет важную роль в улучшении результатов лечения пациентов с переломами заднего полукольца

таза и помогает определить объем и последовательность оперативных вмешательств.

Несмотря на использование современных методов диагностики, таких как компьютерная томография (КТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ), которые позволяют обнаружить большинство повреждений костей таза и органов, ультразвуковое исследование (УЗИ) и стандартная рентгенография по-прежнему остаются актуальными методами скрининга при травме.

1.2.3 Классификация переломов заднего полукольца таза

Главным фактором, определяющим решение о тактике лечения, является классификация костно-связочных повреждений, которая позволяет спрогнозировать течение и исходы травмы. При этом необходимо всегда помнить о возможности травматизации других сопутствующих анатомических структур в тазовой области, а именно близлежащих мягких тканей, органов малого таза и сосудисто-нервных сплетений, что, в свою очередь, может привести к возникновению потенциальной гемодинамической нестабильности. Такая ситуация существенно влияет на выбор подхода в лечении и ограничивает во времени принятие правильных решений [100].

На сегодняшний день для описания переломов заднего полукольца таза широко используются различные классификационные системы, такие как классификация Association of the Osteosynthesis / Orthopaedic Trauma Association (АО/ОТА), модифицированная классификация Tile, и классификация Young-Burgess [66].

Классификация Young-Burgess описывает повреждения таза согласно различным направлениям смещения. Включает переднезаднюю компрессию (ПЗК), боковую компрессию (БК), вертикальное смещение (ВС), комбинация нескольких направлений (СФ) [66].

Переднезадние компрессионные повреждения (ПЗК) часто приводят к повреждениям лобковых ветвей, связок общего сочленения, крестцово-

подвздошных суставов и связок тазового дна, которые могут иметь различную степень тяжести.

Классическая деформация «открытой книги» проявляется в расслоении симфиза с одновременной травмой крестцово-подвздошного сустава. Переломы лобковых ветвей всегда сопровождаются вертикальной линией перелома. Расслоение симфиза <2,5 см не сочетается с нестабильностью крестцово-подвздошного сустава [66].

Боковая компрессия (БК) обычно сопровождается характерными горизонтальными (оскольчатыми) переломами ветвей лобковой кости примерно в 100% случаев. Переломы крестца наблюдаются в 88% случаев, а дополнительные переломы вертлужной впадины (19%) указывали на медиальное (центральное) смещение переломов. Повреждение связок редко наблюдается. Возможно повреждение задней крестцово-подвздошной связки [35].

Травмы, вызванные вертикальным смещением (ВС), возникают при сильном вертикальном воздействии (например, падение с высоты), затрагивающем заднюю часть одной или обеих сторон таза. Эти травмы сопровождаются выраженной нестабильностью заднего тазового кольца, которая влияет на крестец или задний связочный комплекс. Обычно наблюдаются вертикально ориентированные трещины [101].

Тяжелые повреждения, связанные с вертикальным сдвигом, особенно с каудальным смещением в области таза, могут сопровождаться значительным повреждением артерий, требующим проведения резекции таза [46].

Сложные формы переломов (СФ) представляют собой комбинации по меньшей мере двух из этих векторов повреждения.

Отдельно существует несколько классификаций переломов крестца, которые широко применяются в повседневной практике врача травматолога.

Классификации переломов крестца основаны на вариантах линий переломов, проходящих относительно крестцовой кости. Они бывают представлены продольными, поперечными или комбинированными, представляющими собой H-, U-, λ- или T-образные формы.

В классификации F. Denis (1988) переломы крестца подразделяются на основе анатомической структуры и разделяются на три зоны: латеральное крестцовых отверстий, трансфораминальную и перелом медиальное крестцовых отверстий [73].

Переломы крестца в соответствии с классификацией АО были недавно включены в схему классификаций переломов позвоночника [66]. Изолированные переломы крестца, не связанные с нестабильностью тазового кольца, подразделяются на три категории.

Тип А: Нижние сегменты крестца, не связанные с крестцово-подвздошным сочленением.

Тип В: Односторонние продольные или вертикальные переломы верхних крестцовых сегментов, связанные с крестцово-подвздошным сочленением, влияющие на стабильность таза.

Тип С: Переломы крестца, вызывающие позвоночно-тазовую нестабильность.

Переломы типа А могут быть разделены на три подгруппы, относящиеся к нижнему сегменту крестца:

Травмы А1: Компрессионные травмы копчика или крестца.

Травмы А2: Поперечные переломы без смещения.

Травмы А3: Поперечные переломы со смещением.

Переломы типа В, по классификации F. Denis [73] переломов крестца, можно разделить на три подгруппы продольных переломов:

Травмы В1: Травмы Denis III, расположенные медиальнее фораминальной зоны.

Травмы В2: Травмы Denis I, расположенные латеральнее фораминальной зоны.

Травмы В3: Интрафораминальные травмы Denis II.

Переломы типа С, которые приводят к нестабильности позвоночника и таза, представлены различными вариантами (U-, Y-, H- и λ-типа) и могут быть разделены на четыре типа:

Травмы C0: Переломы без смещения, чаще всего вызванные низкоэнергетическими факторами.

Травмы C1: Отсутствие задней нестабильности таза; любая односторонняя травма типа В с сопутствующим повреждением фасеточных суставов S1, присоединенных к латеральному фрагменту.

Повреждения C2: Двусторонние полные повреждения типа В без поперечного перелома.

Травмы C3: Переломы со смещением.

Кроме того, были добавлены два модификатора, которые определяют дополнительные неврологические дефициты и конкретные состояния пациента.

Модифицированная классификация Roy-Camille относится к высоким поперечным переломам крестца (выше тела S_{IV}) и представляет различные степени риска неврологических повреждений, основанные на уровне смещения [101].

Данные травмы обладают значительным клиническим значением, поскольку возможно затруднение вправления перелома крестца, а также дегенерация сустава, что может иметь последствия постоянной и усиливающейся боли в пояснично-крестцовой области [35].

Дополнительное повреждение мягких тканей в тазовой области, а именно повреждение органов малого таза, имеет дальнейшее значение [73].

Существуют две подгруппы сложных травм таза, которые оказывают прогностическое влияние на смертность пациентов [101]:

1. Сочетанные механические и гемодинамические нестабильные травмы таза.
2. Открытые переломы таза.

Классификация WSES включает гемодинамически нестабильных пациентов и объединяется классификацией Young-Burgess [66]. В рамках этой классификации выделяются четыре степени:

Степень WSES I: механически стабильные поражения (ПЗК 1, БК 1), с гемодинамической стабильностью.

Степень WSES II: гемодинамически стабильные, но механически нестабильные травмы (ПЗК 2–3 и БК 2–3).

Степень WSES III: гемодинамически стабильные, но механически нестабильные травмы (BC, CФ).

Степень WSES IV: все гемодинамически нестабильные поражения, независимо от механической стабильности.

Пациенты с такими травмами характеризуются значительно более высокой смертностью и, как правило, могут быть определены как «пациенты в критическом состоянии».

Применение современных классификаций в клинической практике помогает хирургам определить оптимальную тактику лечения и выбрать подходящий операционный доступ.

1.3 Хирургическое лечение нестабильных переломов заднего полукольца таза

1.3.1 Наружная фиксация тазового кольца

На данный момент, основной подход к лечению нестабильных переломов таза заключается в активной хирургической тактике и раннем функционально-стабильном остеосинтезе. Оперативное вмешательство направлено на восстановление стабильности задних структур таза и устранение смещения фрагментов.

В начальном этапе лечения неотложной задачей является обеспечение ранней и стабильной фиксации, поскольку это существенно сокращает необходимость в переливании крови, снижает риск системных осложнений, сокращает длительность госпитализации и увеличивает шансы на выживание пациента [86].

Повреждения заднего полукольца таза, сопровождающиеся нестабильностью, часто сочетаются с множественными повреждениями. Для лечения таких пациентов рекомендуется использовать стратегию «damage control

surgery» и «damage-control orthopedics». Данный подход основан на поэтапном хирургическом лечении, начиная с внешней фиксации, а затем проводя отсроченную окончательную фиксацию [10, 104]. Такая концепция является частью различных алгоритмов лечения тяжелых травм, где стабилизация нестабильных переломов таза производится в течение первого часа после госпитализации с применением менее инвазивных методов (например, различные способы наружной фиксации) [50, 110].

Ранняя фиксация на этапе реанимации обеспечивает активизацию пациентов без риска потери репозиции переломов. Это имеет особое значение для пациентов с нестабильными переломами таза, так как достигается значительный противошоковый эффект и создаются оптимальные условия для последующей постепенной и малотравматичной коррекции положения [22].

Исследователи предполагают, что применение наружной фиксации, которая обеспечивает механическую стабильность, может служить как временной, так и окончательной мерой лечения. Некоторые авторы высказывают мнение о возможности использования внешних фиксаторов в качестве окончательного метода лечения, особенно у пациентов с повреждениями мочевого пузыря, уретры или другими противопоказаниями [10].

Исследователями в 2010г. было обнаружено, что частота осложнений составляла 12,4% у пациентов, получавших лечение в течение 24 часов после травмы, по сравнению с 19,7% у тех, кто получал лечение через 24 часа или позже [104]. Эти результаты демонстрируют, что ранняя окончательная фиксация переломов тазового кольца является безопасной даже для гемодинамически нестабильных пациентов и пострадавших с политравмами [30].

Существенное согласие среди исследователей достигнуто относительно нецелесообразности ранней окончательной фиксации тазовых переломов у пациентов в тяжелом состоянии. Это обусловлено сложностью процедуры и высоким риском для пациентов [3, 75]. Большинство авторов сходятся во мнении, что рациональным временем для проведения окончательного

osteosynthesis of the pelvis is a period from the 6th to the 15th day after the injury, provided the patient is in a satisfactory condition [21].

For the achievement of anatomical restoration and stability of unstable fractures of the posterior half of the acetabulum, immediate stabilization is necessary. During emergency assistance to patients with unstable fractures of the pelvic ring of type B and C, many researchers consider that the preferred method is osteosynthesis with an external fixation device. This method ensures simultaneous repositioning and stabilization of the pelvis, has good functionality and the ability to ensure the stability of the fracture [58].

In patients with unstable pelvic injuries, accompanied by significant abdominal bleeding, before laparotomy, an external fixation device is used. This is done to prevent displacement of the fracture and to reduce the bleeding from the pelvis by maintaining the effect of compression, which is ensured by an intact anterior abdominal wall [4].

For the treatment of unstable fractures of the posterior half of the acetabulum, there are various methods, including external fixation with the help of an S-rod or a Ganss hook. One of the advantages of the S-rod is its ability to rotate around its own axis, which ensures convenient access to the abdomen and the inguinal region [83].

Some studies indicate that the primary completion of osteosynthesis of the posterior part of the pelvis in patients with unstable fractures of the pelvic ring with the use of an S-rod and an external fixation device, in the case of a complete rupture of the sacrospinous ligament in the intensive care unit, allows for early activation of patients and reduces the duration of hospital treatment. This fixation method can be used even in patients with unstable hemodynamics, vertical fractures of the sacrum and signs of increasing abdominal bleeding [37].

Раннее выполнение остеосинтеза таза с использованием аппаратов внешней фиксации или С-рамы имеет положительные эффекты, а именно уменьшение объема внутреннего таза, контроль или прекращение кровотечения и снижение болевого синдрома. Стабилизация тазового кольца при нестабильных переломах существенно снижает смертность среди пострадавших. В проведенном исследовании А.М. Файн (2017) было отмечено снижение смертности на 16% в первые сутки, что привело к общему снижению смертности на 2,5%. Однако применение С-рамы при переломах крестца может способствовать к прогрессированию неврологических симптомов [23]. Кроме того, С-рамы обладают ограниченными возможностями по репозиции. Применение С-рамы не рекомендуется при оскольчатых или трансфораминальных переломах крестца, переломах крыла подвздошной кости и переломах типа LC с боковой компрессией [56]. Для достижения задней компрессии при переломах заднего полукольца таза, Sellei и соавторы (2013) предложили два подхода. Первый вариант включает использование бедренного дистрактора в качестве компрессора, обеспечивая нужное сжатие. Вторым методом предполагается модификацию передней рамки, придавая ей форму X (X-frame), чтобы создать заднюю компрессию [8].

Аппараты наружной фиксации широко применяются на профильном клиническом этапе для окончательного остеосинтеза тазового кольца [24]. Эти методы чрескостного остеосинтеза обладают рядом преимуществ: прочная фиксация отломков, надежная функция опоры и движения, а также малая травматичность [8]. Применение аппаратов наружной фиксации в соответствии с общей концепцией остеосинтеза таза позволяет восстановить анатомические взаимоотношения в области симфиза и крестцово-подвздошного сочленения, обеспечивая эффективную репозицию и стабилизацию тазового кольца [49, 37].

Несколько исследователей отмечают, что внешняя фиксация может служить эффективным и окончательным методом лечения повреждений тазового кольца. Для достижения наиболее прочной и стабильной фиксации

отломков рекомендуется использовать аппараты наружной фиксации, такие как «нижний путь» или оригинальная «трёхстержневая компоновка» [8].

Однако, не все специалисты поддерживают использование аппаратов наружной фиксации в качестве окончательного метода остеосинтеза. В литературе отмечаются некоторые недостатки данного подхода, такие как сложность правильной установки стержней, ограниченные возможности репозиции, трудности в обеспечении прочной стабилизации заднего комплекса таза, риск инфицирования места введения стержней и спиц, дискомфорт для пациента, продолжительный срок лечения и высокая частота осложнений [75]. Кроме того, при нестабильных повреждениях таза высок риск вторичного смещения [8].

1.3.2 Открытая репозиция, внутренняя и чрескожная фиксация (малоинвазивный остеосинтез) переломов заднего полукольца таза

Повреждения таза представляют серьезную проблему, требующую эффективного лечения для восстановления функциональности и стабильности пациентов. Одним из стандартных методов лечения при таких повреждениях являются открытая репозиция и внутренняя фиксация [32]. Внутренняя фиксация с открытой репозицией может быть осуществлена различными способами, включая использование нейтрализующих пластин и винтов, чрескожных крестцово-подвздошных винтов, предизогнутых и реконструктивных тазовых пластин, а также LC–DCP пластин и других конструкций [8, 41].

В некоторых случаях, когда имеется односторонняя нестабильность таза, возникающая часто при переломах С-типа, вариантом внутренней фиксации может быть транс-подвздошный внутренний фиксатор (TIFI). Кроме того, у пациентов с переломами, поддающимися минимально инвазивной внутренней фиксации, может быть предпринята попытка ранней открытой репозиции и внутренней фиксации (ORIF), включающая установку подвздошно-крестцовых винтов или пластины на симфиз [110].

В работах, посвященных хирургическому лечению нестабильных повреждений таза, отмечается, что открытая репозиция с внутренней фиксацией эффективно обеспечивает точную фиксацию отломков и восстановление анатомической позиции, что положительно сказывается на анатомо-функциональных исходах лечения [9].

Для фиксации заднего полукольца таза применяются погружные конструкции, которые демонстрируют высокую эффективность при нестабильных переломах. Исследования свидетельствуют об успешном применении погружного остеосинтеза в 95% случаев [21].

Открытая репозиция и внутренняя фиксация имеют некоторые недостатки, которые следует учитывать во время операции. Одним из серьезных негативных аспектов является возникновение дополнительной операционной травмы и значительная потеря крови, особенно проблематичные при тяжелом состоянии пострадавшего [56, 25].

За последние несколько десятилетий было разработано несколько методов реконструктивной фиксации переломов заднего полукольца таза. Среди них используются компрессионная трансакральная или крестцово-подвздошная стяжка, пластины (крестцово-подвздошные, трансподвздошные), винтовая фиксация с использованием илиосакральных винтов и других винтовых конструкций [79], пластино-винтовая фиксация [64] и фиксация с помощью стержня и винта [78]. Кроме того, применяются трансподвздошная поперечная фиксация, пояснично-тазовая фиксация с использованием транспедикулярной системы и триангулярный остеосинтез.

Малоинвазивные способы внутренней фиксации широко используются в современной практике. Клинические исследования свидетельствуют о преимуществах таких подходов к лечению по сравнению с более инвазивными методами остеосинтеза. Эти методы обеспечивают стабильность [60,] и снижают риск общих интра- и послеоперационных осложнений, связанных с открытой хирургией [6]. Кроме того, они уменьшают риск травматизации мягких тканей, гемодинамической нестабильности и нервно-сосудистых повреждений [10, 60].

Использование малоинвазивных методов также снижает риск инфекции и способствует более быстро заживлению, по сравнению с традиционными открытыми методами фиксации [15, 111]. Одно исследование, проведенное Н.Н. Заднепровским и коллегами (2017), показало, что малоинвазивный остеосинтез переломов тазового кольца привел к хорошим функциональным результатам у 67% пациентов [6].

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что традиционная открытая репозиция и внутренняя фиксация пластиной обеспечивают оптимальную анатомическую репозицию и надежную фиксацию при лечении переломов заднего полукольца таза. Несколько изысканий указывают на то, что оба метода, как пластинчатая фиксация крестцово-подвздошного сустава, так и чрескожная фиксация винтами, показывают сопоставимые биомеханические результаты [93].

В исследовании Э.И. Солода и соавторов (2018) отмечается, что для успешной малоинвазивной фиксации повреждений тазового кольца требуются определенные условия. Среди этих факторов можно выделить ранний период, до 1 недели с момента получения травмы, отсутствие мягких тканей между отломками, сохранение контакта между ними, что позволяет проводить закрытую репозицию отломков [43].

Согласно исследованию Y. Lu и его коллег (2020), проведенному для сравнения биомеханических характеристик различных методов лечения повреждений заднего полукольца таза, был выявлен наилучший подход к внутренней фиксации. Они пришли к выводу, что задний триангулярный остеосинтез (РТО - posterior triangular osteosynthesis) является наиболее эффективным методом. Этот метод комбинирует вертикальную и горизонтальную фиксацию, обеспечивая высокий уровень защиты от вертикального смещения поврежденной половины тазового кольца. Авторы исследования отметили, что оптимальной последовательностью внутренней фиксации при повреждении заднего полукольца таза является

модифицированный триангулярный остеосинтез, за которым следуют винтовая фиксация $S_1 + S_2$, фиксация винтом S_1 и фиксация пластиной [60].

Недавние исследования подтверждают эффективность комбинированного использования погружных и внешних методов фиксации при лечении повреждений тазового кольца. Как отмечается А.Ф. Лазаревым и его коллегами (2019), в случае нестабильных повреждений всех связок тазового кольца, рекомендуется применение комплексного подхода, включающего фиксацию переднего и заднего полукольца таза. Результаты исследований также указывают на высокую эффективность такого подхода [46, 25].

Исследование, проведенное И.В. Кажановым и другими хирургами (2020), отмечает, что комплексная операция восстановления в остром периоде травмы, которая включает погружной остеосинтез, непрямую репозицию и ограниченные доступы с созданием межмышечно-фасциального туннеля для имплантов, приводит к положительным анатомо-функциональным результатам у 94,9% пациентов с политравмой. Этот подход рекомендуется для данной категории пациентов, обеспечивая хорошие исходы лечения [30].

Для достижения лучших результатов в анатомической реконструкции и функциональном восстановлении пациентов с повреждениями заднего полукольца таза, многие исследователи предлагают собственные методы хирургического лечения, включающие комбинацию наружной и внутренней фиксации [53, 77]. Они рекомендуют использовать различные комбинации фиксаторов, которые могут повысить стабильность и жесткость конструкции [52]. Такие инновационные подходы направлены на оптимизацию лечения повреждений заднего полукольца таза и улучшение исходов для пациентов.

Согласно многим авторам, использование чрескожных крестцово-подвздошных винтов для стабилизации переломов заднего полукольца таза демонстрирует хороший клинический эффект и является малоинвазивным методом лечения. Этот метод обеспечивает эффективную репозицию перелома и положительные функциональные результаты [69, 72]. Также отмечается снижение количества осложнений, уменьшение интенсивности кровотечения и

болевого синдрома, а также сниженный риск инфекции, что способствует более быстрому восстановлению пациента по сравнению с традиционной внутренней фиксацией с открытым доступом (ORIF) [6].

Результаты биомеханических исследований подтверждают, что крестцово-подвздошная винтовая фиксация заднего тазового полукольца обладает высокой механической прочностью и способна обеспечить надежную стабильность таза [77]. При выборе подвздошно-крестцовых винтов учитываются их различные фиксационные свойства, включая статические и компрессирующие, в зависимости от морфологии повреждения задних структур тазового кольца [13, 17].

Существует дискуссия относительно необходимости имплантации одного или двух крестцово-подвздошных винтов, исходя из функциональных результатов. Например, исследование S.A. Khaled и коллег (2015) не нашла связи между числом имплантированных винтов и функциональным исходом [77]. В другом исследовании, A. Cavalcanti Kußmaul и соавторы (2020), была обнаружена биомеханическая стабильность при использовании двух крестцово-подвздошных винтов, с минимальным смещением переднего и заднего тазового кольца и высокой жесткостью фиксации. Также подтверждена эффективность этого метода при лечении переломов таза типа C [58]. Однако, согласно мнению некоторых хирургов, в большинстве случаев достаточно одного винта для фиксации заднего тазового полукольца [60]. Таким образом, как использование одного винта, расположенного в сегменте S_1 , так и двух винтов, установленных в сегментах S_1 и S_2 , считаются эффективными методами для фиксации повреждений заднего полукольца таза.

В случае переломов крестца типа Denis 1, 2 и разрывов одного крестцово-подвздошного сочленения, проводилась фиксация с использованием двух винтов в сегменте S_1 по стандартной методике, а также переднего аппарата наружной фиксации с прокладкой стержней через надацетабулярную область. Исследователи пришли к выводу, что использование малоинвазивной винтовой фиксации таза и наружной фиксации снижает риски операции и создает условия

для профилактики гипостатических осложнений в раннем постшоковом периоде у стабильных пациентов [61].

Стабилизация крестцово-подвздошным винтом является сложной процедурой лечения. Существуют риски, связанные с этой техникой, которые включают неправильное позиционирование винта, что способствует к неврологическим или сосудистым повреждениям [92]. Также возможны реже встречающиеся осложнения в урогенитальной области. Неправильное положение винта может привести к повышенному уровню отказа имплантата, что, в свою очередь, повлечет за собой необходимость повторной операции, которая возможна в том случае, когда позволит физиологическое состояние пациента [70].

Опираясь на последние данные в литературе, перкутанный остеосинтез канюлированными винтами показал высокую эффективность в лечении переломов тазового кольца с нарушением его целостности. Остеосинтез с применением илеосакральных канюлированных винтов для фиксации заднего полукольца таза оказывается менее травматичным и сопровождается меньшим числом осложнений по сравнению с традиционными хирургическими вмешательствами [77].

Фиксация костей таза с использованием чрескожных винтов обеспечивает надежную стабильность, что позволяет пациентам начать ходить уже в первые дни после операции [14]. Процедура чрескожной фиксации включает в себя комбинацию методов закрытой и открытой репозиции, а также может быть выполнена в индивидуальном порядке. Клинические исследования подтверждают безопасность и эффективность чрескожных винтов, что подтверждает множество опубликованных научных работ [75].

На основании современных данных, для достижения эффективной репозиции и стабильной фиксации заднего комплекса таза, наиболее предпочтительным методом является минимально инвазивный остеосинтез с использованием транскутаных винтов. Этот метод позволяет обеспечить раннюю функциональность пациентов. Исследование, проведенное И.В.

Круглых (2019), подтверждает, что при остеосинтезе тазового кольца у пациентов с повреждениями типа В и С, за исключением пояснично-крестцовой диссоциации, предпочтительным методом является использование транскутанных илеосакральных винтов вместо аппаратов наружной фиксации. Этот подход связан со снижением общей частоты осложнений на 11,8% и локальных осложнений на 29,8%. Кроме того, отмечается улучшение функции мочеиспускания (снижение на 2,8 балла) и более успешное регрессирование неврологических осложнений [21].

Результаты исследования, проведенного А.В. Бондаренко и соавторами (2018), демонстрируют десятилетний опыт применения минимально инвазивного остеосинтеза (МИО) заднего комплекса таза с использованием канюлированных винтов. В 66,0% случаев не проводилась фиксация переднего комплекса, в то время как в 34,0% случаев был выполнен его дополнительный остеосинтез с использованием аппаратов наружной фиксации, пластин и винтов. Оценка результатов по шкале Majeed показала, что 41,4% результатов были отмечены как отличные, 28,9% - как хорошие, 25,7% - как удовлетворительные, и только 3,9% - как плохие. Анализ обработки повреждений заднего полукольца таза при политравме с применением метода МИО подтверждает высокую эффективность этого метода у пострадавших [24].

А.К. Дулаев и соавторы (2017) рассмотрели метод малоинвазивной пояснично-тазовой фиксации для восстановления поврежденных задних структур таза. Для этой цели использовались транспедикулярные винты, как в отдельности, так и в сочетании с илиосакральными винтами. Исследование показало, что применение транспедикулярных систем приводит к хорошим анатомо-функциональным результатам лечения у пациентов с вертикально-нестабильными повреждениями тазового кольца [77].

В результате исследовательской работы, проведенной М.Ю. Макуриным и его коллегами в 2018 году, выявлено, что ранняя активизация, активная реабилитация и малоинвазивный остеосинтез способствуют улучшению результатов лечения повреждений костей таза. Эти методы приводят к более

частому восстановлению анатомии таза, снижению болевых ощущений и сохранению активности на уровне, соответствующем состоянию до получения травмы. Особое внимание уделено пациентам с повреждениями костей таза типа В3 и С2, где применяется комбинированный подход, включающий остеосинтез илеосакральными канюлированными винтами и фиксацию передних отделов таза стержневыми аппаратами внешней фиксации [39].

Существуют некоторые недостатки, связанные с минимально-инвазивным остеосинтезом (МИО). Одной из проблем является возможная потеря репозиции пластин (их миграция и перелом), а также повреждение близлежащих сосудов и нервов, что может оказывать негативное воздействие на процесс послеоперационного восстановления. Исследователи Y. Lu и его коллеги (2020) отмечают, что пластину фиксируют только на двух концах подвздошной кости, а не напрямую на крестце. В случае травмы крестцово-подвздошного сустава фиксирующая пластина предотвращает только разделение двух концов подвздошной кости и оказывает очень ограниченное влияние на стабильность заднего полукольца таза [60].

Улучшенным методом хирургического лечения является навигация под контролем компьютерной томографии (КТ), которая позволяет достичь более точного позиционирования винтов с использованием 3D-изображений. Этот метод широко применяется в хирургии переломов таза для установки транспедикулярных винтов и обеспечивает высокое качество визуализации [24]. Применение навигации под контролем 3D-КТ в операционной позволяет получить более подробное изображение, что делает его предпочтительным вариантом для точного позиционирования винтов и одновременного сохранения минимальной инвазивности операции [39].

Новым методом малоинвазивного лечения повреждений тазового кольца является роботизированная хирургия. Исследователи H.S. Liu и его коллеги (2019) сообщили о применении роботизированной чрескожной канюлированной винтовой фиксации крестцово-подвздошного сустава для лечения травм заднего тазового кольца. Результаты показали, что послеоперационные раны зажили с

хорошим положением и точностью введения винтов. Этот метод обладает меньшей инвазивностью и редкими осложнениями, а также достигает высокого уровня успеха при односторонней установке винта и достаточно хорошими клиническими результатами. Авторы отмечают, что необходимо тщательно выбирать показания и хирургическую стратегию, обладать высоким уровнем хирургической техники и стандартизированными операционными процедурами, чтобы предотвратить возникновение хирургических осложнений [98].

Материалы, представленные в литературе, указывают на то, что степень тяжести состояния пациентов при травме заднего полукольца таза является фактором, определяющим необходимость и срочность хирургического вмешательства [27, 51]. Концепция хирургии травм тазового кольца постоянно развивается, и подходы к хирургическому лечению постепенно смещаются от традиционной открытой репозиции и внутренней фиксации к более малоинвазивным методам внутренней фиксации. Однако, несмотря на существующий консенсус относительно необходимости хирургического вмешательства при нестабильных переломах заднего полукольца таза, мнения специалистов о выборе оптимальной тактики лечения варьируются на различных этапах специализированной помощи [62]. Поэтому важно найти своевременные и адекватные решения, оптимальные методы и средства стабилизации таза, что требует дальнейшего исследования [14].

1.3.3 Факторы, способствующие развитию посттравматических осложнений у пациентов с переломами заднего полукольца таза

У пациентов, страдающих от переломов заднего полукольца таза, посттравматические осложнения оказывают значительное влияние на лечение и процесс реабилитации. Эти осложнения могут стать одной из причин инвалидности и существенно ухудшить качество жизни пострадавших. Несмотря на использование современных методов лечения, количество осложнений остается высоким, поэтому необходимо изучение конкретных причин недостаточно удовлетворительных результатов лечения. Такой подход

позволит разработать меры для улучшения эффективности лечения и профилактики осложнений [57].

Результаты исследований, представленные в литературе, указывают на высокую частоту неудовлетворительных результатов лечения пациентов с переломами таза, которая колеблется от 20% до 38,5% [82]. Одним из важных аспектов исследований является изучение причин, которые приводят к возникновению осложнений после оперативного вмешательства. Согласно проведенным исследованиям, у пациентов с переломами заднего полукольца таза после хирургического лечения могут возникать как общие, так и местные посттравматические осложнения. А.М. Файн и его коллеги (2017) отмечают, что среди общих осложнений встречались пневмония ($n=8$; 5,4%), тромбоз вен нижних конечностей ($n=18$; 12,2%) и цистит ($n=11$; 7,4%). Касательно местных осложнений, воспаление мягких тканей вокруг винтов аппарата наружной фиксации наблюдалось в 23 случаях (15,5%). Большинство случаев воспаления удалось успешно контролировать с помощью терапевтического лечения, однако в 4 случаях (2,7%) была потеря стабильности фиксации, требующая удаления винта и его повторной установки [39].

Согласно проведенному исследованию Y.C. Yoon и коллег (2021), в процессе лечения возникали различные осложнения, включая респираторные заболевания, такие как пневмония, острый респираторный дистресс-синдром, а также тромбоз глубоких вен и тромбоэмболию легочной артерии [93]. Аналогичные случаи ранних осложнений также были отмечены в работе Н.В. Загороднего и соавторов (2020), ссылающихся на свои данные, где были выявлены посттравматический асептический некроз головки бедренной кости и посттравматический коксартроз в отдаленном периоде [81]. Исследование M.S. Broggi и коллег (2021) подчеркивает повышенный риск развития тромбоэмболии легочной артерии в первые 30 дней после операции и тромбоза глубоких вен в течение 90 дней после оперативного вмешательства [68]. Кроме того, исследование J.W. Kim и соавторов (2014) выявило, что пациенты старше 50 лет имеют более высокий риск развития венозной тромбоэмболии ($p = 0,032$),

поэтому авторы рекомендуют соблюдать особую осторожность при лечении высокоэнергетических травм тазового кольца у пожилых пациентов [39].

Различные исследования однозначно подтверждают прямую связь между степенью тяжести полученной травмы и неудовлетворительными результатами лечения. В работе N. Frane и соавторов (2020) отмечается, что пациенты с осложнениями характеризовались более пожилым возрастом и более высокими показателями травматической тяжести [97]. Аналогичные выводы были сделаны в исследовании H. Vanierink и коллег (2019), которые также выявили возраст, тип перелома и тяжесть травмы как независимые факторы риска развития посттравматических деформаций таза [91]. Важно указать, что, кроме того, характер повреждения тазовых костей и наличие сопутствующих травм других органов и систем оказывают существенное влияние на исходы лечения [19].

Результаты исследования, проведенного G. Ochenjele и соавторами (2018), включали анализ лечения 913 пациентов с нестабильными переломами тазового кольца. Средний возраст пациентов составлял 39 лет. Наиболее распространенными причинами, требующими повторных операций, были инфекция (8%) и нарушение фиксации (6%). Отмечается, что тяжесть повреждений тазового кольца и внутренних органов малого таза, а также повреждения брюшной полости являются предикторами осложнений. Важно отметить, что во многих случаях эти осложнения неизбежны, несмотря на применение современных стратегий лечения [94].

Недочёты в процессе обследования и лечения может значительно повлиять на показатели посттравматических осложнений. Особенно сложно диагностировать повреждения крестцово-подвздошных сочленений, так как они часто проявляются неоднозначными симптомами. Клиническая картина может быть полиморфной при сочетанных травмах, а также сопровождаться шоком и значительной потерей крови, что затрудняет точную диагностику и приводит к ошибкам в распознавании повреждений заднего полукольца таза [65].

Одной из причин неудовлетворительных исходов лечения перелома заднего полукольца таза служит неполная репозиция. Повреждения крестцово-

подвздошного сочленения не всегда явно видны на стандартных рентгенограммах, что иногда приводит к неправильному выравниванию и остаточному смещению. Это в свою очередь может вызвать посттравматический артроз и появление хронической боли [59]. Для более точного определения заднего смещения, некоторые авторы рекомендуют использовать компьютерную томографию. Нехватка систематического рентгеновского контроля в процессе лечения также может способствовать вторичному смещению фрагментов [19].

Отсутствие или недостаточная продолжительность иммобилизации является ещё одним обстоятельством, способствующего возникновению неблагоприятных результатов. Многие авторы отмечают важность этого фактора в развитии нежелательных исходов. Недостаточная репозиция, неправильное сопоставление и перерастяжение в области перелома приводят к нарушению контакта между отломками и невозможности их полноценной репозиции, что затрудняет процесс регенерации и рассматривается как неблагоприятное последствие переломов [88Error! Reference source not found.].

Выбор оптимального метода для остеосинтеза нестабильных повреждений заднего полукольца таза представляет существенные трудности даже при использовании современных технологий и различных типов металлических конструкций. Изыскания в научной литературе указывают на значительное влияние ошибок при выборе метода лечения на характер и частоту возникновения осложнений [39]. В проведенных исследованиях М.Ю. Макурина и соавторов в 2018 году отметили, что 40,0% пациентов столкнулись с осложнениями, при этом 30,0% из них связаны с проведением хирургического вмешательства, включая инфекционные осложнения и миграцию металлических конструкций. Тем не менее, во всех случаях осложнения были успешно устранены [39, 36].

Р. Vakhshayesh и его коллеги (2018) указывают на высокую частоту повторных операций (22%), что соответствует данным других исследований [94]. Вывод авторов заключается в том, что более тщательное планирование

перед операцией и точная визуализация в процессе операции могли бы существенно сократить необходимость повторных вмешательств [110].

Особое внимание авторы уделяют прямой связи между временем оперативного вмешательства и положительными результатами. Проведение перкутанного остеосинтеза задних отделов таза в течение первых 3-х недель после получения травмы демонстрирует лучшие исходы по сравнению с более поздним вмешательством (70% против 55%) [19].

При обсуждении политравмы, Ю.Г. Шапкин и соавторы (2017) подчеркивают, что ранние операции остеосинтеза при нестабильных переломах костей таза, хотя и являются неотъемлемой частью лечения, могут приводить к прогрессированию воспалительной реакции, развитию системных осложнений и полиорганной недостаточности. Риск возникновения этих осложнений зависит от различных факторов, а именно от сроков выполнения операции, метода остеосинтеза, тяжести повреждений, общего состояния пациента, возраст и наличие сопутствующих патологий, таких как травма груди и черепно-мозговая травма. В свете вышеизложенного, авторы отмечают необходимость дальнейших исследований и разработки клинических концепций, которые способствуют эффективному лечению пациентов с политравмой и скелетными повреждениями [97]. Кроме того, отмечается, что ранняя стабилизация переломов таза и последовательное хирургическое вмешательство существенно снижают осложнения в острой стадии и улучшают функциональную активность пациентов [60].

Имеются данные, указывающие на влияние хирургической техники на частоту осложнений. Определенные факторы, такие как метод фиксации, тип фиксирующих винтов и пластин, оказывают влияние на развитие различных осложнений [97, 60, 5].

Исследования, проведенные как клинические, так и биомеханические, указывают на возможность возникновения опасных осложнений при использовании наружной фиксации [19]. Этот метод ограничен в обеспечении достаточной стабилизации и не способствует достижению анатомической

репозиции. Повреждения типа С и типа В, также известные как "открытая книга" с разрывом симфиза, часто сопровождаются значительным вторичным смещением [60].

Для предотвращения нестабильности при использовании аппарата внешней фиксации необходимо строго соблюдать последовательность этапов установки стержней. Важно отметить, что применение аппаратов наружной фиксации сопряжено с высоким риском развития инфекционных осложнений в окружающих мягких тканях, где устанавливаются стержни и спицы [60]. Особенно высокая вероятность инфекционных осложнений наблюдается при повреждениях типа С, а также при билатеральных повреждениях заднего комплекса с преимущественным поражением связочного аппарата ($p < 0,05$) [97].

В послеоперационном периоде остеосинтеза переломов заднего полукольца таза возникают различные осложнения, включая инфекционные проблемы, которые неотъемлемы для подобных хирургических вмешательств. Открытая репозиция и внутренняя фиксация переломов часто ассоциируются с высоким риском инфекционных осложнений. На задних доступах к крестцово-подвздошным суставам и крестцу обнаруживается в среднем 25% случаев местных инфекций. В частности, неблагоприятные условия возникают при использовании малых крестцово-подвздошных пластин или трансподвздошной пластины для фиксации. Лечение местной инфекции проводят с помощью комплексной противовоспалительной терапии [5].

При использовании пояснично-тазовой фиксации для вертикально-нестабильных повреждений задних структур тазового кольца встречаются следующие осложнения, описанные в литературе: затрудненное заживление перелома и возникновение ложного сустава, потенциальное повреждение корешка нерва L5 в результате хирургического вмешательства, а также значительное наклонение позвонка L5 из-за дистракции в сочленении L5-S1 на стороне фиксации (в случае односторонней конфигурации пояснично-тазовой фиксации) [97].

При использовании крестцовых винтов-стяжек возникает риск чрезмерной компрессии задних структур таза, что может привести к потере гибкости тазового кольца. Исследование, проведенное А.П. Хапилиным и соавторами в 2018 году, выявило осложнения, такие как потеря стабильности фиксации, нарушение репозиции и развитие инфекции, у 9% пациентов. Большинство осложнений наблюдалось в группе пациентов с вертикально-нестабильными переломами таза типа С3 [9, 36].

Нестабильные переломы заднего полукольца таза являются одними из самых серьезных и опасных травматических повреждений. Они сопровождаются высоким уровнем тяжести и часто затрагивают работоспособных людей. Смертность в таких случаях остается высокой, особенно при наличии гемодинамической нестабильности, а послеоперационные осложнения встречаются довольно часто. Для успешного лечения таких пациентов необходимо точно определить характер и степень повреждения через правильную диагностику. Главная цель терапии заключается в восстановлении стабильности задних структур таза и достижении хороших функциональных результатов как можно раньше после операции. Однако, до сих пор нет четких руководящих принципов, и остаются нерешенными вопросы относительно выбора тактики и методов хирургического вмешательства. Всё это подчеркивает необходимость поиска новых эффективных подходов для решения этой сложной проблемы.

ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

2.1 Общая характеристика пациентов

За период с 2015 по 2022 годы было проведено исследование лечения 159 пациентов с травмой таза в возрасте от 15 до 89 лет ($\mu = 45.86$ лет). Из них 80 женщин, 79 мужчин. Пациенты были разделены на 4 возрастные группы, 1 группа от 15 до 44 лет, 2 группа от 45 до 59 лет, 3 группа от 60 до 74 лет и 4 группа свыше 75 лет (Таблица 1).

Таблица 1 - Распределение пациентов по полу и возрасту

Пол пациентов	15-44 лет		45-59 лет		60-74 лет		75+ лет		Всего	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Женщины	35	22,01	14	8,8	22	13,84%	8	13,84%	79	49,69%
Мужчины	47	29,56	23	14,47	5	3,14%	5	3,14%	80	50,31%
Всего	82	51,57	37	23,27	27	16,98%	13	8,18%	159	100%

Примечание: по данным таблицы видно, что 75% пациентов приходится на молодой и средний возраст.

Следует отметить, что в группах пациентов до 59 лет преобладают пациенты мужского пола, что связано с более активным образом жизни и тем, что мужчины чаще работают на тяжелых производствах и их работа чаще связана с риском повреждений. В группе пациентов старше 60 лет начинают доминировать женщины, что связано большей подверженностью женщин остеопорозу. Также основной причиной в старших возрастных группах начинает доминировать низкоэнергетическая травма.

Травма таза у исследованных пациентов сочеталась со следующими повреждениями: с травмой грудной клетки в у 45 (28.3%) пациентов, травмой головы у 27 (16.98%) пациентов, травмой шейного отдела позвоночника у 6 (3.77%) пациентов, травмой грудного отдела позвоночника у 11 (6.92%) пациентов, травмой поясничного отдела позвоночника у 33 (20.75%) пациентов, переломом бедра у 24 (15.9%) пациентов, переломом костей голени у 19 (11.95%) пациентов, переломом костей стопы у 14 (8.81%) пациентов, травмой плеча и

плечевого пояса у 21 (13.21%) пациентов, переломом костей предплечья у 18 (11.32%) пациентов, переломом костей запястья и кисти у 10 (6.29%) пациентов, травмой органов брюшной полости у 7 (4.4%) пациентов, разрывом мочевого пузыря и уретры у 9 (5.66%) пациентов (Рисунок 1).

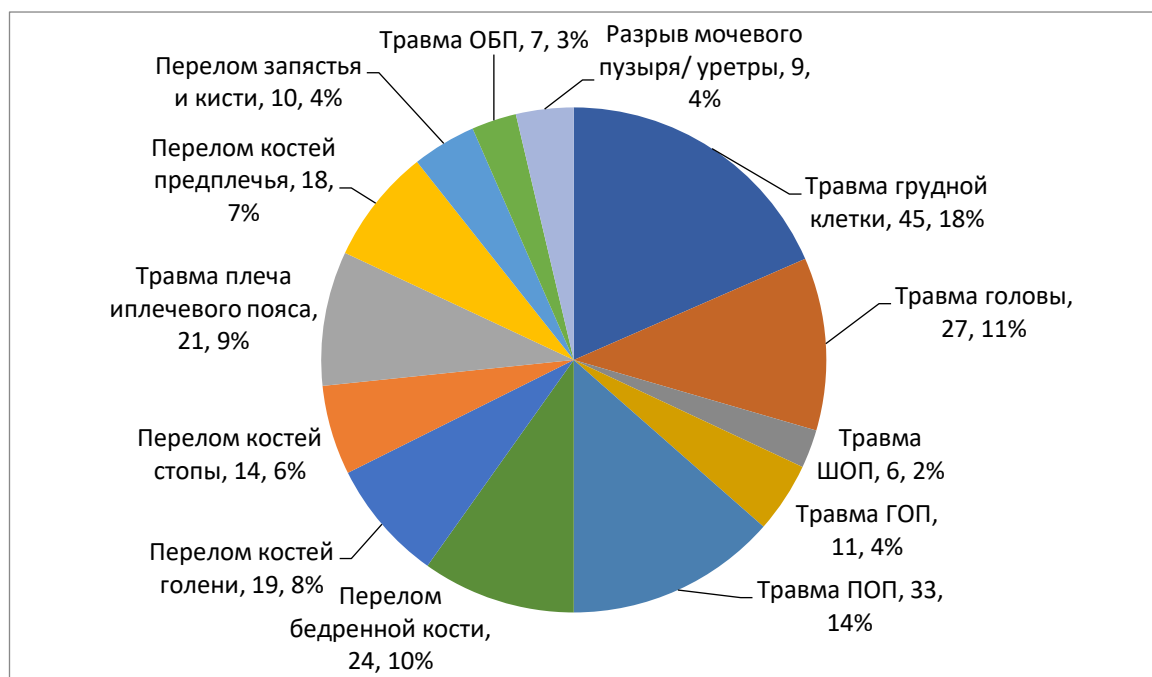


Рисунок 1 - Сопутствующие травме таза повреждения.

Структура травмы таза: односторонний перелом лонной кости у 92 (57.86%) пациентов, двусторонний перелом лонной кости у 36 (22.64%) пациентов. Односторонний перелом седалищной кости у 93 (58.49%) пациентов, двусторонний перелом седалищной кости у 23 (14.47%) пациентов. Односторонние переломы крестца у 107 (67.3%) пациентов, двусторонние переломы крестца у 23 (14.47%) пациентов. Разрыв КПС у 11 (6.92%) пациентов. Сочетание перелома крестца и разрыва КПС у 18 (11.32%) пациентов, перелом подвздошной кости у 36 (22.64%) пациентов, разрыв симфиза у 15 (9.43%) пациентов. Перелом вертлужной впадины у 29 (18.24%) пациентов (Рисунок 2).

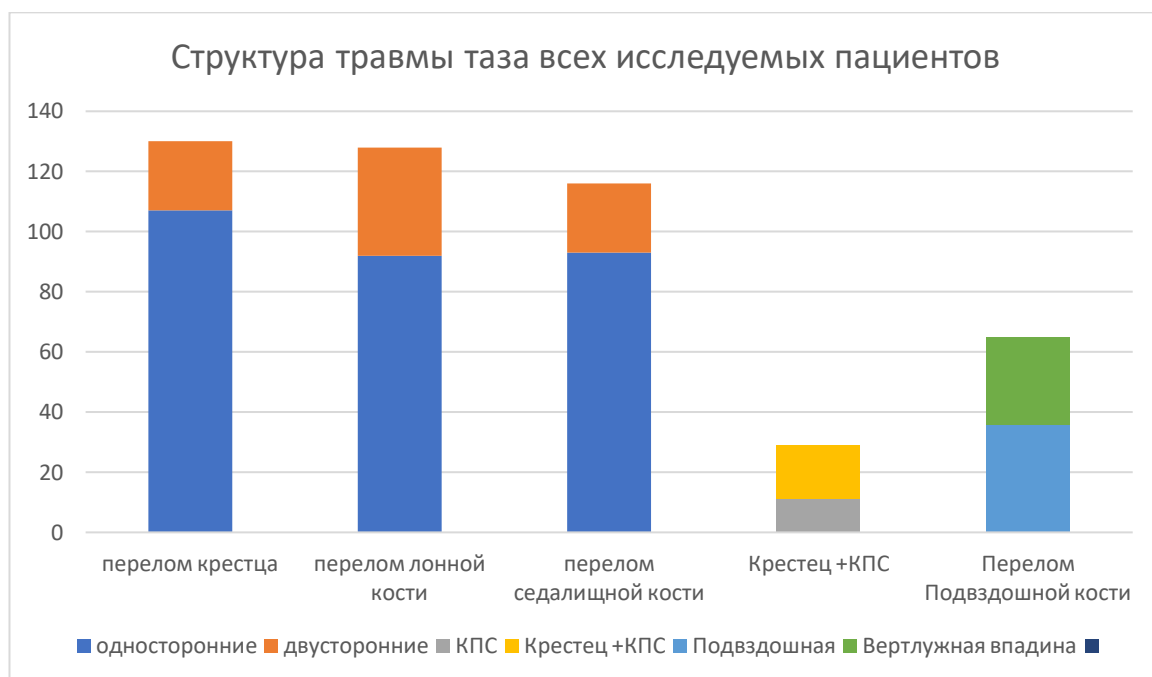


Рисунок 2 - Структура травмы таза всех исследуемых пациентов.

В структуре переломов крестца повреждения распределились следующим образом: переломы крестца в зоне Denis 1 – встречались у 66 (41.51%) пациентов, Denis 2 у 65 (40.88%) пациентов, Denis 3 у 22 (13.84%) пациентов.

Односторонние переломы крестца распределились следующим образом: Denis 1 – 59 (37.1%) пациентов, Denis 2 – 44 (27.67%) пациентов, Denis 3 (3.77%) – 6 пациентов. Двусторонние переломы крестца: Denis 1 – 7 (4.4%) пациентов, Denis 2 – 19 (11.95%) пациентов, Denis 3 – 16 (10.06%) пациентов (Таблица 2, Рисунок 3).

Таблица 2 - Повреждения крестца по классификации Denis

Односторонние переломы крестца						Двусторонние переломы крестца					
Denis 1		Denis2		Denis 3		Denis 1		Denis2		Denis 3	
абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
59	37,1	44	27.76	6	3.77	7	4.4	19	11.95	16	10.06

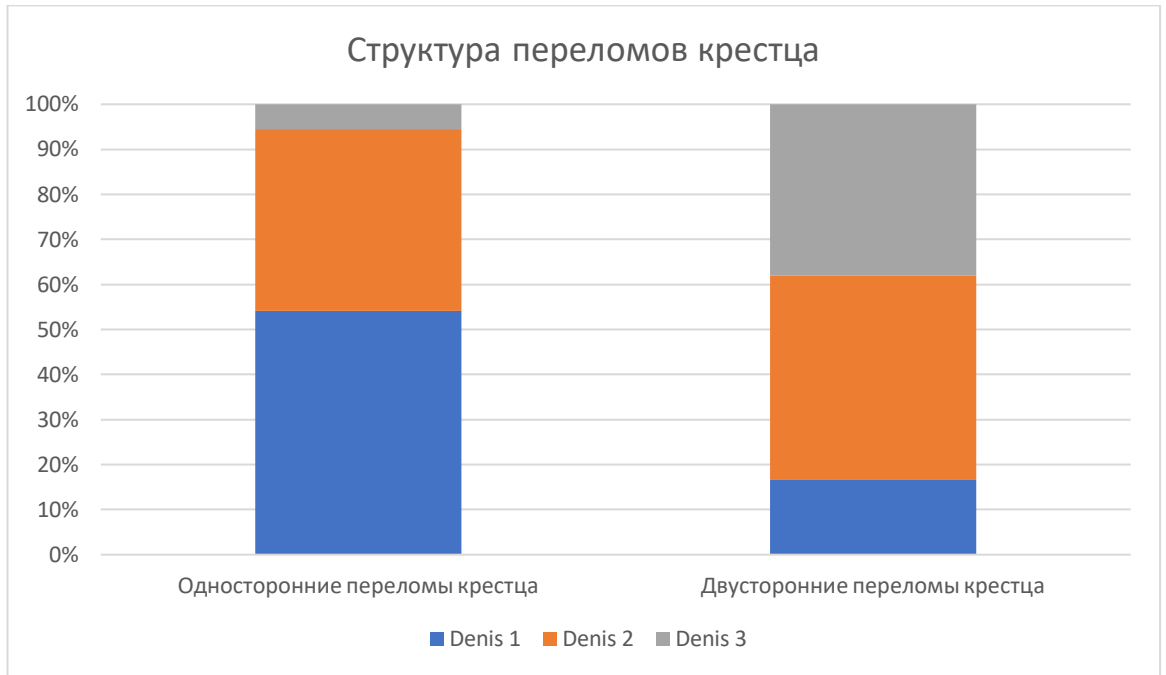


Рисунок 3 - Структура переломов крестца.

У 36 (22.64%) пациентов повреждения крестца пролечены консервативно. 75 (47.17%) пациентам произведена фиксация перелома костей таза в АНФ. 25 (15.72%) пациентам АНФ использован как вариант окончательной стабилизации тазового кольца. 16 (10.06%) пациентам произведена конверсия из противошокового АНФ в окончательный АНФ. 18 (11.32%) пациентам произведена конверсия АНФ в малоинвазивную илеосакральную фиксацию винтами. 16 (10.06%) пациентам произведена конверсия АНФ в двустороннюю позвоночно-тазовую фиксацию. 4 (2.52%) пациентам выполнена двусторонняя позвоночно-тазовая фиксация без первичной стабилизации в АНФ. Остеосинтез заднего полукольца илеосакральными винтами выполнен 41 (25.79%) пациенту, из них 5 (3.14%) пациентам выполнена двусторонняя фиксация. Остеосинтез крестца трансподвздошными пластинами выполнен 7 (4.4%) пациентам (Рисунок 4).

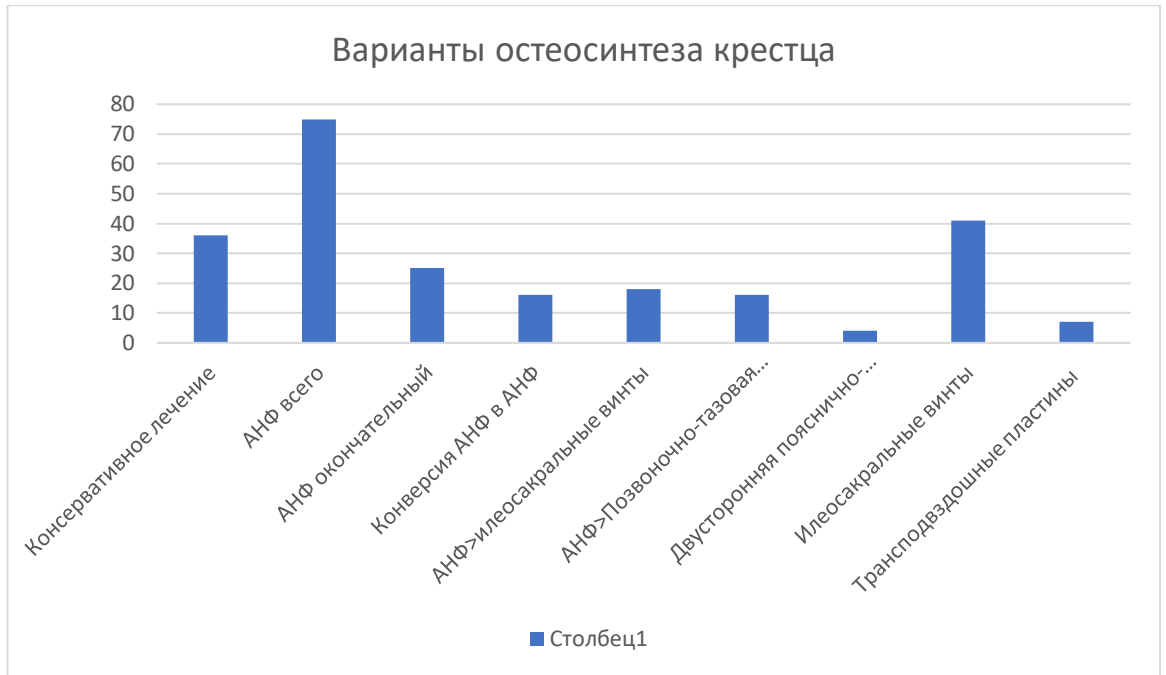


Рисунок 4 - Структура вариантов остеосинтеза крестца.

В группе пациентов в возрасте от 15 до 44 лет 82 (51.57%) пациента из них 47 мужчин, 35 женщин. Из которых пролечены консервативно 8 пациентов, илеосакральная фиксация винтами выполнена 31 пациенту, трансподвздошные пластины использованы у 4 пациентов, АНФ использовался как первично-окончательный вариант стабилизации у 14 пациентов, конверсия АНФ в илеосакральную фиксацию выполнена у 13 пациентов, конверсия протившокового АНФ в окончательную фиксацию в АНФ произведена у 5 пациентов, пояснично-тазовая фиксация выполнена 2 пациентам, конверсия из АНФ в позвоночно-тазовую фиксацию выполнена 10 пациентам.

В группе пациентов от 45 до 59 лет, 37 (23.27%) пациентов, из них 14 женщин и 23 мужчины. Пролечены консервативно 5 пациентов. Остеосинтез илеосакральными винтами выполнен 7 пациентам. Трансподвздошная фиксация пластинами выполнена 2 пациентам. АНФ использован как первично-окончательный остеосинтез у 7 пациентов. Протившоковый АНФ переведен в окончательную фиксацию в АНФ у 4 пациентов. АНФ конверсия в фиксацию илеосакральными винтами выполнена у 2 пациентов. Позвоночно-тазовая

фиксация выполнена 1 пациент. Конверсия АНФ в пояснично-тазовую фиксацию выполнена 3 пациентам.

В возрастной группе пациентов от 60 до 74 лет, 27 (16.98%) пациентов (22 женщины и 5 мужчин). Пролечены консервативно 9 пациентов. Илеосакральная фиксация канюлированными винтами выполнена 3 пациентам. Трансподвздошная фиксация 1 пациент. Первично-окончательная фиксация в АНФ у 4 пациентов. Конверсия протившокового АНФ в окончательный у 3 пациентов. Конверсия фиксации из АНФ в илеосакральную фиксацию винтами выполнена 2 пациентам. Позвоночно-тазовая фиксация выполнена 1 пациенту. Конверсия из АНФ в позвоночно-тазовую фиксацию выполнена 3 пациентам.

В возрастной группе пациентов старше 75 лет, 13 (8.18%) пациентов, из них 8 женщин и 5 мужчин. Все пациенты данной возрастной группы пролечены консервативно (Таблица 3, Рисунок 5).

Таблица 3 - Варианты фиксации крестца по возрастным группам

Метод лечения	Количество пациентов по возрастным группам									
	15-44		45-59 т		60-74		75+		Всего	
	абс.	%	абс	%	абс	%	абс	%	абс	%
Консервативное лечение	3	3,7	5	13,5	9	33,3	13	100,0	30	18,9
Илеосакральная фиксация винтами	31	37,8	13	35,1	4	14,8	0	0	48	30,2
Трансподвздошная фиксация пластинами	4	4,9	2	5,4	1	3,7	0	0	7	4,4
Первично-окончательный АНФ	14	17,1	7	18,9	4	14,8	0	0	25	15,7
Конверсия АНФ в АНФ	5	6,1	4	10,8	3	11,1	0	0	12	7,5
Конверсия АНФ в илеосакральную фиксацию	13	15,9	2	5,4	2	7,4	0	0	17	10,7
Позвоночно-тазовая фиксация	2	2,4	1	2,7	1	3,7	0	0	4	2,5
Конверсия АНФ в позвоночно-тазовый фиксатор	10	12,2	3	8,1	3	11,1	0	0	16	10,0
	82	100,0	37	100,0	27	100,0	13	100,0	159	100,0

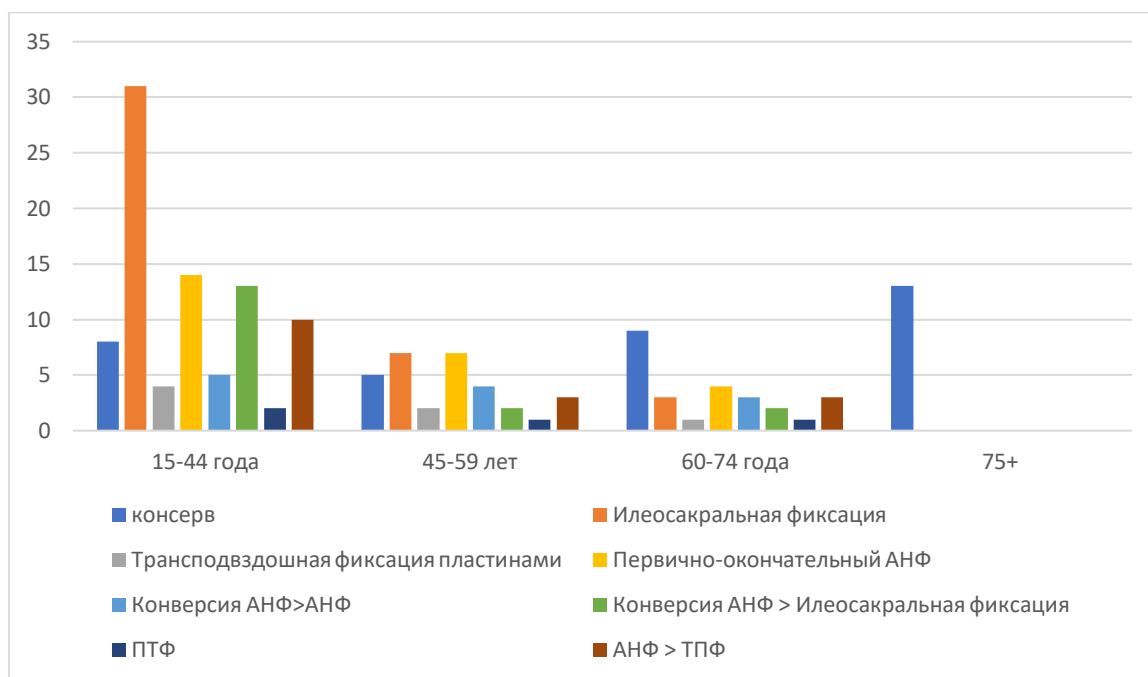


Рисунок 5 - Варианты фиксации крестца по возрастным группам.

Пациенты, пролеченные с использованием двусторонней пояснично-тазовой фиксации, были отобраны в исследование в качестве основной группы. Всего 20 пациентов. Пациенты пролеченные консервативно (36 человек), исключены из исследования. Следующими из исследования исключены пациенты, пролеченные с использованием илеосакральной фиксации канюлированными винтами (41 пациент) и пациенты, пролеченные с использованием трансподвздошной фиксации пластинами (7 пациентов). Данная группа пациентов исключена в связи с отсутствием признаков вертикальной и ротационной нестабильности повреждений таза. В результате чего в качестве группы сравнения были отобраны 37 пациентов пролеченные с использованием АНФ в качестве окончательного варианта стабилизации. Из отобранных пациентов группы сравнения 9 отказались от участия и 7 пациентов перестали выходить на связь и появляться на контрольные осмотры.

Итого был отобран за период с 2015 по 2022 годы 41 пострадавший с повреждениями заднего полукольца таза, характеризующимися вертикальной и ротационной нестабильностью. Основная группа состояла из 20 пациентов (9 мужчин и 11 женщин) среднего возраста 42,6 года. Группа сравнения включала

21 пациента (15 мужчин и 6 женщин) со средним возрастом 43,2 года (Таблица 4).

Таблица 4 - Возрастная характеристика пациентов основной группы и группы сравнения

Возраст	18-44 лет, молодой возраст	45-59 лет, средний возраст	60-74 лет, пожилой возраст	Всего:
Женщины	9 (22%)	4 (9,7%)	3 (7,3%)	16 (39%)
Мужчины	14 (34%)	8 (19,7%)	3 (7,3%)	25 (61%)
Всего	23 (56%)	12 (29,4%)	6 (14,6%)	41 (100%)

Структура травм у пациентов основной группы включала сочетание повреждений таза с другими повреждениями. Из 20 пациентов основной группы, 11 (55%) имели сопутствующую травму грудной клетки, 6 (30%) – травму головы, 4 (20%) – травму шейного отдела позвоночника, 5 (25%) – травму грудного отдела позвоночника, 10 (50%) – травму поясничного отдела позвоночника, 2 (10%) – перелом бедра, 7 (35%) – перелом костей голени, 6 (30%) – травму костей стопы, 3 (15%) – перелом вертлужной впадины, 4 (20%) – перелом костей плечевого пояса и плеча, 5 (25%) – травму предплечья, 2 (10%) – перелом костей кисти, 3 (15%) – травму органов брюшной полости, и 3 (15%) – разрыв мочевого пузыря и уретры (Рисунок 6, 8).

У пациентов группы сравнения также присутствовала комбинация травм таза с другими травмами. Из 21 пациента группы сравнения, 9 (43,2%) имели сопутствующую травму органов грудной клетки, 5 (24%) – травму головы, 1 (4,8%) – травму шейного отдела позвоночника, 1 (4,8%) – травму грудного отдела позвоночника, 5 (24%) – травму поясничного отдела позвоночника, 3 (14,4%) – перелом бедренной кости, 2 (9,6%) – перелом костей голени, 3 (14,4%)

– травму костей стопы, 3 (14,4%) – травму вертлужной впадины, 4 (19,2%) – перелом костей плечевого пояса и плеча, 2 (9,6%) – травму костей предплечья, 1 (4,8%) - травму костей кисти, 3 (14,4%) – травму органов брюшной полости, и 5 (24%) – разрыв мочевого пузыря и уретры (Рисунок 7, 8).



Рисунок 6 - Структура сочетания травмы пациентов основной группы.



Рисунок 7 - Структура сочетания травмы пациентов группы сравнения.

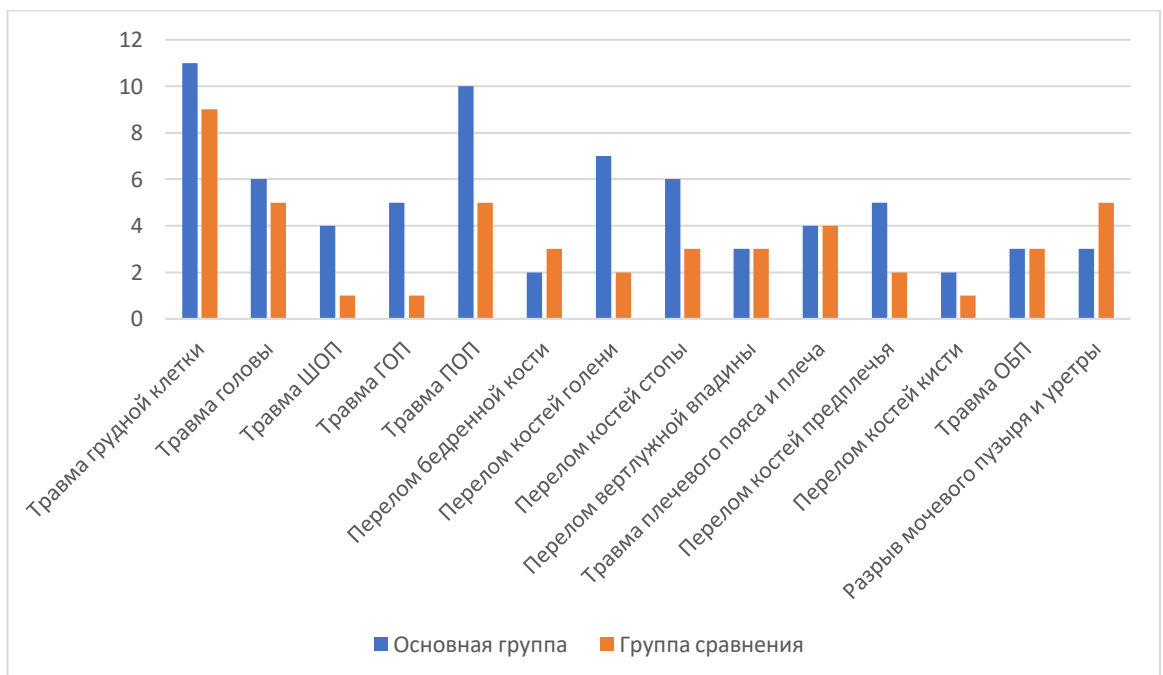


Рисунок 8 - Сравнение сопутствующих повреждений основной и контрольной группы.

Тяжесть повреждений тазового кольца в обеих сравниваемых группах определяли по классификации АО/ОТА. Диагностика пациентов с политравмами осуществлялась с помощью рентгенографии (специализированные укладки), УЗИ и пан-КТ. Для рентгенографии нами использовался аппарат рентгенографический цифровой АРЦ «ОКО». УЗИ исследование проводилось на аппарате Sonoscare S 8. Для проведения РКТ использовался аппарат PHILIPS, 5000 series, 64 st.

Средняя продолжительность пребывания в стационаре составляла от 12 до 66 дней для пациентов основной группы, со средним значением 27,95 дня. Для пациентов группы сравнения, средняя продолжительность пребывания в стационаре составляла от 7 до 47 дней, со средним значением 20,3 дня.

2.2 Биомеханическое обоснование пояснично-тазовой фиксации при односторонних нестабильных переломах крестца

В ГКБ №7 г. Казани была проведена апробация биомеханической модифицированной тактики фиксации пояснично-тазовых переломов крестца при односторонних нестабильных повреждениях. Этот метод был разработан на базе кафедры травматологии и ортопедии, хирургии экстремальных состояний ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России.

Основой разработки варианта фиксации при односторонних нестабильных переломах крестца (Патент РФ №2684870) послужили проведенные биомеханические расчеты [45].

2.2.1 Биомеханическая оценка стабильности вариантов фиксации

Расчеты дизайна фиксирующих элементов основаны на научных статьях и других источниках, включая рентгеновские снимки. При рассмотрении различных вариантов пояснично-тазовой фиксации, в том числе треугольной фиксации, обнаружено отклонение продольной балки от оси нагрузки в диапазоне 30-35°. Взяв за основу то, что угол между осью нагрузки и продольной

балкой составляет $30 - 35^{\circ}$, наклон продольной балки (30°) и усредненная максимальная нагрузка (в опорную фазу шага) – 100% массы тела, были проведены биомеханические расчеты:

$$X1 = 100 * (\operatorname{Tg}30) = 100 * 0,577 = 57,7\%$$

$$X2 = 100 * (\operatorname{cos}30) = 100 * 0,866 = 86,6\%$$

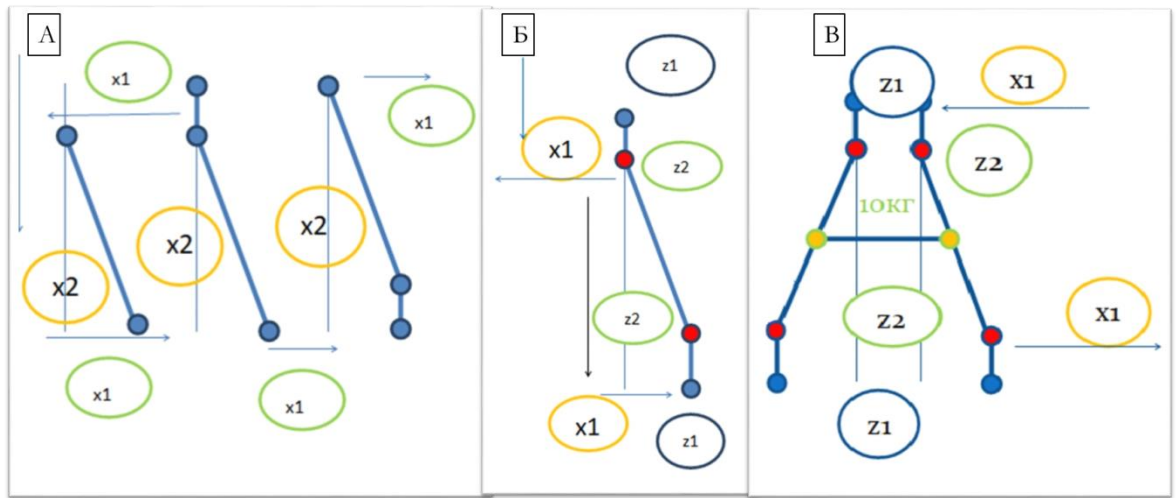


Рисунок 9 - Варианты фиксации биомеханического перераспределения нагрузки при односторонней фиксации вертикальных односторонних переломов таза (а – вариант 1, б – вариант 2, в – вариант 3).

На рисунке 9 показаны три наши модифицированные схемы пояснично-тазовой фиксации.

Отклоняющее усилие при односторонней фиксации в сторону равно 57,7% массы тела, а вниз 86,6% соответственно, причем его направление соответствует оси вращения винта, что создает условия для расшатывания и потери фиксации. При этом вся нагрузка ложится на половину фиксатора, в которой установлен один транспедикулярный винт. Прибавив ко всему перечисленному цикличность нагрузок, мы с высокой вероятностью получаем потерю фиксации. При превышении или недостатке репонирующего усилия между винтами создаются

предпосылки для потери фронтального и сагиттального баланса позвоночника (Рисунок 9а).

Если увеличить длину фиксатора и с обеих сторон установить по два винта, то силы распределяются таким образом, что нагрузку испытывают оба винта расположенных ближе к центру (z_2), отклоняющее усилие исчезает при сохранившемся усилии на сжатие балки в 57,7% массы тела (Рисунок 9б).

Помимо осевых нагрузок, связанных с массой тела есть еще воздействия, вызываемые тягой мышц и движением в суставах и сочленениях. Одним из таких видов движений являются качательные движения крестца в сагиттальной плоскости. При этом, увеличение расстояния между задними остями подвздошных костей может быть от 3 до 18 мм. То есть при жесткой односторонней фиксации сохраняется качание крестца, соответствующая амплитуда движений и, связанное с ней изменение объема таза, ложатся на область перелома крестца (У). Кроме того, излишнее или недостаточное напряжение между винтами может привести к потере фронтального баланса позвоночника.

Для того чтобы “выключить” вращение крестца и сохранить фронтальный баланс позвоночника мы предлагаем использовать двустороннюю пояснично-подвздошную фиксацию с установкой поперечной стяжки при двусторонних и односторонних повреждениях (Рисунок 9в).

На данном этапе дозируя реклинирующее усилие возможна коррекция фронтального баланса позвоночника за счет увеличения рекликации со здоровой стороны. Коррекция сагиттального баланса и величина поясничного лордоза рассчитываются предварительно по КТ с использованием стандартных формул.

При таком методе фиксации сохраняется $\frac{1}{2}$ нагрузки на продольные балки, ($Z=57,7\%/2=28,85\%$).

Исключаются любые смещающие усилия, появляется усилие на разрыв поперечной балки. Вертикальная нагрузка от позвоночника передается сразу на подвздошные кости минуя крестец, крестцово-подвздошные суставы не компрометированы. Баланс позвоночника сохранен. Учитывая то, что

поврежденный сегмент (крестец) и крестцово-подвздошные суставы полностью выключены из нагрузки при вертикализации пациента, исключается болевой синдром, сохраняется возможность передвижения пострадавшего с полной нагрузкой уже в первые дни после операции [12, 45].

Проверка расчетов.

Для балки с 2-3 фиксирующими элементами. Для расчета смещающего усилия, действующего на балку, можно использовать формулу:

$$F = (W * L) / (2 * \tan(\alpha))$$

где F - смещающее усилие в Н, W - нагрузка на балку в Н, L - длина балки в м, α - угол между балкой и вертикалью.

В данном случае:

$$- W = 100 \text{ кг} * 9.81 \text{ м/с}^2 = 981 \text{ Н}$$

$$- L = 0.1 \text{ м} - \alpha = 30 \text{ градусов} = 0.52 \text{ рад}$$

Подставляем значения в формулу:

$$F = (981 * 0.1) / (2 * \tan(0.52)) \approx 212.6 \text{ Н}$$

Таким образом, смещающее усилие, действующее на балку под углом 30 градусов при нагрузке 100 кг, составляет около 212.6 Н в сторону и вниз.

Для расчета циклического смещающего усилия на балку необходимо знать ее геометрические параметры (поперечное сечение, длину и расстояние между точками фиксации) и нагрузку, которая на нее действует.

В данном случае имеется балка длиной 10 см и диаметром 0.5 см, на которую действует нагрузка весом 100 %. Так как балка закреплена по краям, то можно считать, что она подвергается двум точечным нагрузкам, равным половине от общей нагрузки, т.е. по 50 % на каждую точку фиксации.

Для расчета циклического смещающего усилия необходимо знать угол наклона балки относительно вертикали. В данном случае он равен 30 градусам. Это означает, что на балку действует горизонтальная составляющая силы, равная $F_h = F * \sin(30^\circ)$, где F - общая нагрузка на балку.

$$F_h = 100 \% * \sin(30^\circ) \approx 50 \%$$

Также на балку действует вертикальная составляющая силы, равная $F_v = F \cdot \cos(30^\circ)$.

$$F_v = 100 \% \cdot \cos(30^\circ) \approx 86.6 \%$$

Теперь можно рассчитать циклическое смещающее усилие в сторону и вниз на балке. Для этого необходимо знать расстояние между точками фиксации (L) и момент сопротивления поперечного сечения балки (I).

Расстояние между точками фиксации L равно длине балки, т.е. $L = 10$ см.

Момент сопротивления поперечного сечения балки можно рассчитать по формуле для круглого сечения:

$$I = \pi \cdot d^4 / 64, \text{ где } d - \text{ диаметр балки.}$$

$$I = \pi \cdot 0.5^4 / 64 \approx 0.00061 \text{ см}^4$$

Теперь можно рассчитать циклическое смещающее усилие в сторону на балке:

$$Q_x = (F_h \cdot L^2) / (2 \cdot I)$$

$$Q_x = (50 \% \cdot 10 \text{ см}^2) / (2 \cdot 0.00061 \text{ см}^4) \approx 4098 \text{ \%}/\text{см}$$

Аналогично можно рассчитать циклическое смещающее усилие вниз на балке:

$$Q_y = (F_v \cdot L^2) / (2 \cdot I)$$

$$Q_y = (86.6 \% \cdot 10 \text{ см}^2) / (2 \cdot 0.00061 \text{ см}^4) \approx 5576 \text{ \%}/\text{см}$$

Таким образом, циклическое смещающее усилие на балку составляет примерно 4098 %/см в сторону и 5576 %/см вниз.

$$P = F/A = (4098000 \text{ г} \cdot 9,81 \text{ м}/\text{с}^2) / (1 \text{ см} \cdot 1 \text{ см} \cdot 10^{-4} \text{ м}^2) = \mathbf{401,83 \text{ МПа}}$$

Для балки с 4 фиксирующими элементами. Найдем реакции опор балки.

Так как балка имеет 4 точки фиксации, то имеем четыре уравнения равновесия:

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$\sum M_1 = 0$$

$$\sum M_2 = 0$$

где $\sum F_x$ - сумма горизонтальных сил равна нулю, $\sum F_y$ - сумма вертикальных сил равна нулю, $\sum M_1$ - момент сил относительно левой точки

фиксации равен нулю, $\sum M_2$ - момент сил относительно правой точки фиксации равен нулю.

Так как балка находится под углом 30 градусов к вертикали, то сумма вертикальных сил равна весу балки, а сумма горизонтальных сил равна нулю. Также моменты сил в точках фиксации равны нулю.

Из уравнений равновесия получаем:

$$\sum F_x = 0: N_1 + N_2 = 0$$

$$\sum F_y = 0: R_1 + R_2 = m \cdot g$$

$$\sum M_1 = 0: R_2 \cdot d + N_2 \cdot (d+1) - m \cdot g \cdot l/2 = 0$$

$$\sum M_2 = 0: R_1 \cdot d + N_1 \cdot (d+1) - m \cdot g \cdot l/2 = 0$$

где N_1 и N_2 - силы, действующие на балку в точках фиксации, отступающих на 2 см от края, R_1 и R_2 - силы реакции опор балки, d - расстояние между опорами, l - длина балки, m - масса балки, g - ускорение свободного падения.

Решив эту систему уравнений, получим:

$$R_1 = R_2 = 245.4 \text{ Н}$$

$$N_1 = N_2 = -245.4 \text{ Н}$$

Теперь можно найти смещающее усилие, действующее на балку. Для этого нужно найти момент сил, создаваемый нагрузкой на балке.

Момент сил равен произведению силы на расстояние до оси вращения. В данном случае осью вращения является точка, где балка закреплена к опорам.

Момент сил, создаваемый нагрузкой на балку, равен:

$$M = F \cdot d \cdot \sin(30^\circ) = 100 \cdot 0.02 \cdot 0.5 \cdot \sin(30^\circ) = 0.015 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

где F - сила нагрузки, d - расстояние от нагрузки до оси вращения, $\sin(30^\circ)$ - синус угла между нагрузкой и вертикалью.

Смещающее усилие, действующее на балку, можно найти по формуле:

$$F = M/d = 0.015/0.1 = 0.15 \text{ кН}$$

Таким образом, смещающее усилие, действующее на балку, равно 0.15 кН в сторону и вниз.

Для расчёта циклического смещающего усилия на балку необходимо знать следующие параметры:

- длину балки (L) = 10 см;
- диаметр балки (d) = 0.5 см;
- угол наклона балки к вертикали (α) = 30 градусов;
- количество точек фиксации (n) = 4;
- расстояние между точками фиксации на краях балки (a) = 0 см;
- расстояние между точками фиксации от края балки (b) = 2 см;
- нагрузку на балку (F) = 100 %.

Сначала найдём реакции опор балки. Так как балка имеет 4 точки фиксации, то её можно рассматривать как раму. Реакции опор будут равны нулю только в случае, если все точки фиксации полностью удерживают раму в покое. В данном случае это не так, поэтому мы должны найти реакции опор методом моментов.

Пусть R_A и R_B - реакции опор на краях балки, R_1 и R_2 - реакции опор на балке в точках смещения.

Рассчитаем моменты сил относительно точки

$$A: M_1 = R_2 * a - F * L / 2$$

Рассчитаем моменты сил относительно точки В:

$$M_2 = -R_1 * a + F * L / 2$$

Рассчитаем моменты сил относительно точки смещения 1:

$$M_3 = R_A * b - R_2 * (b - a)$$

Рассчитаем моменты сил относительно точки смещения 2:

$$M_4 = -R_B * b + R_1 * (b - a)$$

Таким образом, у нас есть 4 уравнения для 4 неизвестных реакций опор.

Решив их, получим:

$$R_A = 28.868 \% \quad R_B = 71.132 \%$$

$$R_1 = 56.604 \% \quad R_2 = 43.396 \%$$

Теперь можем рассчитать циклическое смещающее усилие на балке. Оно будет равно разности вертикальных составляющих сил в точках смещения 1 и 2:

$$F_{см} = R1 - R2 = 13.208 \%$$

Также можно рассчитать максимальное напряжение в балке по формуле:

$$\sigma_{max} = M_{max} * y / I$$

где M_{max} - максимальный момент, y - расстояние от центра сечения до наиболее удалённой точки, I - момент инерции сечения.

Для круглого сечения момент инерции вычисляется по формуле:

$$I = \pi * d^4 / 64 \text{ где } d - \text{диаметр балки.}$$

Максимальный момент будет равен

$$M_{max} = F_{см} * L / 2 = 6.604 \text{ Нм.}$$

Расстояние до наиболее удалённой точки составляет $y = d / 2 = 0.25 \text{ см.}$

Таким образом, максимальное напряжение в балке составит:

$$\sigma_{max} = 4 * M_{max} / (\pi * d^3) = \mathbf{33.21 \text{ МПа}}$$

Из этого следует, что балка не выдержит такой нагрузки и может сломаться в интервале от 2 до 4 млн. циклов. Для увеличения прочности можно использовать более толстую балку или уменьшить расстояние между точками фиксации.

В связи с чем для нейтрализации напряжения следует использовать симметричную конструкцию с противоположной стороны с фиксией поперечной стяжкой.

2.2.2 Техника проведения оперативного вмешательства

Для определения точки введения винтов применялись стандартные костные ориентиры. Затем в одной из точек устанавливался педикулярный зонд. Оптимальная траектория введения зонда в сагиттальной плоскости определялась с помощью флюороскопии в боковой проекции.

В повседневной практике нами использовался электронно-оптический преобразователь (ЭОП) для контроля во время операций. Этот инструмент позволял получать двухмерные изображения, которые являются полезными для определения зоны вмешательства и контроля точности положения имплантов.

Во время операции применялся интраоперационный ЭОП-контроль модели BV Endura R2.3 производства Philips, Netherlands.

Зонд аккуратно вводился под контролем флюороскопии в поверхностную часть корня подвздошно-гребенчатой дуги. При переходе С-дуги в положение прямой проекции внимание уделялось тому, чтобы зонд не был направлен слишком медиально. Зонд погружался на необходимую глубину, и целостность костных стенок корня дуги оценивалась с помощью щупа. После этого на всех уровнях формировались каналы, в которые вводились рентгеновские маркеры или спицы Киршнера. Перед введением винтов выполнялась рентгенография в прямой и боковой проекциях. При использовании перкутанной техники флюороскопический контроль являлся обязательным, поскольку отсутствовала прямая визуализация. В связи с этим по возможности использовалось две С-дуги: одна для контроля в боковой проекции, а другая – в прямой проекции. Для обеспечения более удобного доступа к операционной области, С-дуга, используемая для контроля в прямой проекции, может быть наклонена в направлении головы пациента.

После достижения удовлетворительного положения иглы, она заменялась спицей Киршнера, а защитник мягких тканей и метчик вводился по желанию. Резьба нарезалась с помощью метчика, который затем извлекался, и педикулярный винт вводился по спице. Флюороскопически контролировался процесс введения винта, его глубина и траектория. Направляющая спица должна была оставаться в пределах тела позвонка до того момента, пока винт не достигнет вентральной границы корня дуги. Все манипуляции со спицей проводились под флюороскопическим контролем, а после введения винта в тело позвонка, спицу удаляли.

В процессе процедуры вводились по два транспедикулярных винта в тела поясничных позвонков L₄ и L₅ справа и слева. В случае необходимости (например, из-за анатомических особенностей или наличия сопутствующих повреждений позвонков L₄, L₅) проводилось перемещение фиксации на верхние позвонки. Затем вводились по два транспедикулярных винта в задние ости

подвздошных костей. На неповрежденной или несмещенной половине таза устанавливалась изогнутая балка-опора на парах винтов с соответствующей стороны. Гайки на винтах блокировались в нейтральном положении, чтобы предотвратить напряжение и смещение.

На поврежденной стороне устанавливалась предварительно изогнутая балка-опора на головки транспедикулярных винтов, которые блокировались вначале в винтах, введенных в тела поясничных позвонков с соответствующей стороны. С помощью реклинирующих щипцов исправлялось смещение и фиксировались винты, введенные в задние ости подвздошной кости. Затем устанавливалась поперечная штанга между изогнутыми балками-опорами. После этого рана плотно и слоями зашивалась.

В обеих исследуемых группах использовались титановые импланты различных производителей, включая отечественные, китайские, европейские и американские компании.

Предлагаемый метод фиксации может применяться как самостоятельно, так и в сочетании с другими методами остеосинтеза. Он обеспечивает надежную фиксацию поврежденного сегмента позвоночника и способствует более быстрому восстановлению пациента.

2.3 ЭМГ-мониторинг

Интраоперационный мониторинг электромиографией (ЭМГ) является редко используемым методом контроля при введении педикулярных винтов с целью оценки целостности стенок корня дуги позвонка. Для объективной оценки целостности была разработана методика триггерной ЭМГ. Данная методика включает установку нескольких электродов на соответствующие группы мышц нижних конечностей и монополярного электрода, который крепится на педикулярный винт. Постепенно увеличивая силу тока на этот электрод, производят стимуляцию. В ходе такой стимуляции игольчатые электроды, находящиеся в мышцах, регистрируют изменение потенциалов, передаваемых этими мышцами. Повреждение стенки корня дуги приводит к значительному

снижению порогового значения силы тока, необходимого для вызова двигательного ответа в соответствующей группе мышц. Значение пороговой величины силы тока в диапазоне 10-20 мА с высокой вероятностью свидетельствует о сохранении целостности медиальной стенки корня дуги. Метод триггерной ЭМГ является эффективным инструментом контроля при введении педикулярных винтов. Значения силы тока выше 15 мА считаются пороговыми и указывают на 98% вероятность правильного расположения педикулярных винтов в корнях дуг позвонков, что подтверждается результатами послеоперационной компьютерной томографии. ЭМГ-мониторинг может использоваться с любой из ранее описанных техник установки педикулярных винтов. Ретроспективный анализ точности положения 4857 педикулярных винтов, установленных с помощью ЭМГ-мониторинга в сочетании с непосредственной пальпацией костных стенок корней дуг и стандартным интраоперационным флюороскопическим контролем, показал высокую точность установки винтов и низкую частоту осложнений. Основным недостатком данного метода является то, что информация о возможном повреждении нервных структур появляется только после введения винта, что может привести к осложнениям [55]. ЭМГ-мониторинг выполнялся с применением системы NIM-Eclipse System фирмы Medtronic, USA.

2.4 Методы обследования пациентов в послеоперационный период

2.4.1 Рентгеноконтроль

Послеоперационный контроль играет важную роль в оценке состояния пациента после операции и эффективности проведенного лечения. Один из методов, используемых для такого контроля, - рентгенография костей таза в нескольких проекциях. Послеоперационный контроль рентгенографии костей таза в исследуемых группах соответственно проводилась в нескольких проекциях. В первую очередь выполнялась обзорная проекция, которая позволяет получить общую картину состояния таза и оценить расположение

костей после операции. Затем производились рентгенографические снимки проекции входа и выхода в таз, что предоставляют информацию о внутренней структуре тазовых костей и суставов. Кроме того, проводилось исследование в подвздошной или запирающей проекциях. Подвздошные проекции направлены на оценку состояния подвздошных костей и их сочленений с другими костями таза. Запирающие проекции позволяют увидеть детали тазобедренного сустава и область запирающего отверстия, а также оценить их целостность и функциональность. Для рентгенографии нами использовался аппарат рентгенографический цифровой АРЦ «ОКО». Детальное описание различных видов укладок при оценке переломов тазового кольца представлены в первой главе исследования.

2.4.2 Оценка качества жизни пациентов

В исследовании послеоперационного периода качества жизни и функциональных возможностей пациентов основной и контрольной групп использовался опросник SF-36 [76]. Этот опросник широко применяется исследователями в Российской Федерации и за рубежом для оценки качества жизни пациентов с различными патологиями. Он предоставляет количественную оценку физического, эмоционального и социального компонентов качества жизни пациентов, что помогает определить цели и направление реабилитационного лечения.

Вопросы опросника SF-36 сгруппированы таким образом, чтобы оценить показатели качества жизни.

2.4.3 Клинико-функциональная оценка состояния пациента до и после операции

Шкала S.A. Majeed является инструментом оценки результатов лечения у пациентов с травматологическими и ортопедическими проблемами, включая переломы таза. Она предоставляет оценку функционального восстановления и качества жизни пациентов после лечения [70].

Шкала Majeed включает пять категорий для оценки различных аспектов состояния пациента:

Болевой синдром: оценивается степень боли и дискомфорта, которые ощущает пациент. Включает в себя оценку боли в области таза и других связанных областях.

Стояние: анализируется способность пациента стоять без поддержки или с помощью средств поддержки, таких как трость или костыль.

Сидение: определяется способность пациента сидеть в течение длительного времени без значительного дискомфорта или ограничений.

Работа: изучается способность пациента выполнять работу или занятия без значительных ограничений.

Половая функция: исследуются влияние травмы или состояния на половую функцию пациента.

Каждая из этих категорий оценивается по 4-балльной шкале, где высокий балл соответствует лучшему функциональному состоянию, а низкий балл указывает на худшее состояние. Общий балл шкалы Majeed может колебаться от 0 до 100, где 100 означает идеальный результат, а 0 указывает на наихудший исход.

На основании результатов, полученных с помощью шкалы S.A. Majeed, можно составить заключение о функциональном состоянии пациента после лечения. Высокие баллы в каждой категории указывают на лучшее функциональное восстановление и лучшее качество жизни, тогда как низкие баллы могут свидетельствовать о наличии ограничений и недостаточном восстановлении.

Оценка качества жизни пациентов с помощью вышеназванных опросников проводилась через 6 и 12 месяцев после операции.

2.5 Статистический анализ полученных данных

Статистическая обработка проводилась с использованием пакета статистических программ SPSS (v.18.0).

Нормальность распределения количественных показателей оценивалась с помощью критерия Колмогорова-Смирнова. Анализ показал, что данные распределены по нормальному закону, поэтому для дальнейших оценок применялись параметрические критерии. Данные представлены в виде $M \pm m$, где M – среднее арифметическое значение, m – стандартная ошибка среднего. Для сравнения показателей использовался критерий Стьюдента (при сравнении показателей двух групп) и критерий Стьюдента с поправкой Бонферрони (при сравнении показателей трех и более групп). Сравнение качественных показателей проводилось с использованием критерия χ^2 или точного критерия Фишера. Различия полагались статистически значимыми при $p < 0,05$.

ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ

3.1 Стационарный этап лечения пациентов

Лечение пациентов с вертикально нестабильными переломами крестца на стационарном этапе проводилось с использованием принципа «Damage Control Orthopedics». Первоначально пациент доставлялся в противошоковую палату приемно-диагностического отделения. В этой палате сразу после обращения пациента осмотр проводился обязательно травматологом, хирургом, нейрохирургом и реаниматологом. Затем начинался комплекс противошоковых мероприятий, включая неинвазивные методы обследования, такие как ультразвуковое исследование органов брюшной полости, плевральных полостей и средостения, а также рентгенография органов грудной клетки, таза и позвоночника. УЗИ исследование проводилось на аппарате Sonoscape S 8.

На следующем этапе выполнялась стабилизация всех повреждений, а именно фиксация костей таза с помощью тазового бандажа и иммобилизация конечностей. В случае наличия пневмоторакса или гемоторакса производился торакоцентез. Кроме того, в зависимости от тяжести состояния пациента, принималось решение о его транспортировке в операционную или, если нет непосредственной угрозы жизни, проводилось полное компьютерное томографическое сканирование головы, грудной клетки, позвоночника и таза. Для проведения РКТ использовался аппарат PHILIPS, 5000 series, 64 st.

В операционном помещении проводилась стабилизация переломов костей таза, бедренных костей и костей голени, а также выполнялись декомпрессивные вмешательства на головном мозге, остановка кровотечения в брюшной полости и декомпрессивные вмешательства на позвоночнике. Для достижения стабильности использовались системы, позволяющие осуществлять быструю компоновку, такие как стержневые аппараты и скоба Ганца.

В медикаментозное лечение входили следующие компоненты: профилактические дозы антикоагулянтов, таких как гепарин в дозе 5000 единиц три раза в день, или ривароксабан в дозе 10 мг один раз в день, или дабигатран

этексилат в дозе 220 мг один раз в день, или эноксапарин натрия в дозе 0.4 мг один раз в день. Наркотические анальгетики применялись при необходимости, если ненаркотические анальгетики оказывались неэффективными. Дополнительно назначался омепразол в дозе 20 мг два раза в день для защиты желудочно-кишечного тракта. Применение антибиотиков осуществлялось в соответствии с показаниями для профилактики инфекций.

С самого начала госпитализации пациентам предоставлялась механическая тромبوпрофилактика в форме эластической компрессии нижних конечностей.

На следующем этапе пациент транспортировался в отделение реанимации, где проводилась комплексная интенсивная противошоковая терапия. Продолжительность этого этапа варьировалась от нескольких часов до нескольких суток, в зависимости от состояния пациента и его потребностей.

При переводе пациента из отделения интенсивной терапии в специализированное отделение госпитализация осуществлялась в ближайшую к медсестринской станции палату, чтобы обеспечить круглосуточный контроль за состоянием пациента. Это позволяло обеспечить постоянное наблюдение и достойный уход, гарантируя максимальную безопасность и комфорт пациента.

После достижения окончательной стабильности гемодинамических показателей, начинался комплекс лечебных мероприятий, направленных на окончательную стабилизацию повреждений. Одной из процедур являлась смена внешних фиксаторов на погружные конструкции, что способствует более надежной фиксации.

На основе результатов компьютерной томографии костей таза и поясничного отдела позвоночника проводилось предоперационное планирование. В ходе этого планирования определяются необходимый уровень и метод фиксации, точки введения фиксирующих элементов, а также их положение и направление. Это позволяло более точно определить стратегию операции и гарантировать оптимальный результат.

В зависимости от типа повреждения костей таза, применялись различные методы фиксации. Несмещенные переломы и ротационно нестабильные

переломы крестца требуют фиксации заднего полукольца таза с использованием канюлированных винтов. Однако, при вертикально нестабильных повреждениях, в основном применялась двусторонняя пояснично-тазовая фиксация. Это связано с трудностями в правильном позиционировании канюлированных винтов из-за вертикального смещения поврежденного сегмента.

К тому же была предпринята попытка репозиции крестца с использованием внешнего фиксатора, однако возникла проблема визуализации крестца из-за наложения фиксирующих элементов аппарата. В связи с этим, команда приняла решение отказаться от конверсии внешнего фиксатора на использование канюлированных винтов.

Разработанный эффективный метод пояснично-тазовой фиксации, полностью позволил отказаться от попыток репозиции повреждений с помощью аппарата внешней фиксации. На момент первых операций продолжительность хирургического вмешательства достигала 150 минут, поскольку отсутствовал достаточный опыт в области тазовой и спинальной хирургии. В настоящее время операция занимает в среднем около 60-90 минут, в зависимости от объема необходимых хирургических вмешательств, включая ляминоэктомию и/или ляминопластику крестца. Применение предложенного метода двусторонней пояснично-тазовой фиксации позволяет сократить интраоперационную кровопотерю до 200 мл на протяжении всей операции.

В процессе операции использовался интраоперационный контроль с использованием электронно-оптического преобразователя для проверки репозиции и правильного позиционирования фиксирующих элементов. После операции проводился постоперационный рентгенологический контроль на следующий день, включающий обзорные рентгенографии костей таза, левую и правую запираемые проекции, а также проекции входа и выхода в таз.

При отсутствии противопоказаний со стороны других органов и систем, пациенты поднимались в вертикальное положение в течение первых двух суток после окончательной хирургической стабилизации заднего полукольца таза.

Сразу после операции пациенту разрешалось садиться, а по мере уменьшения болевого синдрома (на 4-5-й день после операции) ему позволяется вставать на ноги с использованием костылей или ходунков в качестве дополнительной опоры. Со вторых суток после операции начинается комплекс медицинской реабилитации, включающий лечебную физкультуру и массаж, а также продолжается физиотерапия. В первые двое суток пациенты получали наркотические анальгетики для облегчения боли, причем первые сутки они принимают их до трех раз в день, а на вторые сутки – только на ночь. На вторые сутки после операции удалялись послеоперационные дренажи, а перевязки проводятся через день. Швы снимаются на 12-14-й день после операции.

Продолжительность использования костылей или ходунков при ходьбе зависит от наличия дополнительных повреждений. Если травма таза является изолированной, то пациенту требовалось использовать трость в течение 6 недель. Однако, решение о прекращении использования трости принимается пациентом самостоятельно, по мере формирования устойчивой походки. Во всех случаях, формирование устойчивой походки зависело от наличия сопутствующих повреждений.

Пациенты выписывались на амбулаторное лечение через 6-7 дней после последней операции, при условии отсутствия воспалительных и других осложнений в послеоперационных ранах.

3.2 Амбулаторный этап лечения пациентов

После двусторонней пояснично-тазовой стабилизации пациенты переходят на амбулаторный этап лечения. Они продолжали наблюдаться у травматолога по своему месту жительства. В период 1,5, 3, 6 и 12 месяцев выполнялась контрольная рентгенография костей таза в пяти проекциях: обзорной, левой и правой запирательных проекциях, а также проекциях входа и выхода в таз. В это же время осуществлялся контроль приема антикоагулянтов пациентом в течение 35 дней после операции, в том числе контроль эластической компрессии на нижних конечностях.

Пациенты должны были приходить на контрольный осмотр к оперировавшему врачу один раз в шесть месяцев. На контрольном осмотре, по истечению 12 месяцев после оперативного вмешательства, рассматривался вопрос о необходимости удаления фиксаторов. В основной группе пациентов удаление фиксаторов рекомендовалось в 100% случаев через 1-2 года после операции.

3.3 Оценка функциональных возможностей и качества жизни пациентов

Оценка качества жизни пациентов с помощью опросника SF-36 и шкале S.A. Majeed проводилась через 6 и 12 месяцев после операции.

Анализ опросных данных представлен в таблицах 2 и 3, которые содержат результаты отзывов пациентов. Кроме того, в графиках (Рисунок 10 и 11) представлены сравнительные показатели между пациентами основной группы и группы сравнения.

Через 6 месяцев после операции у пациентов основной группы наблюдались значения в диапазоне 70-80 баллов по всем шкалам опросника SF-36 (максимальное значение – 100 баллов). В то же время, показатели пациентов группы сравнения находились в интервале 30-50 баллов.

Анализ показателей опросника показывает статистически значимое превосходство пациентов основной группы во всех шкалах по сравнению с группой сравнения. Более того, по шкале S.A. Majeed наблюдается аналогичное повышение показателей у пациентов основной группы (65.1 против 56.9 у пациентов группы сравнения), и статистически значимых отличий между группами не обнаружено.

Таблица 5 - Оценка функциональных возможностей и качества жизни пациентов через 6 мес. после операции

Шкалы	Группа	N	M±m	P
Физическое функционирование	Основная	20	72,0±5,0	<0,001*
	Группа сравнения	21	36,0±5,5	
Ролевое функционирование	Основная	20	62,5±6,9	0,01*
	Группа сравнения	21	36,9±6,6	
Интенсивность боли	Основная	20	76,7±5,7	0,01*
	Группа сравнения	21	56,6±3,7	
Общее состояние здоровья	Основная	20	76,1±3,6	<0,001*
	Группа сравнения	21	49,7±4,4	
Жизненная активность	Основная	20	71,3±5,0	<0,001*
	Группа сравнения	21	42,9±2,6	
Социальное функционирование	Основная	20	80,3±5,6	<0,001*
	Группа сравнения	21	45,8±5,4	
Ролевое функционирование	Основная	20	75,02±6,79	<0,001*
	Группа сравнения	21	28,57±5,29	
Психическое здоровье	Основная	20	78,6±4,8	<0,001*
	Группа сравнения	21	49,7±2,9	
Шкала по S.A. Majeed	Основная	20	65,1±4,8	0,1
	Группа сравнения	21	56,9±3,0	

*Примечание: даны средние значения и стандартные ошибки (M±m) N – число наблюдений, P – уровень достоверности (P<0.05) * - статистически достоверное отличие между показателями шкал основной группой и группой сравнения.*

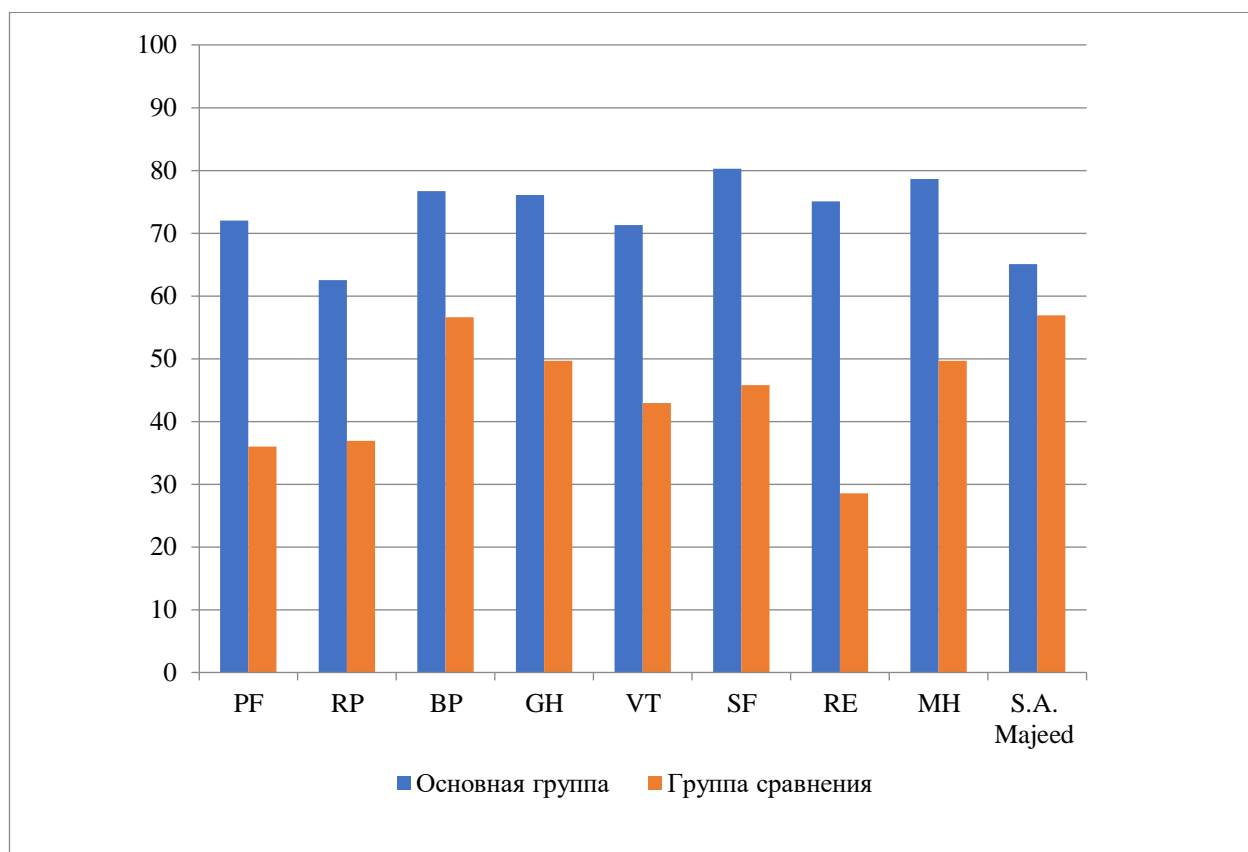


Рисунок 10 - Сравнительные показатели между основной и группой сравнения пациентов через 6 мес. после операции.

Данные результаты указывают на то, что пациенты основной группы достигают лучших функциональных возможностей и качества жизни через 6 месяцев после операции по сравнению с пациентами группы сравнения, что свидетельствует об эффективности восстановительного процесса в основной группе (Таблица 5, Рисунок 10).

По истечении 12 месяцев после операции, пациенты основной группы демонстрируют более высокие показатели по большинству показателей в сравнении с пациентами группы сравнения. Значения в основной группе по всем шкалам находятся в диапазоне 70-80 баллов, в то время как показатели пациентов группы сравнения в основном колеблются в интервале 65-75 баллов (Таблица 6, Рисунок 11).

Таблица 6 - Оценка функциональных возможностей и качества жизни пациентов через 12 мес. после операции

Шкалы	Группа	N	M±m	P
Физическое функционирование	Основная	20	73,8±5,1	0,05*
	Группа сравнения	21	57,9±5,4	
Ролевое функционирование	Основная	20	68,8±6,8	0,1
	Группа сравнения	21	65,5±5,6	
Интенсивность боли	Основная	20	78,8±5,9	0,1
	Группа сравнения	21	74,4±3,9	
Общее состояние здоровья	Основная	20	77,4±3,5	0,1
	Группа сравнения	21	67,6±5,0	
Жизненная активность	Основная	20	73,0±5,0	0,01*
	Группа сравнения	21	56,7±3,5	
Социальное функционирование	Основная	20	81,9±5,8	0,01*
	Группа сравнения	21	64,9±5,1	
Ролевое функционирование	Основная	20	78,35±6,06	0,01*
	Группа сравнения	21	57,15±6,57	
Психическое здоровье	Основная	20	79,2±4,8	0,01*
	Группа сравнения	21	65,1±3,4	
Шкала по S.A. Majeed	Основная	20	80,3±4,0	0,5
	Группа сравнения	21	77,9±2,7	

*Примечание: даны средние значения и стандартные ошибки (M±m) N – число наблюдений, P – уровень достоверности (P<0.05) * - статистически достоверное отличие между показателями шкал основной группы и группы сравнения.*

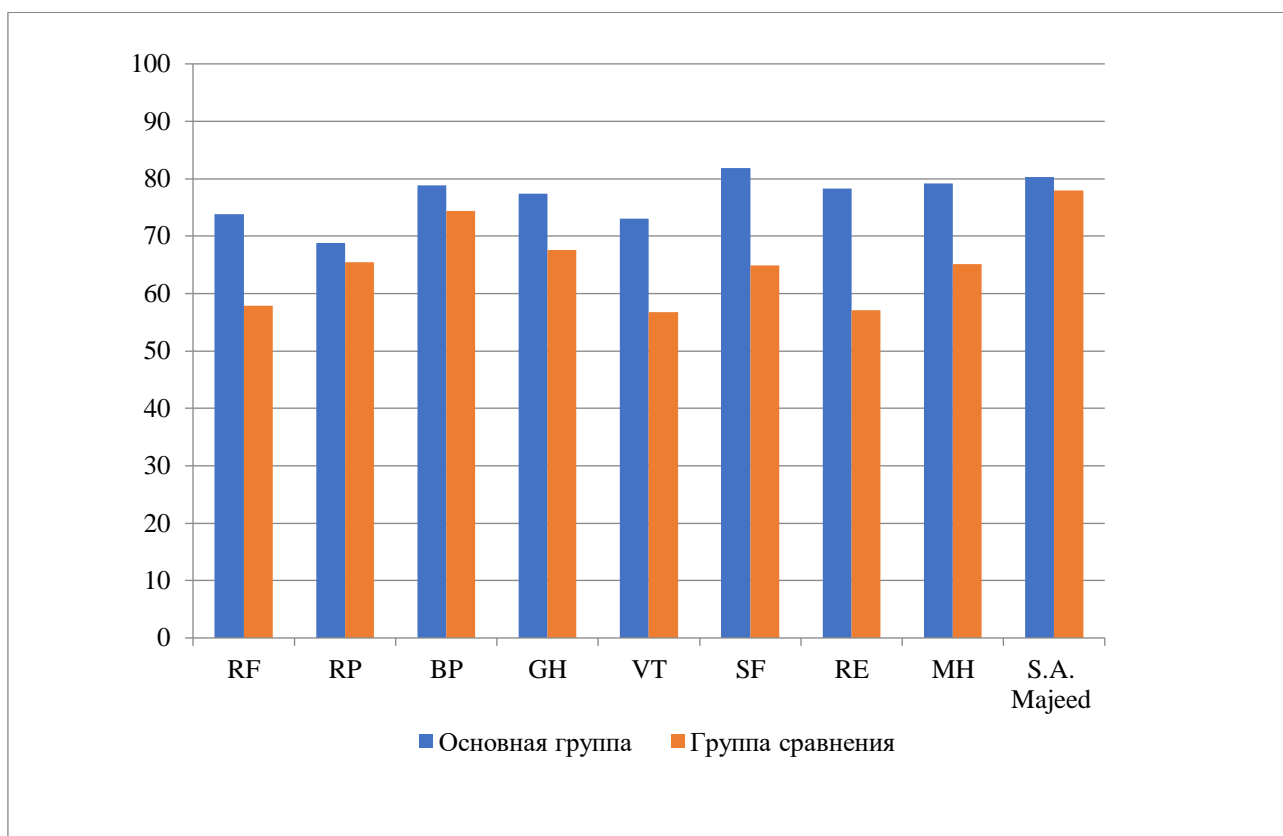


Рисунок 11 - Сравнительные показатели между пациентами основной группы и группы сравнения через 12 мес. после операции.

Такие результаты подтверждают, что функциональные возможности и качество жизни пациентов основной группы через 12 месяцев после операции превышают те, которые наблюдаются у пациентов группы сравнения. Это является отражением высокой эффективности применяемой методики лечения в основной группе.

В таблице 7 представлены изменения показателей пациентов основной группы и группы сравнения за период между контрольными осмотрами, проведенными через 6 и 12 месяцев.

Таблица 7 - Изменение показателей функциональных возможностей и качества жизни пациентов за период от 6 до 12 месяцев

Шкала	Группа	N	M±m	P
Физическое функционирование	Основная	20	1,8±1,1	0,001*
	Группа сравнения	21	21,9±5,9	
Ролевое функционирование	Основная	20	6,3±3,1	0,001*
	Группа сравнения	21	28,6±6,0	
Интенсивность боли	Основная	20	2,1±1,5	<0,001*
	Группа сравнения	21	17,8±2,3	
Общее состояние здоровья	Основная	20	1,3±1,1	0,001*
	Группа сравнения	21	17,9±4,4	
Жизненная активность	Основная	20	1,8±1,0	<0,001*
	Группа сравнения	21	13,8±2,8	
Социальное функционирование	Основная	20	1,6±1,2	<0,001*
	Группа сравнения	21	19,1±3,7	
Ролевое функционирование	Основная	20	3,33±2,29	0,001*
	Группа сравнения	21	28,58±6,62	
Психическое здоровье	Основная	20	0,6±0,4	<0,001*
	Группа сравнения	21	15,4±3,1	
Шкала по S.A. Majeed	Основная	20	15,2±2,6	0,05
	Группа сравнения	21	21,0±1,7	

*Примечание: даны средние значения и стандартные ошибки (M±m) N – число наблюдений, P – уровень достоверности (P<0.05) * - статистически достоверное отличие между показателями шкал основной группы и группы сравнения.*

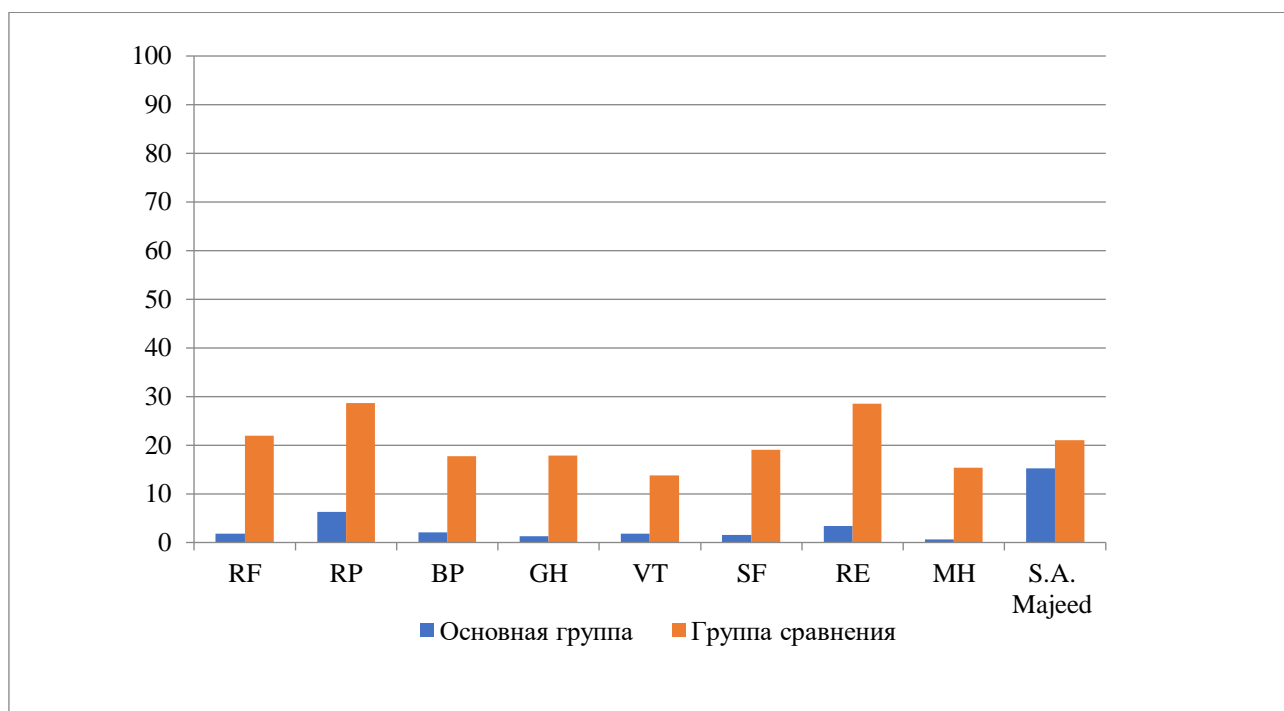


Рисунок 12 - Сравнительные показатели между пациентами основной группы и пациентами группы сравнения за период от 6 мес. до 12 мес.

Показатели пациентов основной группы по всем шкалам опросника SF-36 увеличились на 1,5-6,5 баллов, в то время как в группе сравнения рост составил 15-30 баллов.

На основании представленных данных, можно сделать вывод, что пациенты основной группы проявили активное восстановление после травмы, и к 6 месяцам их функциональные возможности и качество жизни почти вернулись к нормальному состоянию. В период с 6 до 12 месяцев наблюдались незначительные улучшения (Рисунок 12). У пациентов группы сравнения процесс восстановления продолжался как в первые 6 месяцев после операции, так и в период от 6 до 12 месяцев. Учитывая, что показатели пациентов группы сравнения не достигли уровня пациентов основной группы, можно предположить, что процесс восстановления продолжался и после контрольного осмотра на 12-месячном сроке.

Таким образом, применение разработанной методики лечения у пациентов основной группы обеспечивает значительное восстановление функциональных

возможностей в более короткие сроки (до 6 месяцев после оперативного лечения). Это оптимизирует период восстановительного лечения, сокращает время реабилитации пациентов.

3.4 Клинические примеры

1. Пострадавшая А. 28 лет. МКСБ № 30068. Находилась на стационарном лечении в отделении травматологии № 1 ГАУЗ ГKB №7 с 17.11.2016г. по 19.01.2017г.

Поступила в клинику с диагнозом: Закрытый оскольчатый перелом крестца на уровне S1, S2, оскольчатый переломо-вывих крестца на уровне S3 осложненный каудопатией справа. Закрытый нестабильный осложненный перелом тела L1 позвонка с компрессией спинного мозга на данном уровне в форме нижнего грубого парапареза, чувствительных нарушений, нарушение функции тазовых органов. Закрытый оскольчатый перелом обеих пяточных костей со смещением. Закрытый перелом дистального эпиметафиза левой лучевой кости со смещением. Ушибленная рана верхней трети правой голени. Макрогематурия. Травматический шок II. Копростаз. Нейрогенный мочевой пузырь.

Пациентка А. помещена в противошоковую палату приемного отделения ГАУЗ ГKB №7 через 35 минут после падения с высоты 4-го этажа. Падение обусловлено попыткой суицида.

Перелом крестца в данном случае был классифицирован как Н-образный, двусторонний Denis 2-3, Roy Camille 2. (Рисунок 13)

При поступлении состояние пациента крайне тяжелое, гемодинамически нестабильно. АД 128/86, Ps – 102 уд. в мин. ЧД – 20 в мин. SpO₂ – 96%. Осмотрена травматологом, хирургом, нейрохирургом, неврологом, реаниматологом. Начаты противошоковые мероприятия. УЗИ ОБП и плевральных полостей: свободной жидкости на момент исследования не выявлено. После проведения диагностических и противошоковых мероприятий переведена в ОАРИТ №1. Пациентка находилась в ОАРИТ двое суток после

поступления, до стабилизации гемодинамических показателей. На вторые сутки: принято решение о хирургическом лечении.

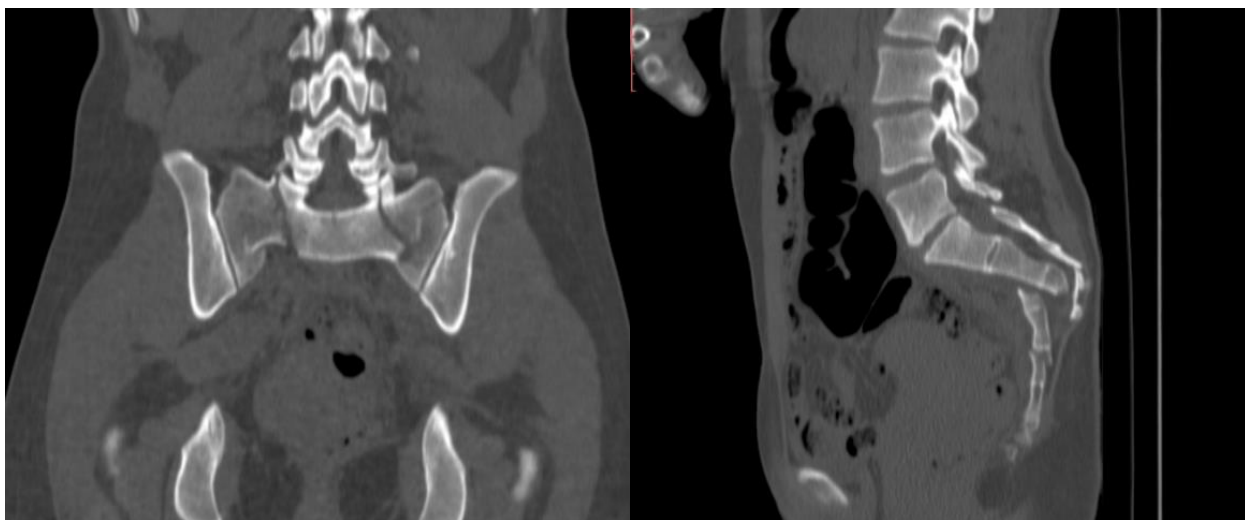


Рисунок 13 – Рентгенограммы таза пациента А. 29 лет при поступлении в клинику.

На 4-е сутки после травмы выполнено симультанное вмешательство: Двусторонняя пояснично-подвздошная фиксация, вправление вывиха S3, декомпрессия корешков конского хвоста. Транспедикулярный остеосинтез Th12-L2 (Рисунок 14). Было принято решение разделить пояснично-тазовую фиксацию и фиксацию Th12-L2 на отдельные конструкции с целью минимизации рисков возникновения нестабильности переходного сегмента. Продолжена антибактериальная терапия Цефтриаксон 1.0 внутримышечно два раза в день.



Рисунок 14 – Рентгенограммы (А и Б) пояснично-тазовой области пострадавшей А. 29 лет после оперативного вмешательства в прямой и боковой проекциях, В - РКТ контроль.

ОАК после операции: Hb – 82 g/l, Er – 2.57×10^{12} , Ht - 24.5%, Ley – 9.6×10^9 , Tr – 200×10^9 , в связи с продолжающимся поступлением геморрагического отделяемого по дренажам и послеоперационной ране произведена гемотрансфузия Er взвеси с удаленным ЛТС в объеме 556 мл. Гемотрансфузия прошла без осложнений.

Со второго дня после операции разрешено вставать на колени, начата активная реабилитация, ЛФК. Швы сняты на 14 день после закрытия раны. Пациентка выписана на амбулаторное лечение по месту жительства.

Весь период стационарного лечения отсутствие самостоятельного мочеиспускания, снижение чувствительности в области промежности.

С трёх месяцев после операции разрешено ходить с полной нагрузкой, разрешено садиться. На контрольном осмотре через год: пациентка передвигается без дополнительной опоры, отмечается полный регресс неврологической симптоматики (Рисунок 15).

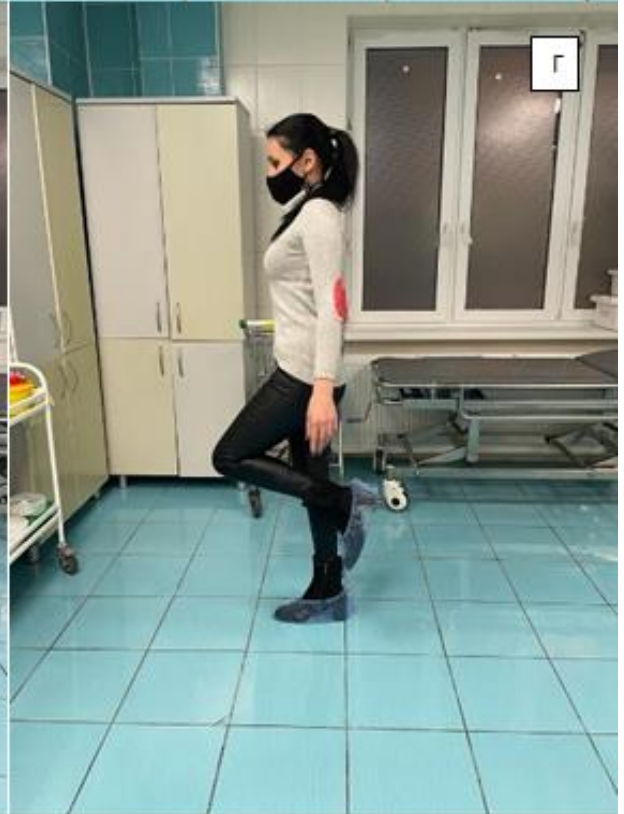
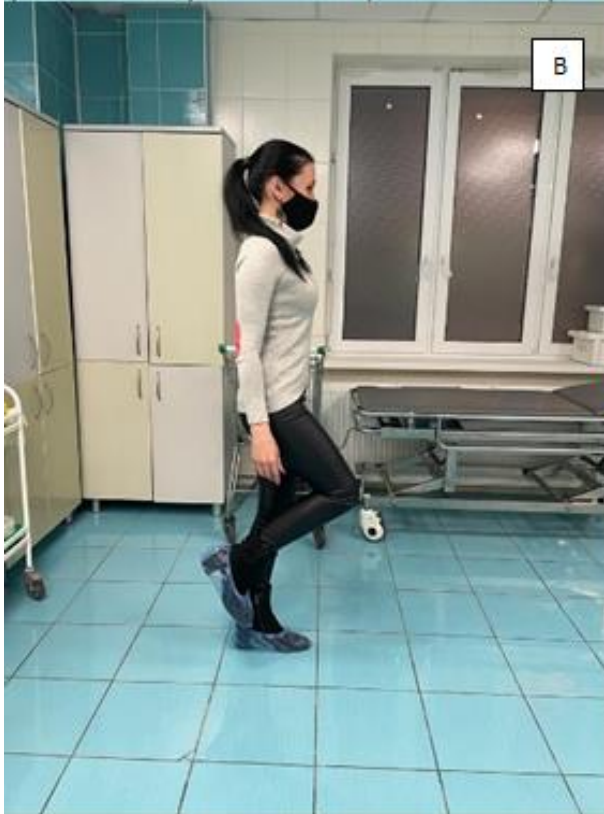
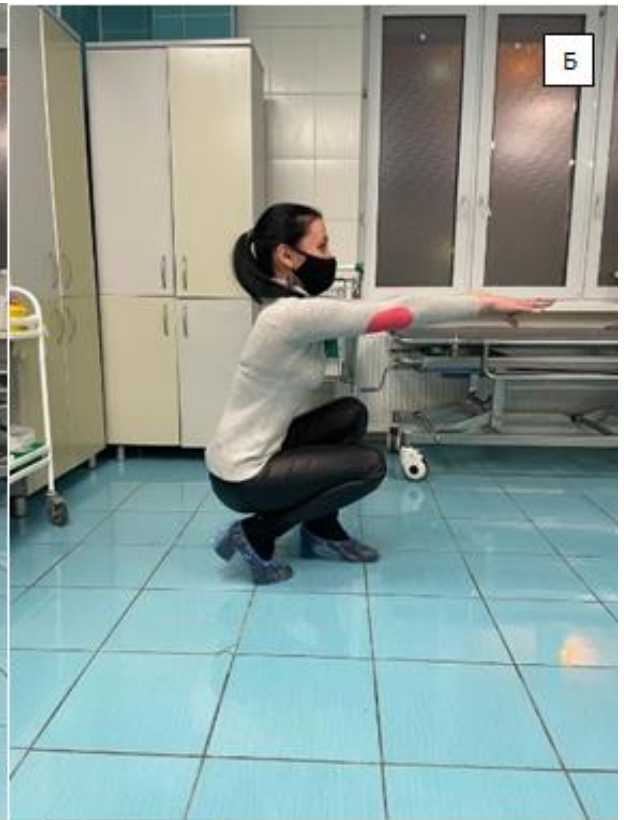




Рисунок 15 - Внешний вид и функциональные возможности пациентки А. (А-Д), Рентгенограммы пояснично-тазовой области в боковой (Е) и прямой (Д) проекциях через год после операции.

Металлофиксаторы удалены на сроке два года после операции. Раны зажили первично. На рентгенограммах на сроке два года после операции, перед удалением фиксаторов и после удаления фиксаторов: сросшийся перелом крестца, фронтальный и сагиттальный баланс позвоночника сохранен, нет рентгенологических признаков артроза крестцово-подвздошных суставов, также нет признаков проксимального и дистального переходного кифоза (Рисунок 16) [13].



Рисунок 16 - Рентгенограммы пояснично-тазовой области пациентки А. на сроке два года до удаления металлофиксаторов (А, Б) и В - после удаления фиксаторов (В)

2. Пострадавший Б. 19 лет. МКСБ № 7540276. Находился на стационарном лечении в отделении травматологии №1 ГАУЗ ГКБ№7 с 29.11.2020г. по 15.01.2021г. с диагнозом: Сочетанная травма. ЗТГК. Ушиб легких. Закрытый перелом боковых масс крестца справа со смещением, перелом верхней и нижней ветви правой лонной кости со смещением, перелом верхней ветви левой лонной кости со смещением, перелом ветви правой и левой седалищной кости со смещением, разрыв лонного симфиза. Забрюшинная гематома, обусловленная переломом костей таза. Дистракционный отрыв мембранозного отдела уретры. Посттравматическая облитерация мембранозного отдела уретры, эпицистостома. Инфицированный мочепузырный свищ. Травматический шок 1-2 ст.

Травма получена в результате ДТП. Пациент госпитализирован в противошоковую палату ПДО ГАУЗ ГКБ №7 через 30 минут после получения травмы.

В условиях ПДО осмотрен травматологом, хирургом, нейрохирургом, реаниматологом. Выполнено УЗИ ОБП, плевральных полостей, пан КТ. Установка мочевого катетера в условиях противошоковой палаты безуспешна, получена кровь в большом количестве.

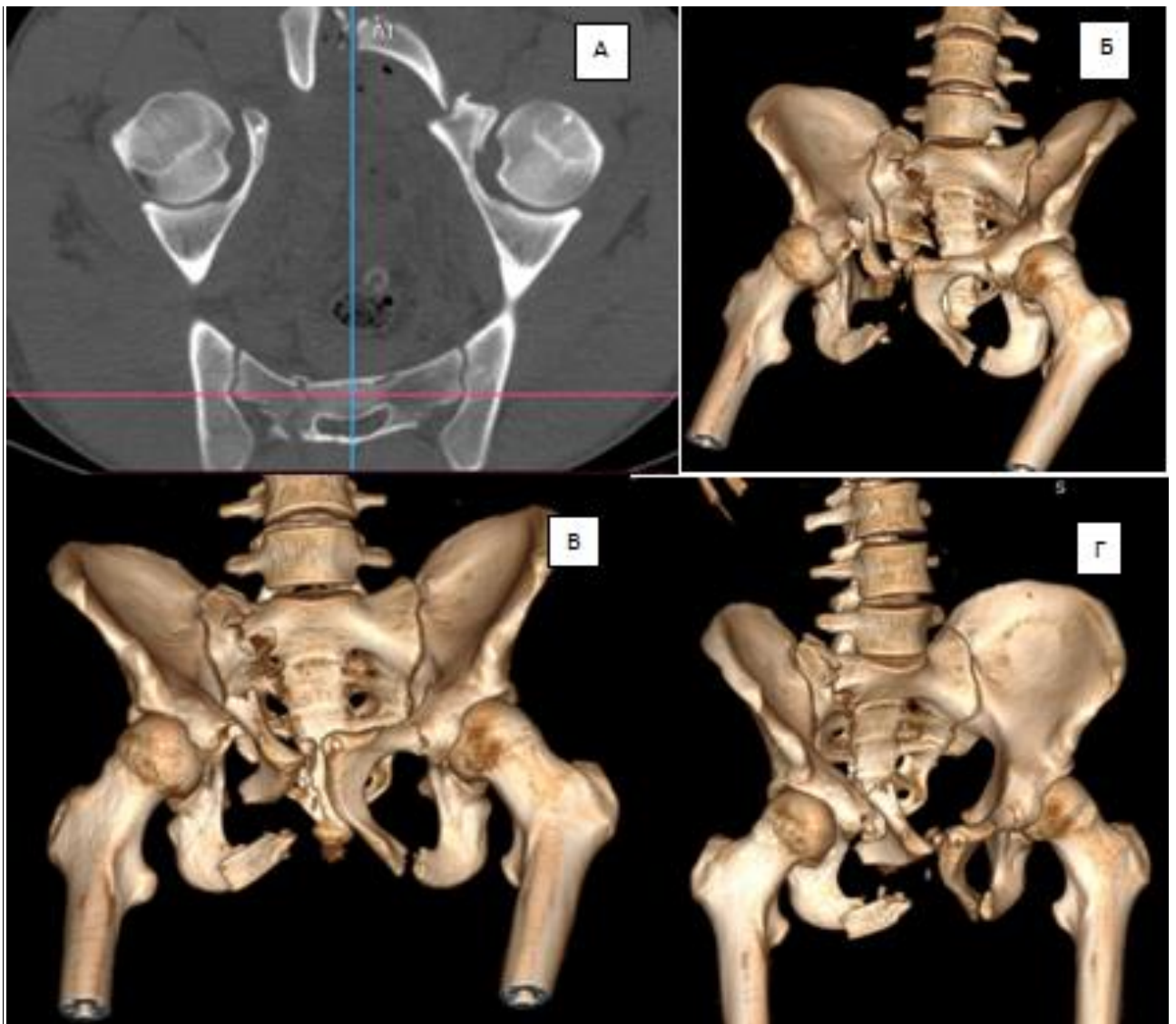


Рисунок 17 – Рентгеноматомограммы пострадавшего Б. 19 лет, где РКТ сканирование (А) и 3D реконструкция (Б-Г).

Перелом крестца в данном случае был классифицирован как Denis 2 (Рисунок 17).

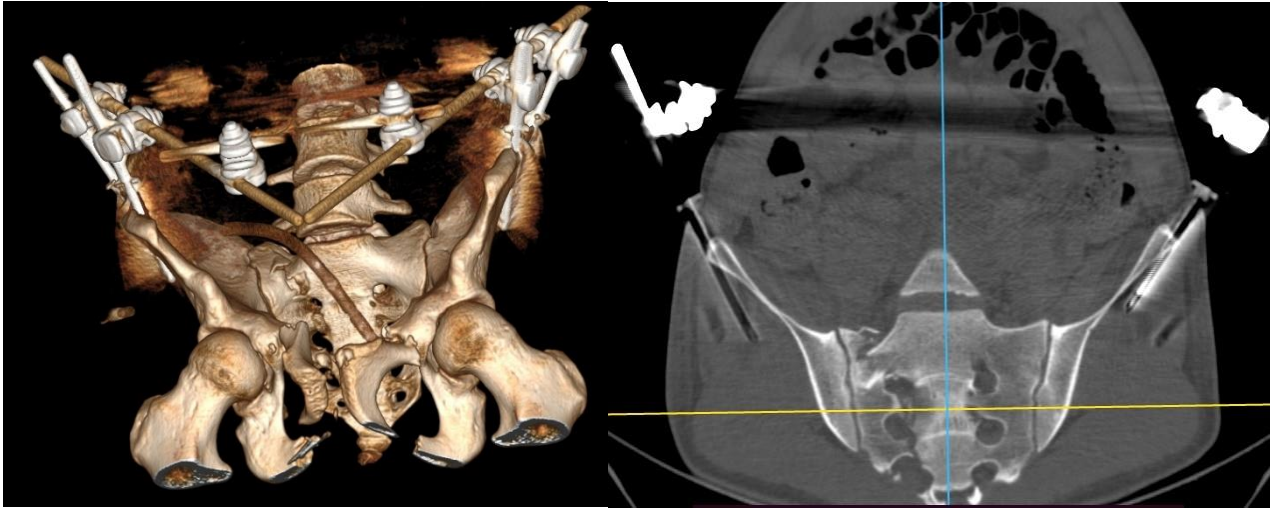


Рисунок 18 – Рентгенотомограммы пациента Б. 19 лет на третьи сутки после госпитализации.

В связи с нестабильной гемодинамикой, пациент транспортирован в неотложную операционную ПДО. Выполнено оперативное вмешательство в объеме закрытого чрескостного остеосинтеза костей таза аппаратом внешней фиксации, эпицистостомия (Рисунок 18). Пациент госпитализирован в ОАРИТ. На 10-е сутки госпитализации, после окончательной стабилизации состояния пациента, выполнено оперативное вмешательство в объеме: двусторонняя пояснично-тазовая фиксация, ЗЧКОС переднего-полукольца таза (Рисунок 19).



Рисунок 19 – Рентгенограммы пояснично-тазовой области пациента Б 19 лет непосредственно после остеосинтеза.

Остеосинтез переднего полукольца таза не проводился в связи с наличием инфицированного мочепузырного свища. На следующий день после операции пациенту разрешена вертикализация с дополнительной опорой на костыли. На четвертые сутки после операции пациент свободно передвигается по палате с дополнительной опорой на костыли. На 7-е сутки пациент выписан на амбулаторное лечение.

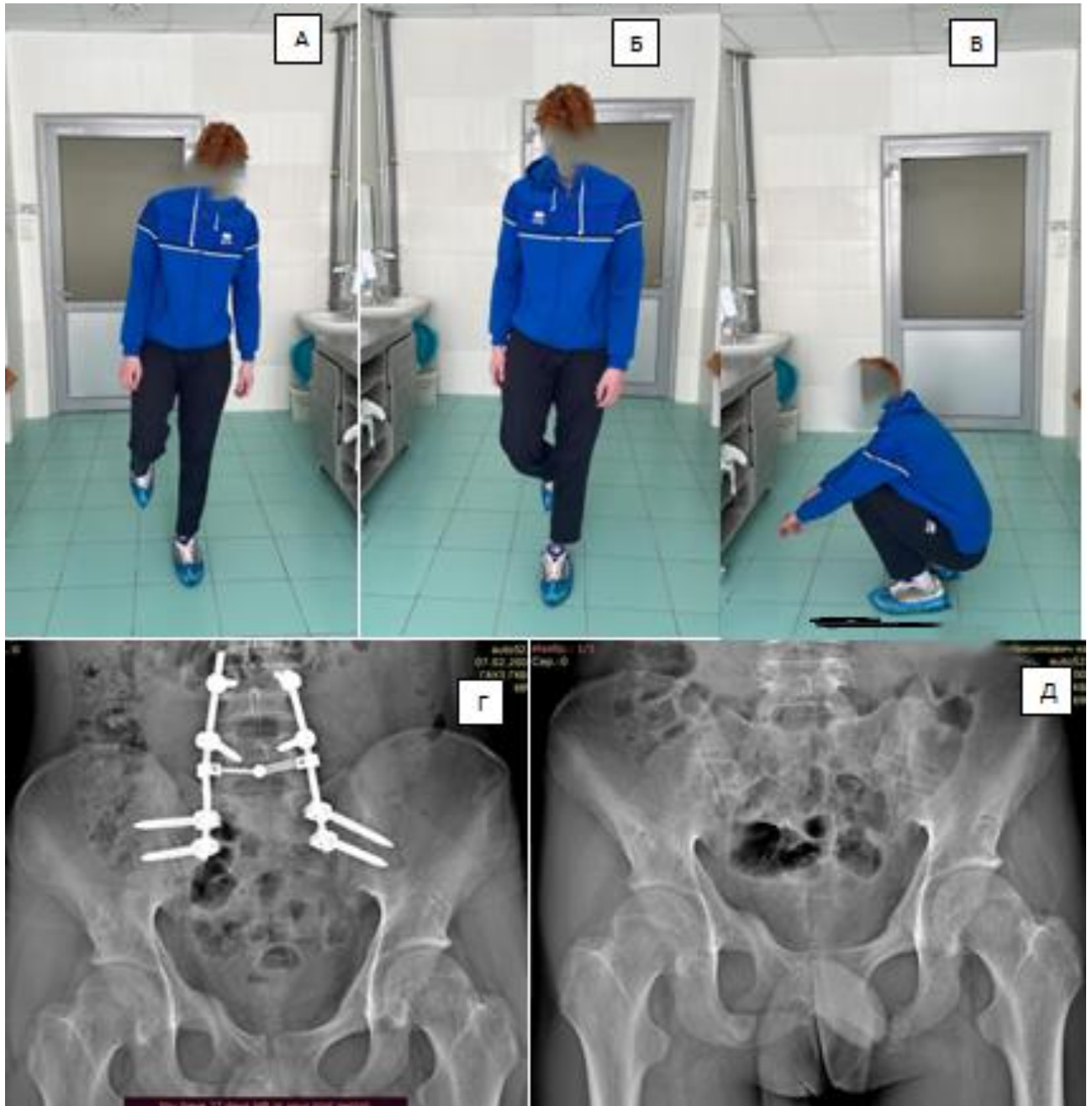


Рисунок 20 - Внешний вид и функциональные возможности пациента Б. (А-В), Рентгенограммы пояснично-тазовой области (Г) до и (Д) после удаления металлофиксаторов через год после травмы.

Рана крестцовой области зажила первичным натяжением, швы сняты на сроке две недели после операции.

АВФ демонтирован через три месяца после операции. Через 1 год после операции, удален пояснично-тазовый фиксатор (Рисунок 20). На контрольном осмотре на сроке один год после операции, пациент передвигается самостоятельно, без дополнительной опоры, без хромоты, испытывает психологический дискомфорт в области фиксаторов.

После удаления фиксаторов пациент выписан на четвертые сутки, рана зажила первичным натяжением, швы сняты на 14-е сутки после операции.

3. Пострадавшая В. 21 год. МКСБ № 8980852. Находилась на стационарном лечении в отделении травматологии №1 ГАУЗ КГБ №7 с 26.12.2017г. по 29.01.2018г с диагнозом: Сочетанная травма. Закрытый полифокальный перелом костей таза, многооскольчатый перелом крестца справа по зоне Denis2 с вертикальным смещением. Закрытый перелом боковых масс крестца слева без смещения. Закрытый многооскольчатый перелом вертлужной впадины справа с центральным смещением ацетабулярного компонента. Закрытый перелом лонной и седалищной костей справа со смещением. Вторично-открытый оскольчатый перелом дистального эпиметафиза обеих костей правой голени со смещением. Закрытый оскольчатый перелом правой таранной кости со смещением. Гематома верхней губы. Перелом передней стенки гайморовой пазухи слева. Ушиб мягких тканей лица. Искривление носовой перегородки без нарушения носового дыхания. Травматический шок 1-2 ст. Анемия средней степени тяжести, нормохромная, нормоцитарная. Шизофрения? Суицидальная попытка? (Рисунок 21).

Травма получена в результате падения с высоты с суицидальной целью. Доставлена бригадой СМП в противошоковую палату ПДО ГАУЗ ГКБ№7 через 30 минут после травмы. Осмотрена травматологом, хирургом, нейрохирургом, реаниматологом. Выполнено УЗИ ОБП, плевральных полостей, пан КТ. Начаты противошоковые мероприятия. Перелом крестца классифицирован как Н-образный, двусторонний Denis 2, Roy Camille 1.

В условиях неотложной операционной выполнено оперативное вмешательство в объеме: закрытый чрескостный остеосинтез костей таза, правой голени и голеностопного сустава.

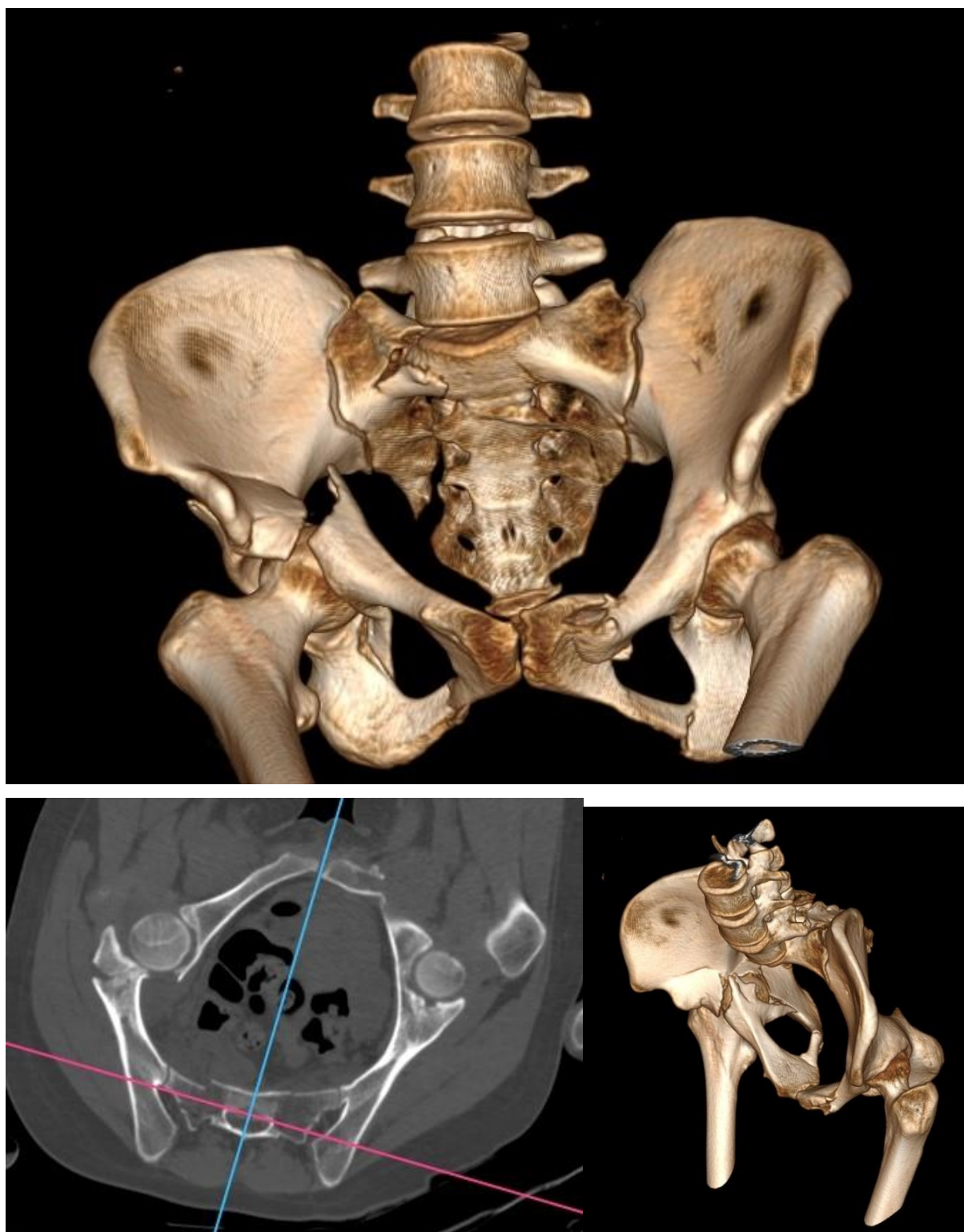


Рисунок 21 – Рентгенотомограммы пострадавшей В. 21 года на момент обращения в клинику.

Для дальнейшего лечения пациентка переведена в ОАРИТ. В первые сутки произведена гемотрансфузия 4 доз эритроцитарной взвеси с удаленным ЛТС в объеме 1048 мл.

Оперативное вмешательство по окончательной стабилизации костей таза проведено после осмотра психиатром и назначения соответствующей терапии.

На сроке 20 дней после травмы выполнено оперативное вмешательство в объеме: двусторонняя пояснично-тазовая фиксация. Остеосинтез вертлужной впадины (Рисунок 22). Раны зажили первичным натяжением, швы сняты на сроке 14 дней после операции. Пациентка выписана на амбулаторное лечение у травматолога по месту жительства.

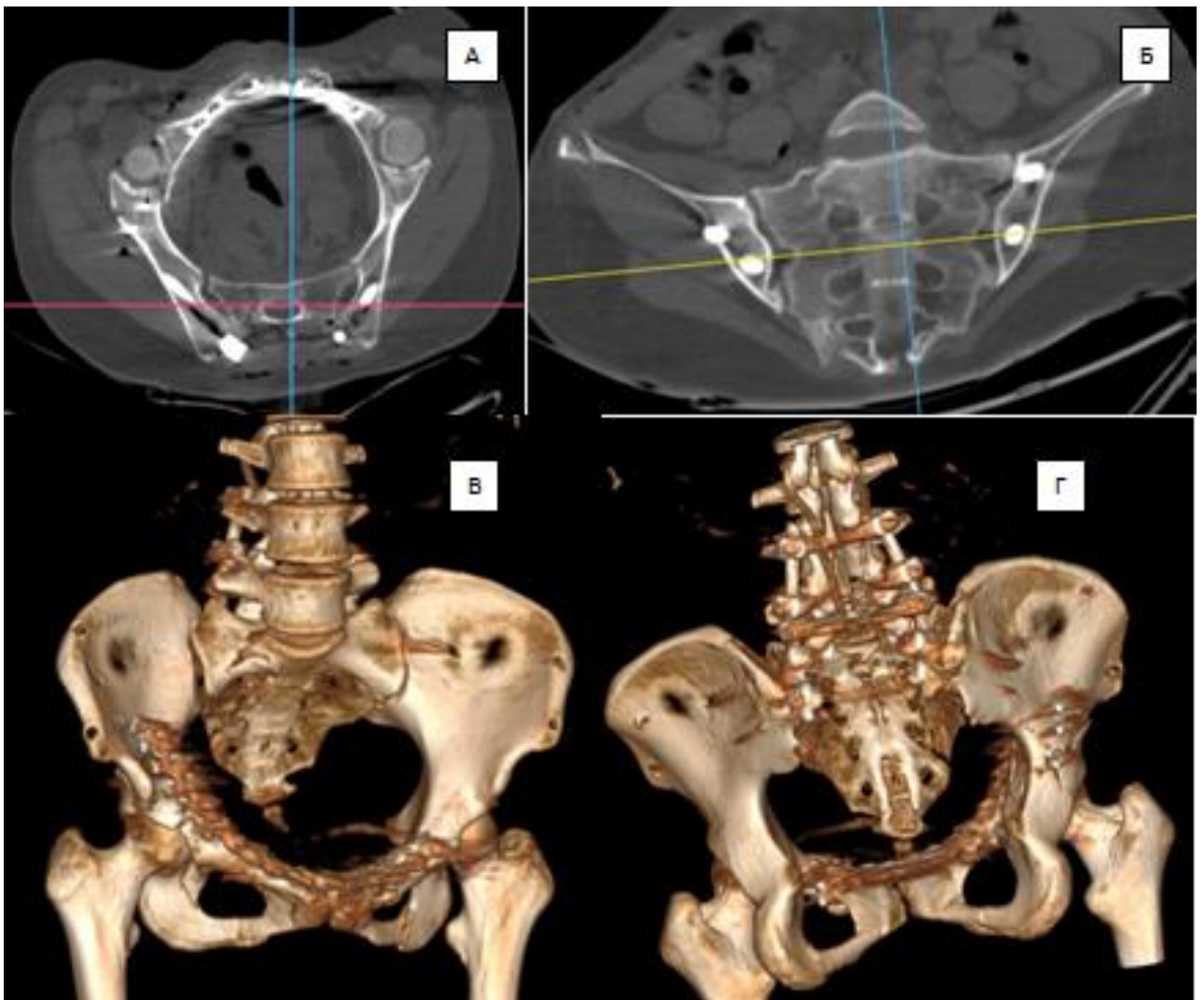


Рисунок 22 – Рентгенотомограммы пациента В. 21 года после погружного остеосинтеза.

На сроке один год после операции пациентка передвигается самостоятельно, без дополнительной опоры, сохраняется ограничение движений в правом голеностопном суставе (Рисунок 23). Фиксаторы удалены. Пациентка выписана на амбулаторное лечение на 4-е сутки. Раны зажили первичным натяжением, швы сняты на сроке 13 дней после операции.



Рисунок 23 – Внешний вид и функциональные возможности пациентки В. После окончания курса реабилитации.

4. Пострадавший Г. 34 лет. МКСБ № 6725938. Сроки госпитализации с 24.09.2018г. по 29.11.2018г. Диагноз: Сочетанная травма. Закрытые оскольчатые переломы лонной и седалищной костей слева со смещением, лонной и седалищной костей справа без смещения, многооскольчатый трансфораминальный перелом крестца слева (S1 - S5), копчика (Co-1, Co-2) со смещением. Травматическое повреждение корешков S 1 - S 5 с чувствительными и двигательными расстройствами. Закрытые переломы поперечных отростков Th 10 – Th 12 грудных позвонков, L 1 - L 5 поясничных позвонков слева со смещением (Рисунок 24). Закрытый перелом большого вертела левой бедренной кости без смещения. Закрытая травма грудной клетки. Закрытые переломы 10,11,12 рёбер слева со смещением. Двухсторонний пневмоторакс. Ушиб лёгких. Травматический пульмонит. Вторично-открытый оскольчатый перелом дистального эпиметадиафиза лучевой, нижней трети локтевой кости левого

предплечья со смещением. Ушиб головного мозга лёгкой степени. Линейный перелом лобной кости с переходом на основание. Закрытая травма живота. Травматическая десерозация тощей кишки, осложнённая перфорацией. Травматический некроз пряди сальника. Забрюшинная гематома малого таза, передней брюшной стенки и мочевого пузыря. Местный, ограниченный желчно-серозный перитонит. Ушиб почек. Травматический шок третьей степени. Посттравматическая плексопатия пояснично-крестцового сплетения с формированием грубого, вялого монопареза левой нижней конечности до двух баллов, чувствительных нарушений, стойкого подострого нейропатического болевого синдрома, явлений детрузорно-сфинктерной диссинергии, нейроортопедического синдрома с ограничением функции ходьбы.

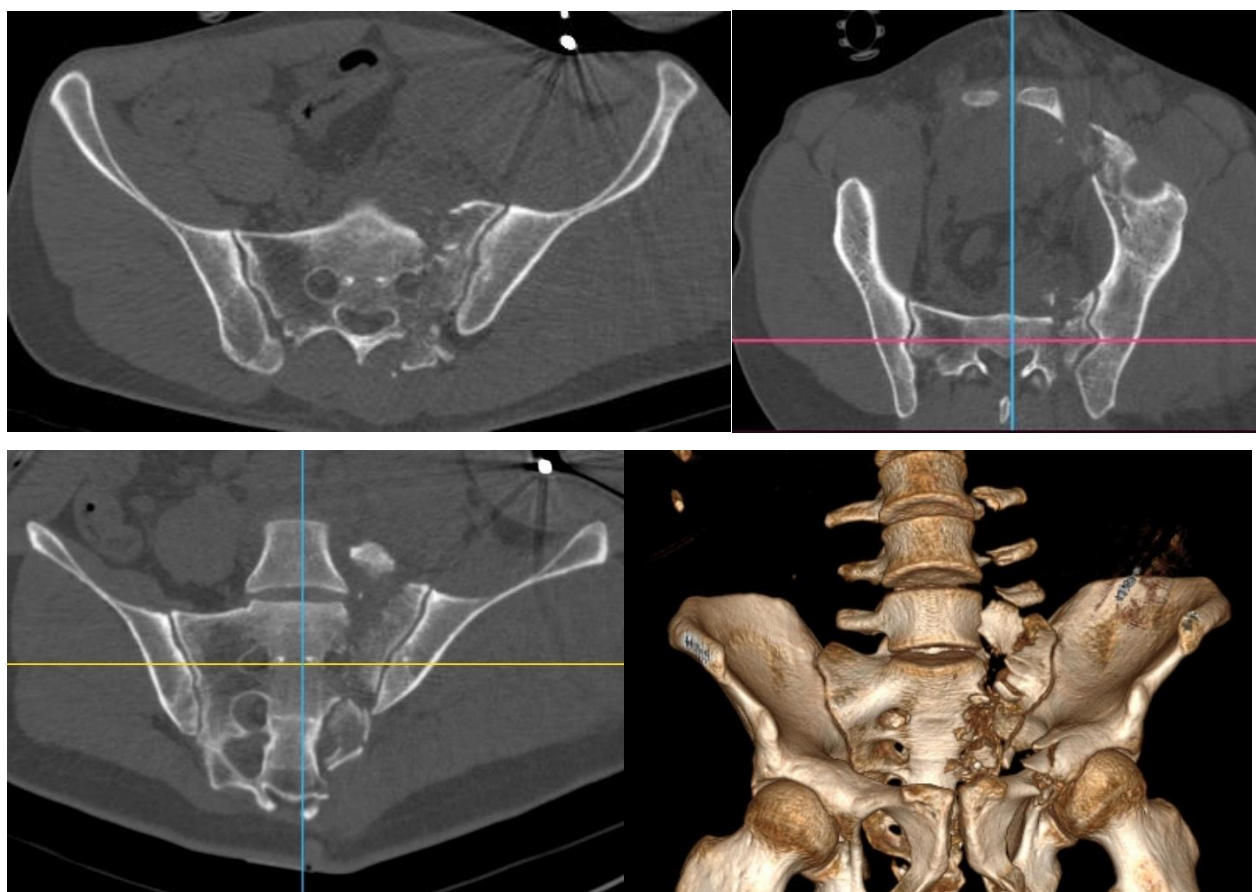


Рисунок 24 - Рентгенотомограммы пояснично-тазового отдела пострадавшего Г. 34 лет при поступлении в клинику.

Травма получена в результате ДТП. Пострадавший доставлен в противошоковый зал ПДО ГАУЗ ГКБ№7 через 35 минут после травмы. В противошоковом зале осмотрен травматологом, хирургом, нейрохирургом, реаниматологом. Выполнено УЗИ ОБП, плевральных полостей, пан КТ.

Из противошоковой палаты пациент транспортирован в неотложную операционную, выполнено: ЗЧКОС костей таза стержневым АВФ. Торакоцентез, дренирование левой и правой плевральных полостей. Госпитализирован в ОАРИТ.

На третьи сутки после госпитализации в связи с нарастанием клиники перитонита выполнено оперативное вмешательство в объеме: Диагностическая лапароскопия. Лапаротомия. Ревизия, ушивание перфорации тонкой кишки. Интубация тонкой кишки по Эбботу-Миллеру. Санация и дренирование брюшной полости.

На 17-е сутки госпитализации, после окончательной стабилизации общего состояния, выполнено оперативное вмешательство в объеме: Открытая репозиция перелома крестца. Двухсторонняя илеолюмбальная фиксация. Остеосинтез верхней ветви левой лонной кости пластиной и винтами (Рисунок 25 а).

Пациент вертикализирован на вторые сутки после операции. Раны зажили первичным натяжением, швы сняты на 14 день после операции. За период стационарного лечения регресс неврологической симптоматики не наблюдался.

На контрольном осмотре пациента на сроке 6 месяцев после операции отмечается полный регресс неврологических нарушений. Через год после травмы, полное сращение переломов, пациент передвигается самостоятельно без дополнительной опоры.

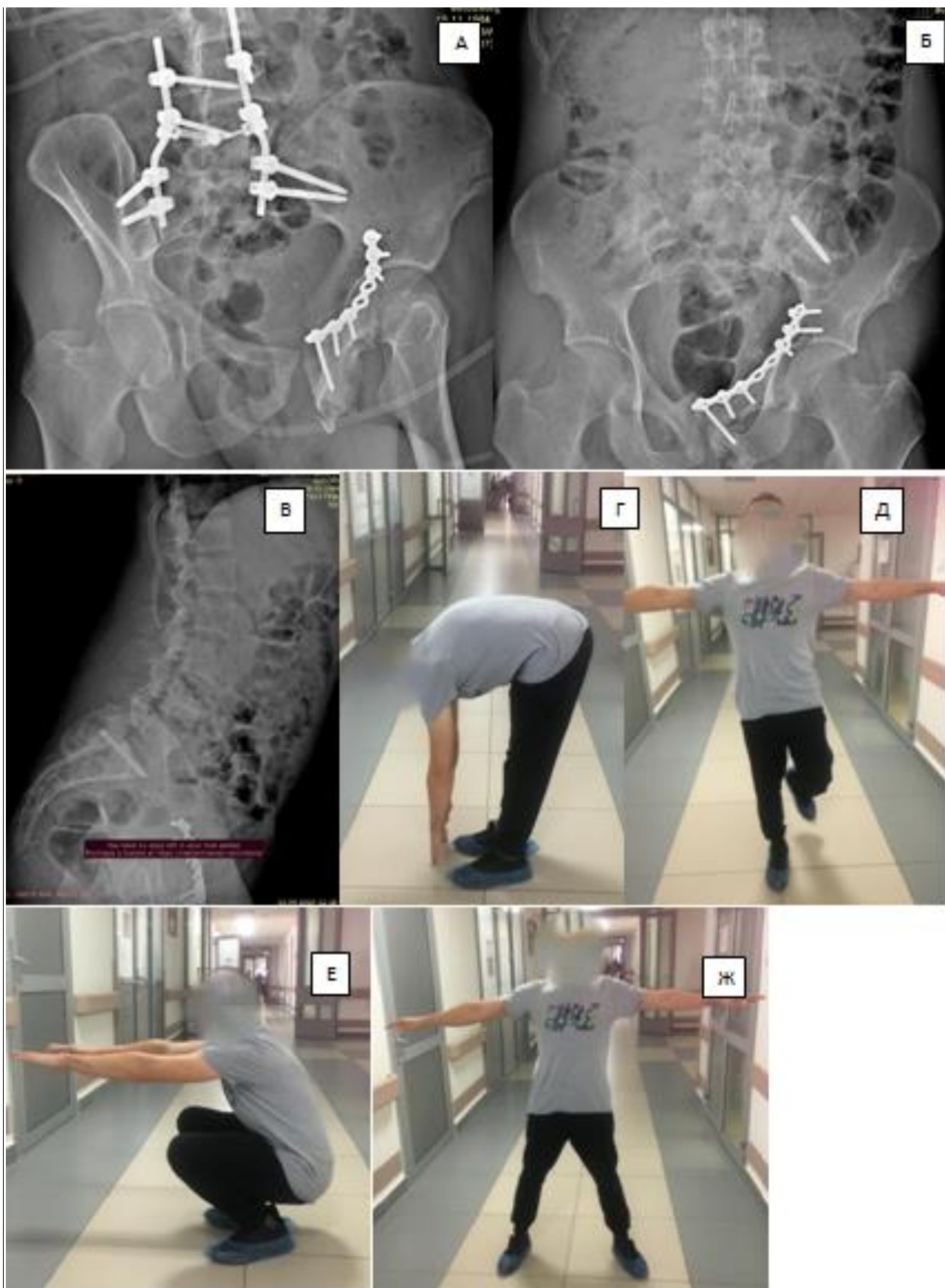


Рисунок 25 – Рентгенограммы пояснично-тазового отдела (А-В), внешний вид и функциональные возможности пациента Г. через год после травмы (Г-Ж).

В плановом порядке госпитализирован на удаление фиксаторов. После чего рана зажила первичным натяжением, швы сняты на сроке 12 дней после операции (Рисунок 25 б-ж).

3.5. Особенности послеоперационного периода

В ходе проведения исследования у ряда пациентов обеих групп были диагностированы отклонения от планируемого варианта лечения с соответствующим развитием интра- и послеоперационных осложнений.

У одного пациента основной группы (5%) сохранялось остаточное смещение в 6 мм. На контрольных осмотрах до удаления фиксаторов оно не прогрессировало. У другого пациента (5%) отмечалось развитие воспалительного процесса в области послеоперационной раны. Поверхностная инфекция купирована сменой антибактериальной терапии, санацией раны, удаление фиксаторов не потребовалось.

Остаточное смещение в 10-15 мм отмечено у трёх пациентов группы сравнения (14.3%), в 5-10 мм - у 5-х пациентов (23.8%). Несращение перелома крестца на контрольном осмотре через год после операции в группе сравнения диагностировано у трёх пациентов (14.3%). Двум пациентам группы сравнения (9.5%) потребовалось повторное хирургическое вмешательство на сроке 1.5-2 месяца после травмы в связи с нестабильностью фиксаторов. У 9 пациентов группы сравнения (42,9%) в процессе сращения перелома отмечались явления стержневой инфекции, не потребовавшее удаления металлоконструкций (Таблица 8).

Ятрогенного повреждения нервов и кровеносных сосудов в обеих группах пациентов не наблюдалось.

Таблица 8 - Структура осложнений обеих групп пациентов

	Основная группа	Группа сравнения
Остаточное смещение 5-10 мм	1 (5%)	5 (23.8%)
Остаточное смещение 10-15 мм	0	3(14.3%)
Нестабильность фиксаторов	0	2(9,5%)
Несращение перелома	0	3(14.3%)
Инфекционные осложнения, не потребовавшие удаления фиксаторов	1 (5%)	9 (42.9%)
Инфекционные осложнения, потребовавшие удаления фиксаторов	0	0
Повреждение нервов, сосудов	0	0

3.6 Обсуждение результатов

Даже в современных условиях выбор хирургической тактики для нестабильных повреждений тазового кольца представляет собой сложную задачу, несмотря на широкий спектр доступных металлоконструкций и методов хирургической коррекции. Важно тщательно оценивать риск оперативного вмешательства, учитывая степень тяжести у пострадавшего с политравмой. Подчас операция в таких случаях может не только ухудшить состояние пациента, но и привести к летальному исходу [6].

Schildhauer и его коллеги представили и последующим усовершенствовали два метода пояснично-тазовой фиксации для лечения травматических повреждений тазового кольца. [99].

Первый метод включает использование двух штанг с поперечной стяжкой, а второй метод – триангулярную фиксацию с одной штангой и дополнительным илеосакральным винтом. Пояснично-тазовая фиксация является хирургической процедурой, применяемой при нестабильных повреждениях тазового кольца, которая позволяет осуществлять немедленную нагрузку. Биомеханические испытания показали, что триангулярная пояснично-тазовая фиксация обеспечивает более значительную начальную стабильность в зоне компрессии по сравнению с илеосакральной фиксацией. Однако до настоящего момента не проведены исследования, которые бы определили уровень нагрузки на поврежденную область в зоне компрессии.

Использование односторонней пояснично-тазовой фиксации не рекомендуется, поскольку это может привести к нарушению фронтального и сагиттального баланса позвоночника, а в результате - к перегрузке противоположных фасеточных суставов и одностороннему напряжению крестцово-подвздошного сустава, что может вызывать хронический нижепоясничный болевой синдром [13].

При таких ситуациях необходимо выполнение заднелатерального артродеза унилатерального крестцово-подвздошного сустава и соединения L₅/S₁ [5]. Такие меры требуются для обеспечения стабильности и восстановления правильного функционирования позвоночного столба при данном повреждении.

Повторные операции, вызванные инфекцией (8%) и нарушением стабильности фиксации (6%), являются распространенными осложнениями при лечении повреждений тазового кольца. Однако, помимо этих факторов, существуют и другие причины, способствующие возникновению осложнений. Одним из таких важных факторов является тяжесть сопутствующих повреждений, которые могут затрагивать как само тазовое кольцо, так и внутренние органы малого таза и брюшную полость. Тяжелые сочетания повреждений других анатомических областей, органов и систем создают дополнительные сложности при реабилитации и повышают риск осложнений. Необходимо отметить, что, несмотря на использование современных методов

лечения, некоторые осложнения все же могут быть неизбежными. Данное обстоятельство подчеркивает важность постоянного мониторинга состояния пациента и применения индивидуального подхода при выборе стратегии лечения [94].

Активная хирургическая тактика, основанная на принципах ранней мобилизации и реабилитации пациента, играет существенную роль в улучшении результатов и сокращении сроков лечения. Ранняя активация позволяет ускорить процесс заживления поврежденных тканей, восстановить функциональность и снизить риск осложнений. Этот подход также значительно снижает смертность и способствует полному восстановлению пациента [39].

Осложнения наиболее часто возникают у пациентов с нестабильными повреждениями заднего комплекса и преимущественным повреждением связочного аппарата. Это связано с тем, что такие повреждения создают дополнительную нестабильность в области таза, требующую сложных хирургических вмешательств и наиболее тщательного контроля восстановления стабильности [8].

Современные требования в лечении пациентов с вертикально-нестабильными повреждениями таза подразумевают использование биомеханически обоснованных методов погружного остеосинтеза. Наиболее эффективным подходом к лечению пациентов с такими сложными повреждениями служит пояснично-тазовая фиксация, которая позволяет одновременно осуществлять доступ для декомпрессии нервных структур [48].

Существует несколько методов установки транспедикулярных винтов в задние ости подвздошных костей, таких как прямое введение через тело S_2 позвонка, боковые массы крестца или тела S_1/S_2 позвонков, а также их различные комбинации. Однако, следует отметить, что такая конфигурация винтов не всегда обеспечивает достаточную ротационную стабильность, и поэтому некоторые специалисты рекомендуют использовать дополнительные крестцово-подвздошные винты в форме треугольной фиксации. Такой способ позволяет достичь более надежной стабильности и снизить риск нежелательных

последствий при лечении вертикально-нестабильных повреждений таза. Важно отметить, что выбор оптимального метода лечения должен осуществляться с учетом индивидуальных особенностей пациента и характеристик повреждения, и требует оценки и решения опытного хирурга [47].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанный способ компоновки пояснично-тазового фиксатора, обеспечивающее надежную фиксацию пояснично-тазового перехода независимо от степени смещения, наличия сопутствующих повреждений и наличия неврологических нарушений.

Этот новый метод фиксации основан на инновационных технологиях и подходах, которые позволяют достичь максимальной стабильности и надежности в лечении пациентов с нестабильными повреждениями пояснично-тазового перехода. Благодаря уникальному дизайну и конфигурации фиксатора, данное изделие обеспечивает эффективное удержание фрагментов и восстановление анатомической целостности с минимальным риском повреждения окружающих тканей.

Одно из значимых преимуществ данного способа заключается в его универсальности. Независимо от сложности повреждения и сопутствующих факторов, таких как смещение и неврологические нарушения, он демонстрирует высокую эффективность и стабильность, что является важным для обеспечения успешного лечения и полного восстановления функции пояснично-тазового перехода.

Такой подход имеет потенциал для значительного улучшения результатов лечения пациентов с нестабильными повреждениями пояснично-тазового перехода. Дальнейшее исследование и клиническое применение данного способа помогут подтвердить его эффективность и преимущества, способствуя совершенствованию лечения этой сложной патологии и повышению качества жизни пациентов.

За период с 2015 по 2022 годы было проведено исследование лечения 159 пациентов с травмой таза в возрасте от 15 до 89 лет ($\mu = 45.86$ лет). Из них 80 женщин, 79 мужчин. Пациенты были разделены на 4 возрастные группы, 1 группа от 15 до 44 лет, 2 группа от 45 до 59 лет, 3 группа от 60 до 74 лет и 4 группа свыше 75 лет.

В группах пациентов до 59 лет преобладают пациенты мужского пола, что связано с более активным образом жизни и тем, что мужчины чаще работают на тяжелых производствах и их работа чаще связана с риском повреждений. В группе пациентов старше 60 лет начинают доминировать женщины, что связано большей подверженностью женщин остеопорозу. Также основной причиной в старших возрастных группах начинает доминировать низкоэнергетическая травма.

Травма таза у исследованных пациентов сочеталась со следующими повреждениями: с травмой грудной клетки в у 45 (28.3%) пациентов, травмой головы у 27 (16.98%) пациентов, травмой шейного отдела позвоночника у 6 (3.77%) пациентов, травмой грудного отдела позвоночника у 11 (6.92%) пациентов, травмой поясничного отдела позвоночника у 33 (20.75%) пациентов, переломом бедра у 24 (15.9%) пациентов, переломом костей голени у 19 (11.95%) пациентов, переломом костей стопы у 14 (8.81%) пациентов, травмой плеча и плечевого пояса у 21 (13.21%) пациентов, переломом костей предплечья у 18 (11.32%) пациентов, переломом костей запястья и кисти у 10 (6.29%) пациентов, травмой органов брюшной полости у 7 (4.4%) пациентов, разрывом мочевого пузыря и уретры у 9 (5.66%) пациентов.

Структура травмы таза: односторонний перелом лонной кости у 92 (57.86%) пациентов, двусторонний перелом лонной кости у 36 (22.64%) пациентов. Односторонний перелом седалищной кости у 93 (58.49%) пациентов, двусторонний перелом седалищной кости у 23 (14.47%) пациентов. Односторонние переломы крестца у 107 (67.3%) пациентов, двусторонние переломы крестца у 23 (14.47%) пациентов. Разрыв КПС у 11 (6.92%) пациентов. Сочетание перелома крестца и разрыва КПС у 18 (11.32%) пациентов, перелом подвздошной кости у 36 (22.64%) пациентов, разрыв симфиза у 15 (9.43%) пациентов. Перелом вертлужной впадины у 29 (18.24%) пациентов.

В структуре переломов крестца повреждения распределились следующим образом: переломы крестца в зоне Denis 1 – встречались у 66 (41.51%) пациентов, Denis 2 у 65 (40.88%) пациентов, Denis 3 у 22 (13.84%) пациентов.

Односторонние переломы крестца распределились следующим образом: Denis 1 – 59 (37.1%) пациентов, Denis 2 – 44 (27.67%) пациентов, Denis 3 (3.77%) – 6 пациентов. Двусторонние переломы крестца: Denis 1 – 7 (4.4%) пациентов, Denis 2 – 19 (11.95%) пациентов, Denis 3 – 16 (10.06%) пациентов.

У 36 (22.64%) пациентов повреждения крестца пролечены консервативно. 75 (47.17%) пациентам произведена фиксация перелома костей таза в АНФ. 25 (15.72%) пациентам АНФ использован как вариант окончательной стабилизации тазового кольца. 16 (10.06%) пациентам произведена конверсия из противошокового АНФ в окончательный АНФ. 18 (11.32%) пациентам произведена конверсия АНФ в малоинвазивную илеосакральную фиксацию винтами. 16 (10.06%) пациентам произведена конверсия АНФ в двустороннюю позвоночно-тазовую фиксацию. 4 (2.52%) пациентам выполнена двусторонняя позвоночно-тазовая фиксация без первичной стабилизации в АНФ. Остеосинтез заднего полукольца илеосакральными винтами выполнен 41 (25.79%) пациенту, из них 5 (3.14%) пациентам выполнена двусторонняя фиксация. Остеосинтез крестца трансподвздошными пластинами выполнен 7 (4.4%) пациентам

В группе пациентов в возрасте от 15 до 44 лет 82 (51.57%) пациента из них 47 мужчин, 35 женщин. Из которых пролечены консервативно 8 пациентов, илеосакральная фиксация винтами выполнена 31 пациенту, трансподвздошные пластины использованы у 4 пациентов, АНФ использовался как первично-окончательный вариант стабилизации у 14 пациентов, конверсия АНФ в илеосакральную фиксацию выполнена у 13 пациентов, конверсия противошокового АНФ в окончательную фиксацию в АНФ произведена у 5 пациентов, пояснично-тазовая фиксация выполнена 2 пациентам, конверсия из АНФ в позвоночно-тазовую фиксацию выполнена 10 пациентам.

В группе пациентов от 45 до 59 лет, 37 (23.27%) пациентов, из них 14 женщин и 23 мужчины. Пролечены консервативно 5 пациентов. Остеосинтез илеосакральными винтами выполнен 7 пациентам. Трансподвздошная фиксация пластинами выполнена 2 пациентам. АНФ использован как первично-окончательный остеосинтез у 7 пациентов. Противошоковый АНФ переведен в

окончательную фиксацию в АНФ у 4 пациентов. АНФ конверсия в фиксацию илеосакральными винтами выполнена у 2 пациентов. Позвоночно-тазовая фиксация выполнена 1 пациенту. Конверсия АНФ в пояснично-тазовую фиксацию выполнена 3 пациентам.

В возрастной группе пациентов от 60 до 74 лет, 27 (16.98%) пациентов (22 женщины и 5 мужчин). Пролечены консервативно 9 пациентов. Илеосакральная фиксация канюлированными винтами выполнена 3 пациентам. Трансподвздошная фиксация 1 пациент. Первично-окончательная фиксация в АНФ у 4 пациентов. Конверсия противошокового АНФ в окончательный у 3 пациентов. Конверсия фиксации из АНФ в илеосакральную фиксацию винтами выполнена 2 пациентам. Позвоночно-тазовая фиксация выполнена 1 пациенту. Конверсия из АНФ в позвоночно-тазовую фиксацию выполнена 3 пациентам.

В возрастной группе пациентов старше 75 лет, 13 (8.18%) пациентов, из них 8 женщин и 5 мужчин. Все пациенты данной возрастной группы пролечены консервативно.

Пациенты, пролеченные с использованием двусторонней пояснично-тазовой фиксации, были отобраны в исследование в качестве основной группы. Всего 20 пациентов. Пациенты пролеченные консервативно (36 человек), исключены из исследования. Следующими из исследования исключены пациенты, пролеченные с использованием илеосакральной фиксации канюлированными винтами (41 пациент) и пациенты, пролеченные с использованием трансподвздошной фиксации пластинами (7 пациентов). Данная группа пациентов исключена в связи с отсутствием признаков вертикальной и ротационной нестабильности повреждений таза. В результате чего в качестве группы сравнения были отобраны 37 пациентов пролеченные с использованием АНФ в качестве окончательного варианта стабилизации. Из отобранных пациентов группы сравнения 9 отказались от участия и 7 пациентов перестали выходить на связь и появляться на контрольные осмотры.

Итого был отобран за период с 2015 по 2022 годы 41 пострадавший с повреждениями заднего полукольца таза, характеризующимися вертикальной и

ротационной нестабильностью. Основная группа состояла из 20 пациентов (9 мужчин и 11 женщин) среднего возраста 42,6 года. Группа сравнения включала 21 пациента (15 мужчин и 6 женщин) со средним возрастом 43,2 года.

Структура полученных травм у пациентов основной группы включала комбинацию повреждений таза в сочетании с другими травмами. Из 20 пациентов основной группы, 11 (55%) имели одновременные повреждения грудной клетки, 6 (30%) - травму головы, 4 (20%) - повреждение шейного отдела позвоночника, 5 (25%) - повреждение грудного отдела позвоночника, 10 (50%) - повреждение поясничного отдела позвоночника, 2 (10%) - перелом бедра, 7 (35%) - перелом костей голени, 6 (30%) - повреждение костей стопы, 3 (15%) - перелом вертлужной впадины, 4 (20%) - перелом костей плечевого пояса и плеча, 5 (25%) - повреждение предплечья, 2 (10%) - перелом костей кисти, 3 (15%) - повреждение органов брюшной полости, и 3 (15%) - разрыв мочевого пузыря и уретры.

Среди пациентов в контрольной группе также было наблюдаемо сочетание травм таза с другими травмами. Из 21 пациента контрольной группы, 9 (43,2%) имели дополнительные травмы грудной клетки, 5 (24%) – головной травмы, 1 (4,8%) – травму шейного отдела позвоночника, 1 (4,8%) – травму грудного отдела позвоночника, 5 (24%) – травму поясничного отдела позвоночника, 3 (14,4%) – перелом бедра, 2 (9,6%) – перелом голени, 3 (14,4%) – травму стопы, 3 (14,4%) – травму вертлужной впадины, 4 (19,2%) – перелом плечевого пояса и плеча, 2 (9,6%) – травму предплечья, 1 (4,8%) - травму кисти, 3 (14,4%) – травму органов брюшной полости, и 5 (24%) – разрыв мочевого пузыря и уретры.

Классификация АО/ОТА использовалась для определения степени повреждений тазового кольца в обеих группах, которые были сравнимаемыми.

Продолжительность пребывания в клинике для пациентов основной группы составляла от 12 до 66 дней, со средним значением 27,95 дня. У пациентов группы сравнения средняя продолжительность пребывания в стационаре варьировалась от 7 до 47 дней, со средним значением 20,3 дня.

В ГКБ №7 г. Казани была проведена апробация биомеханической модифицированной тактики фиксации пояснично-тазовых переломов крестца при односторонних нестабильных повреждениях. Этот метод был разработан на базе кафедры травматологии и ортопедии, хирургии экстремальных состояний ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России.

Основой разработки варианта фиксации при односторонних нестабильных переломах крестца (Патент РФ №2684870) послужили проведенные биомеханические расчеты.

Анализ фиксирующих элементов основан на исследованиях в научных статьях и других ресурсах, включая рентгеновские снимки. При изучении различных методов фиксации пояснично-тазовой области, включая треугольную фиксацию, было обнаружено, что продольная балка отклоняется от оси нагрузки в интервале от 30 до 35⁰ градусов. Исходя из факта, что угол между осью нагрузки и продольной балкой составляет 30-35⁰ градусов, а наклон продольной балки составляет 30⁰ градусов, а также среднее максимальное нагрузка на них (в опорную фазу шага) равна 100% массы тела, были проведены биомеханические расчеты.

Усилие, которое отклоняется при односторонней фиксации, составляет 57,7% от массы тела в сторону и 86,6% вниз, соответствующее направлению оси вращения винта. Это может привести к расшатыванию и потере фиксации. Кроме того, половина фиксатора, где установлен 1 транспедикулярный винт, несет всю нагрузку. При дополнительном воздействии циклических нагрузок, существует высокая вероятность потери фиксации. Недостаток или избыток репонирующего усилия между винтами может привести к нарушению фронтального и сагиттального баланса позвоночника.

Повышенный уровень фиксации и оптимальное распределение нагрузки могут быть достигнуты путем увеличения длины фиксатора и установки двух винтов с обеих сторон. В результате такой конструкции, силы распределяются равномерно и оба винта, находящиеся ближе к центру, несут нагрузку. Это

позволяет устранить отклоняющее усилие и сохранить уровень сжатия балки на уровне 57,7% от массы тела.

Помимо нагрузок, связанных с весом тела, существуют и другие воздействия, вызываемые мышечным напряжением и движением в суставах и сочленениях. Одним из таких движений являются колебательные движения крестца в плоскости, направленной поперек тела. При этом разность между задними полюсами подвздошных костей может составлять от 3 до 18 мм. То есть, даже при фиксации крестца, с одной стороны, он все равно подвержен небольшим колебаниям и связанным с ним движениям, которые оказывают влияние на объем таза в области перелома крестца. Кроме того, неправильное напряжение между винтами может привести к нарушению баланса позвоночника в плоскости, параллельной передней поверхности тела.

Для предотвращения вращения крестца и сохранения равновесия спины, мы предлагаем применять двустороннюю пояснично-подвздошную фиксацию с установкой поперечной стяжки как в случае двусторонних, так и односторонних повреждений.

В настоящий момент, путем контролируемого увеличения реклинации со здоровой стороны, мы можем корректировать фронтальный баланс позвоночника. Предварительно рассчитывается коррекция сагиттального баланса и величина поясничного лордоза с использованием стандартных формул по данным томографического исследования. При таком методе фиксации сохраняется $\frac{1}{2}$ нагрузки на продольные балки.

Усилия, направленные на перемещение, исключаются, и вместо этого возникает нагрузка, приводящая к разрыву поперечной балки. Вертикальная нагрузка от позвоночника немедленно передается на подвздошные кости, минуя крестец, при этом крестцово-подвздошные суставы не подвергаются риску. Баланс позвоночника остается сохраненным. Так как поврежденный участок (крестец) и крестцово-подвздошные суставы полностью освобождаются от нагрузки при вертикализации пациента, не возникает болевой синдром, и

пострадавший может передвигаться с полной нагрузкой уже в первые дни после операции.

Для определения точки введения винтов использовались обычные анатомические ориентиры. Затем, в одной из этих точек, вводится специальная проводка. Оптимальная траектория введения проводки в плоскости, проходящей через переднюю и заднюю части тела, определяется с помощью рентгеновского исследования в профиль.

В повседневной практике, для контроля во время операций, использовалось устройство электронно-оптического преобразования (ЭОП). Это дает возможность получать двумерные изображения, которые могут быть полезными для определения области вмешательства и контроля точности расположения имплантов. Во время операции использовался интравнутриоперационный контроль с помощью модели BV Endura R2.3, произведенной компанией Philips, Нидерланды.

Зонд аккуратно вводился под контролем флюороскопии в верхнюю часть корня подвздошно-гребенчатой дуги. При переходе С-дуги в прямую проекцию следует обратить внимание на то, чтобы зонд не был направлен слишком медиально. Зонд погружается на необходимую глубину, и целостность костных стенок корня дуги оценивается с помощью щупа. Затем на всех уровнях создаются каналы, в которые вводятся рентгеновские маркеры или спицы Киршнера. Перед введением винтов проводилась рентгенография в прямой и боковой проекциях. При использовании перкутанной техники флюороскопический контроль являлся обязательным, так как прямая визуализация отсутствует. В связи с этим рекомендуется использовать две С-дуги: одна для контроля в боковой проекции, а другая - в прямой проекции. Для обеспечения более удобного доступа к операционной зоне С-дуга, используемая для контроля в прямой проекции, может быть наклонена в направлении головы пациента.

После достижения удовлетворительного положения иглы, она заменяется спицей Киршнера, а защитник мягких тканей и метчик могут быть введены по

желанию. Метчик используется для нарезания резьбы, после чего его извлекают, а педикулярный винт вводится по спице. Процесс введения винта, его глубина и траектория контролируются с помощью флюороскопии. До достижения винтом вентральной границы корня дуги, направляющая спица должна оставаться в пределах тела позвонка. Все манипуляции с использованием спицы выполняются под флюороскопическим контролем, и после введения винта в тело позвонка, спица удаляется.

В процессе процедуры выполнялось ввод по два транспедикулярных винта в тела поясничных позвонков L4 и L5 справа и слева. При необходимости (например, из-за особенностей анатомии или наличия сопутствующих повреждений позвонков L4, L5), фиксация могла быть перемещена на верхние позвонки. Затем вводилось также по два транспедикулярных винта в задние ости подвздошных костей. На той стороне таза, которая не повреждена или не смещена, устанавливалась изогнутая балка-опора на парах винтов, соответствующих этой стороне. Гайки на винтах фиксировались в нейтральном положении, чтобы предотвратить возникновение напряжения и смещения.

Для восстановления поврежденной стороны мы использовали предварительно изогнутую балку-опору, которую устанавливали на головки транспедикулярных винтов. Эти винты блокируются вначале в винтах, введенных в поясничные позвонки соответствующей стороны. С помощью реклинирующих щипцов исправляли смещение и фиксируем винты, введенные в задние ости подвздошной кости. После этого устанавливается поперечная штанга между изогнутыми балками-опорами, чтобы закрепить все вместе. После этого рана ушивается наглухо, послойно.

В обеих группах пациентов были использованы различные титановые импланты, поставляемые различными производителями из разных стран, включая отечественные, китайские, европейские и американские компании.

Предлагаемый метод фиксации можно применять как самостоятельно, так и в сочетании с другими методами остеосинтеза. Он обеспечивает надежную

фиксацию поврежденного сегмента позвоночника и способствует более быстрому восстановлению пациента.

Для изучения качества жизни и функциональных возможностей пациентов в послеоперационном периоде был использован опросник SF-36. Этот опросник широко используется как в России, так и за рубежом для оценки жизненного качества пациентов с разными заболеваниями. Он предоставляет количественную оценку физического, эмоционального и социального аспектов качества жизни, что позволяет определить цели и направление реабилитационного лечения с высокой точностью.

Шкала S.A. MaJeed является инструментом оценки результатов лечения у пациентов с травматологическими и ортопедическими проблемами, включая переломы таза. Она предоставляет оценку функционального восстановления и качества жизни пациентов после лечения.

Шкала MaJeed включает пять категорий для оценки различных аспектов состояния пациента: Болевой синдром; Стояние; Сидение; Работа; Половая функция.

Оценка качества жизни пациентов с помощью вышеназванных опросников проводилась через 6 и 12 месяцев после операции.

Статистическая обработка проводилась с использованием пакета статистических программ SPSS (v.18.0).

Оценка нормальности распределения количественных показателей осуществлялась с применением критерия Колмогорова-Смирнова. Проанализировав данные, было установлено, что они соответствуют нормальному закону, поэтому для дальнейших оценок мы использовали параметрические критерии. Данные были представлены в формате $M \pm m$, где M - среднее арифметическое значение, m - стандартная ошибка среднего. Для сравнения показателей двух групп мы использовали критерий Стьюдента, а при сравнении показателей трех и более групп применяли критерий Стьюдента с поправкой Бонферрони. Сравнение качественных показателей проводилось с

использованием критерия χ^2 или точного критерия Фишера. Различия считались статистически значимыми при значении $p < 0,05$.

На стационарном этапе лечения пациентов с вертикально нестабильными переломами крестца был использован инновационный подход «Damage Control Orthopedics». Вначале пациенты доставлялись в противошоковую палату приемно-диагностического отделения, где их незамедлительно осматривали травматологом, хирургом, нейрохирургом и реаниматологом. Далее начинался комплекс профилактических мероприятий, включающих неинвазивные методы диагностики, такие как ультразвуковое исследование органов брюшной полости, плевральной полости и средостения, а также рентгенография грудной клетки, таза и позвоночника. УЗИ исследование проводилось на высокотехнологичном аппарате, обеспечивая точную и качественную диагностику.

На следующем этапе производилась стабилизация всех повреждений. Это включало закрепление костей таза с помощью тазового бандажа и неподвижность конечностей. В случае обнаружения пневмоторакса или гемоторакса проводился торакоцентез. Кроме того, в зависимости от серьезности состояния пациента принималось решение о транспортировке в операционную или проведении полного компьютерного томографического (КТ) сканирования головы, грудины, позвоночника и таза.

В операционной проводилась фиксация поврежденных костей таза, бедра и голени, а также проводились декомпрессивные процедуры на мозгу, остановка кровотечения в брюшной полости и декомпрессивные вмешательства на позвоночнике. Для обеспечения стабильности использовались современные системы фиксации, такие как стержневые аппараты и скоба Ганца.

В медикаментозное лечение входили следующие компоненты: профилактические дозы антикоагулянтов, таких как гепарин в дозе 5000 единиц 3 раза в день, или ривароксабан в дозе 10 мг 1 раз в день, или дабигатран этексилат в дозе 220 мг 1 раз в день, или эноксапарин натрия в дозе 0.4 мг 1 раз в день. Наркотические анальгетики применялись при необходимости, если ненаркотические анальгетики оказывались неэффективными. Дополнительно

назначался омепразол в дозе 20 мг два раза в день для защиты желудочно-кишечного тракта. Применение антибиотиков осуществлялось в соответствии с показаниями для профилактики инфекций.

С самого начала госпитализации пациентам предоставлялась механическая тромбопрофилактика в форме эластической компрессии нижних конечностей.

На следующем этапе пациента доставили в реанимацию, где проводилась комплексная интенсивная противошоковая терапия. Продолжительность этого этапа варьировала от нескольких часов до нескольких суток в зависимости от состояния пациента и его потребностей.

При переводе пациента из отделения интенсивной терапии в специализированное отделение, госпитализация осуществлялась в ближайшую к медсестринской станции палату, чтобы обеспечить постоянный контроль за состоянием пациента в течение 24 часов. Таким образом, пациент всегда был под наблюдением и получал достойный уход, что гарантировало его безопасность и комфорт.

После установления окончательной стабильности гемодинамических показателей, начинался комплекс мероприятий, направленных на полную стабилизацию повреждений. Одним из них была замена внешних фиксаторов на погружные конструкции, которая улучшала надежность фиксации.

На основе результатов компьютерной томографии костей таза и поясничного отдела позвоночника проводилось предоперационное планирование. В ходе этого планирования определялись требуемый уровень и метод фиксации, места введения фиксирующих элементов, а также их положение и направление. Это позволяло получить более точное представление о стратегии операции и гарантировать наилучший результат.

В зависимости от типа повреждения костей таза, применялись разные методы для фиксации. Для несмещенных переломов и ротационно нестабильных переломов крестца использовались канюлированные винты для фиксации заднего полукольца таза. Однако, при вертикально нестабильных повреждениях более предпочтительна была двусторонняя пояснично-тазовая фиксация. Это

связано с трудностями точного позиционирования канюлированных винтов из-за вертикального смещения поврежденного сегмента.

Также была попытка репозиции крестца с помощью внешнего фиксатора, но возникла проблема визуализации крестца из-за наложения фиксирующих элементов аппарата. В связи с этим, было решено отказаться от применения канюлированных винтов и продолжить использование внешнего фиксатора.

Разработанный подход к поражению пояснично-тазовой области, полностью исключает необходимость использования внешних средств для восстановления повреждений. В начале этого метода, операции занимали около 150 минут из-за ограниченного опыта в области хирургии спины и таза. Сейчас, благодаря этому новому методу, продолжительность хирургического вмешательства составляет 60-90 минут, в зависимости от объема необходимых операций, таких как ламинэктомия и/или ламинопластика крестца. Использование данного подхода к пояснично-тазовой фиксации позволяет значительно сократить внутриоперационную потерю крови до 200 мл.

Во время проведения операции был применен метод интраоперационного контроля с использованием электронно-оптического преобразователя (ЭОП), который позволял проверить правильность расположения и положение фиксирующих элементов. На следующий день после операции проводился рентгенологический контроль, включающий обзорные рентгенограммы костей таза, левую и правую заперательные проекции, а также проекции входа и выхода в таз.

В случае отсутствия других противопоказаний со стороны органов и систем, пациенты начинают подниматься в вертикальное положение в первые двое суток после окончательной хирургической стабилизации заднего полукольца таза. Сразу после операции позволяет пациенту садиться, а по мере уменьшения боли (обычно на 4-5-й день после операции) ему разрешается вставать на ноги, используя костыли или ходунки для дополнительной поддержки. С момента, когда прошло двое суток после операции, начинается комплекс медицинской реабилитации, включающий лечебную физкультуру,

массаж и физиотерапию. В течение первых двух суток пациенты получают наркотические анальгетики для облегчения боли, причем в первый день они принимают их до трех раз в день, а на вторые сутки – только на ночь. На вторые сутки после операции удаляются послеоперационные дренажи, а перевязки проводятся через день. Швы снимаются на 12-14-й день после операции.

Продолжительность использования костылей или ходунков при ходьбе определяется наличием других повреждений. Если у пациента есть только травма таза, то ему рекомендуется использовать трость в течение 6 недель. Однако решение о перестановке трости принимается пациентом самостоятельно, по мере того как он научится стабильно ходить. Всегда важным фактором при формировании устойчивой походки является наличие других повреждений.

После операции пациенты выписываются на амбулаторное лечение через 6-7 дней, если послеоперационные раны не воспалены и нет других осложнений.

После процедуры по стабилизации пояснично-тазовой области, пациенты переходят на следующий этап лечения, который проводится амбулаторно. В течение 1,5, 3, 6 и 12 месяцев после операции, пациенты продолжают посещать травматолога в своем месте проживания. В ходе контрольных визитов проводится рентгенография тазовых костей в пяти различных проекциях: обзорной, левой и правой замковых проекциях, а также проекциях входа и выхода в таз. В это же время осуществляется контроль приема антикоагулянтов в течение 35 дней после операции, включая также контроль эластической компрессии на нижних конечностях.

Регистрировалось требование к пациентам, чтобы они явились на обычный медицинский осмотр к тому врачу, который выполнял операцию, один раз в 6 месяцев. Относительно удаления элементов крепления вопрос обсуждался на этом обычном обследовании, которое осуществлялось через 12 месяцев после хирургического вмешательства. Следуя рекомендациям в основной группе пациента 100% случаев в операционный день, в течение 1-2 лет после операции следовало выполнять удаление крепежных элементов.

Через 6 месяцев после операции наши пациенты из основной группы

достигли значительных показателей, которые охватывались в диапазоне 70-80 баллов во всех шкалах опросника SF-36 (максимальное значение - 100 баллов). В то же время, пациенты из группы сравнения продемонстрировали показатели, лежащие в рамках 30-50 баллов.

Анализ опросника показывает, что во всех шкалах пациенты основной группы имеют значительные преимущества перед группой сравнения. Кроме того, в шкале S.A. Majeed показатели у пациентов основной группы повышаются относительно показателей группы сравнения, и статистически значимых отличий между группами не обнаружено.

Эти результаты указывают на то, что через 6 месяцев после операции пациенты основной группы достигают лучшей функциональности и качества жизни по сравнению с пациентами группы сравнения, что свидетельствует о высокой эффективности восстановительного процесса в основной группе.

Полученные данные свидетельствуют о том, что у пациентов основной группы через полгода после операции функциональные возможности и качество жизни улучшаются больше, чем у пациентов группы сравнения, что подтверждает эффективность восстановительного процесса основной группы.

Через год после операции пациенты основной группы показывают лучшие результаты по большинству характеристик, чем пациенты группы сравнения. Результаты пациентов основной группы оцениваются в диапазоне 70-80 баллов, в то время как у пациентов группы сравнения показатели в основном составляют 65-75 баллов.

Таким образом, полученные данные подчеркивают успешность восстановительного процесса у пациентов основной группы, что представляет значимый прогресс в их функциональных возможностях и качестве жизни в сравнении с пациентами группы сравнения.

Наблюдается подтверждение того, что функциональные возможности и качество жизни пациентов основной группы через 12 месяцев после операции превосходят те, которые наблюдаются у пациентов группы сравнения. Это свидетельствует о высокой эффективности применяемой методики лечения в

основной группе.

Пациенты основной группы показывают увеличение показателей по всем шкалам опросника SF-36 на 1,5-6,5 баллов, в то время как пациенты группы сравнения демонстрируют увеличение на 15-30 баллов.

Исходя из имеющихся данных, можно сделать вывод, что пациенты основной группы демонстрировали активное восстановление после травмы, и к концу 6 месяцев их функциональные возможности и качество жизни практически вернулись к нормальному уровню. В дальнейший период от 6 до 12 месяцев наблюдались незначительные улучшения. В отличие от этого, пациенты из группы сравнения продолжали проходить процесс восстановления на протяжении первых 6 месяцев после операции и в период от 6 до 12 месяцев. Учитывая, что показатели пациентов группы сравнения не достигали уровня пациентов основной группы, можно предположить, что процесс восстановления продолжался даже после контрольного осмотра на 12-месячном сроке.

Следовательно, использование разработанной лечебной методики у пациентов основной группы приводит к заметному восстановлению функциональных возможностей и повышению уровня жизни. Это оптимизирует время, необходимое для индивидуального восстановления, сокращает продолжительность пребывания в стационаре и уменьшает риск становления инвалидом.

Существенные особенности этого метода заключаются в следующем: при одностороннем нестабильном вертикальном переломе крестца применяется двусторонняя пояснично-тазовая фиксирующая конструкция с использованием стягивающего элемента, а также опора на каждую подвздошную кость с помощью двух или более винтов.

Односторонний вариант фиксации может привести к вторичному смещению перелома, несращению или образованию ложного сустава, что в конечном итоге предрасполагает к серьезной деформации тазового кольца и изменению функциональной длины нижних конечностей.

Таким образом, предложенный метод призван обеспечить более надежную фиксацию и предотвратить осложнения, связанные с нестабильными вертикальными переломами крестца, что способствует восстановлению анатомической структуры тазового кольца и функциональности нижних конечностей.

Разработанный способ фиксации имеет большую значимость как с теоретической, так и с практической точек зрения. Такой подход улучшает качество жизни пациентов, позволяет им быстрее восстановить активность и полноценность движений. В дополнение к этому, его комфортность, простота и экономическая эффективность делают его привлекательным с практической стороны. Дальнейшие исследования и внедрение данного способа в клиническую практику помогут продолжить улучшение результатов лечения пациентов с нестабильными переломами заднего полукольца таза.

ВЫВОДЫ

1. Биомеханическое моделирование позволило определить вектор смещающих усилий, действующих на позвоночно-тазовый фиксатор при нестабильных переломах заднего полукольца таза. Установлено, что распределение фиксирующего усилия оказывает воздействие на ось транспедикулярного винта с силой в 86.6% от массы тела при статической нагрузке или в 401,83 Мпа при циклических нагрузках (верхняя граница допустимой нагрузки).

2. Определена оптимальная геометрия фиксатора, при которой поврежденный крестец полностью выключается из осевой нагрузки и позвоночно-тазовый фиксатор испытывает наименьшие динамические нагрузки (33,21 Мпа).

3. На основе проведенного биомеханического моделирования разработана 8 винтовая система хирургической стабилизации вертикально нестабильных переломов заднего полукольца таза, учитывающая вектор распределения сил, действующих на поврежденный сегмент. Данный способ позволил снизить нагрузку на фиксирующие элементы в 12 раз (до 33,21 Мпа), при этом распределение нагрузок на фиксатор происходит равномерно, а не на ось фиксирующих винтов.

4. Проведенный этапный анализ показывает статистически значимое превосходство во всех шкалах оценки качества жизни и функциональных результатов лечения пациентов. Уже на сроке 6 месяцев после операции по авторской методике средние показатели по SF-36 достигали от 62,5(±6,9) до 80,3(±5,6) в то время у пациентов группы сравнения находились в интервале от 28,5(±5,29) до 56,6(±3,7). Данные пациентов основной группы по шкале S.A. MaJeed составили 65,1(±4,8), в то время как в группе сравнения составили 56,9(±3,0). По SF-36 на сроке 12 месяцев показатели основной группы составили от 68,8 (±6,8) до 81,9(±5,8), в то время как в группе сравнения они составили от

56,7($\pm 3,5$) до 74,4($\pm 3,9$). Данные пациентов по шкале S.A. Majeed на сроке 12 месяцев после операции достигли 80,3($\pm 4,0$) и 77,9($\pm 2,7$) соответственно.

Применение в повседневной практике разработанного способа позволило полностью избежать повторных хирургических вмешательств и формирования несращений и ложных суставов крестца.

К недостаткам данного метода можно отнести необходимость дополнительной подготовки операционной бригады либо привлечение нейрохирургов.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Использование разработанного способа фиксации целесообразно как вариант окончательной стабилизации при смещенных одно и двусторонних переломах крестца.
2. Двусторонняя пояснично-тазовая фиксация целесообразна к использованию во всех случаях неврологических нарушений в сочетании с ламинэктомией или ламинопластикой крестца на уровне их повреждений.
3. При необходимости фиксации позвоночника на вышележащих уровнях, целесообразно разделять металлоконструкции, для сокращения вероятности развития болезни смежного сегмента.
4. При фиксации нестабильных повреждений заднего полукольца таза необходима стабилизация всех повреждений таза (переднего полукольца и вертлужной впадины).

Список сокращений

АД -артериальное давление

БК – боковая компрессия

ВС – вертикальный сдвиг

ПЗК – передне-задняя компрессия

СФ – сложные формы

МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография

ОАК – общий анализ крови

ОАМ – общий анализ мочи

ОДА – опорно- двигательный аппарат

ОБП – органы брюшной полости

КПС – крестцово-подвздошное сочленение

ДТП – дорожно-транспортное происшествие

ЭОП – электронно-оптический преобразователь

ПДО – приемно-диагностическое отделение

СМП – скорая медицинская помощь

ОАРИТ – отделений анестезиологии реанимации и интенсивной терапии

ЛТС – лимфо-тромбоцитарный слой

LC – locking plate

TiFi – трансподвздошный внутренний фиксатор

МИО – минимально инвазивный остеосинтез

ATSL – Advanced Trauma Life Support

ACS – Американский колледж хирургов

АО/ОТА – Association of the Osteosynthesis/ Orthopedic trauma association

ORIF – открытая репозиция и внутренняя фиксация

GHP – Grupo Hospitales Conceicao

СОТ – комитет по травмам

РТО – задний треугольный остеосинтез

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ананьин, Д. А. Реконструкция лонного сочленения при переломах таза типа В / Д. А. Ананьин, С. В. Сергеев, Б. Ш. Минасов // Медицинский вестник Башкортостана. – 2015. – Т.10, № 5. – С. 19-23.
2. Борозда, И. В. Систематизация знаний по биомеханике тазового кольца / И. В. Борозда // Дальневосточный медицинский журнал. – 2009. – № 2. – С. 129-132.
3. Борозда, И. В. Кровопотеря при переломах таза / И. В. Борозда, Н. А. Ганжуров, Р. В. Николаев // Амурский медицинский журнал. – 2019. – № 2. – С. 50-58.
4. Борозда, И. В. Этапный малоинвазивный остеосинтез нестабильных повреждений таза у пациентов с политравмой / И. В. Борозда, М. И. Борозда // ДТП как проблема федерального уровня. Медицинская помощь пострадавшим в ДТП : сборник тезисов конференции. – Тюмень, 2021. – С. 15-18.
5. Биомеханический анализ вариантов позвоночно-тазовой фиксации при продольных переломах крестца методом конечных элементов / А. А. Кулешов, Н. А. Аганесов, М. С. Ветрилэ [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2023. – Т. 20, № 1. – С. 28-35.
6. Валиев, Э. Ю. Современный подход к хирургическому лечению нестабильных переломов таза / Э. Ю. Валиев // Медицинская помощь при травмах. Новое в организации и технологиях. Перспективы импортозамещения в России : сборник тезисов V юбилейного конгресса с междунар. участием. – Санкт-Петербург, 2020. – С. 55-57.
7. Валиев, Э. Ю. Опыт оказания помощи пострадавшим с нестабильными повреждениями таза / Э. Ю. Валиев // Московская медицина. – 2019. – № 4. – С. 52.
8. Внешняя фиксация как основной и окончательный метод лечения повреждений тазового кольца при политравме / А. В. Бондаренко, И. В. Круглыхин, И. А. Плотников [и др.] // Политравма. – 2018. – № 2. – С. 41-50.

9. Внутренняя фиксация нестабильных переломов таза (опыт оперативного лечения) / А. П. Хапилин, Э. И. Солод, Д. А. Снетков [и др.] // Клиническая практика. – 2018. – № 1. – С. 18-22.
10. Гринь, А. А. Опыт использования FAST-протокола у пациента с политравмой, сопровождающейся переломами костей таза и бедра / А. А. Гринь, А. В. Данилова, К. С. Сергеев // Политравма. – 2018. – № 1. – С. 60-75.
11. Закиров, Р. И. Современное состояние проблемы нестабильных переломов заднего полукольца таза (обзор литературы) / Р. И. Закиров, И. Ф. Ахтямов // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2022. – № 2. – С. 89-94.
12. Закиров, Р. И. Обоснование способа пояснично-тазовой фиксации при вертикально нестабильных переломах крестца / Р. И. Закиров, И. Ф. Ахтямов // Вестник медицинского института РЕАВИЗ. – 2022. – № 5. – С. 58-65.
13. Закиров, Р. И. Результат успешного лечения пациентки с сочетанной травмой, включающей оскольчатый переломовывих крестца, осложненный каудопатией / Р. И. Закиров, И. Ф. Ахтямов, Г. М. Файзрахманова // Гений ортопедии. – 2022. – Т. 28, № 6. – С. 837-841.
14. Закиров, Р. И. Хирургия нестабильных повреждений тазового кольца. Тенденции, проблемы и перспективы / Р. И. Закиров, И. Ф. Ахтямов // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2021. – Т. 28, № 4. – С. 31-38.
15. Зворыкин, А. С. Повреждения таза как проблема современного травматизма / А. С. Зворыкин // Бюллетень Северного государственного медицинского университета. – 2020. – № 1. – С. 19-21.
16. Икрамов, А. И. Лучевая диагностика повреждений мочевого пузыря и уретры при травме таза / А. И. Икрамов, Г. Б. Халибаева // Медицинская визуализация. – 2019. – Т. 23, № 2. – С. 109-118.
17. Илеосакральная фиксация винтами у пострадавших с политравмой / И. В. Кажанов, В. А. Мануковский, И. М. Самохвалов [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2019. – № 1. – С. 80-91.

18. Казакова, Э. Ю. Эпидемиология и особенности сочетанных повреждений у пострадавших с переломами позвоночника в результате падения с высоты / Э. Ю. Казакова, А. А. Гринь // *Нейрохирургия*. – 2019. – Т. 21, № 3. – С. 21-28.
19. Клинические аспекты осложнений повреждений таза / А. Ф. Лазарев, Я. Г. Гудушаури, Е. П. Костив [и др.] // *Тихоокеанский медицинский журнал*. – 2017. – № 1. – С. 17-23.
20. Клинический опыт лечения переломов костей таза на фоне остеопороза / Э. И. Солод, А. Ф. Лазарев, Р. А. Петровский [и др.] // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. – 2019. – № 4. – С. 5-11.
21. Круглыхин, И. В. Минимально-инвазивный остеосинтез фрагментов тазового кольца у пациентов с политравмой : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.01.15 / Круглыхин Иван Васильевич. – Новосибирск, 2019. – 23 с.
22. Кустурова, Ф. В. Политравма : вертикально нестабильные переломы таза, раннее хирургическое лечение / Ф. В. Кустурова, В. И. Кустуров // *Кафедра травматологии и ортопедии*. – 2018. – № 3. – С. 36-39.
23. Лобанов, Г. В. Клинический случай хирургического лечения нестабильного перелома шейного отдела позвоночника в сочетании с нестабильно-ротационным переломом костей таза / Г. В. Лобанов, А. Н. Лихолетов, И. С. Боровой // *Политравма*. – 2021. – №1. – С. 80-84.
24. Малоинвазивный остеосинтез повреждений заднего полукольца таза при политравме / А. В. Бондаренко, И. В. Круглыхин, И. А. Плотников, М. Н. Талашкевич // *Политравма*. – 2018. – № 4. – С. 37-45.
25. Миниинвазивная фиксация лонного сочленения с применением транспедикулярной системы при множественных повреждениях таза / Н. В. Загородний, Э. И. Солод, Д. Н. Кукса [и др.] // *Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова*. – 2022. – Т. 17, № 2. – С. 119-124.
26. Мументалер, М. Неврология / М. Мументалер, Х. Маттле [перевод с немецкого А. В. Кожина] ; под общей ред. О. С. Левина. – 4-е изд. – Москва : МЕДпресс-информ, 2019. – 917 с.

27. Неотложные мероприятия у пострадавших с повреждениями таза / Н. Н. Заднепровский, П. А. Иванов, Р. И. Валиева, А. В. Неведров // ДТП как проблема федерального уровня. Медицинская помощь пострадавшим в ДТП : сборник тезисов конференции. – Тюмень, 2021. – С. 49-51.
28. Неттер Ф. Атлас анатомии человека / Ф. Неттер. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022 – 952 с.
29. Особенности диагностики и лечения сочетанного повреждения таза и живота в неотложной травматологии / В. Ф. Чикаев, Р. И. Закиров, Д. Г. Зайдуллин [и др.] // Казанский медицинский журнал. – 2016. – Т. 97, № 6. – С. 837-841.
30. Особенности позвоночно-тазовой фиксации при деформациях и травматических повреждениях позвоночника / М. С. Ветрилэ, А. А. Кулешов, С. Н. Захаров [и др.] // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2021. – Т. 28, № 1. – С. 17-27.
31. Оказание специализированной травматологической помощи в острый период травмы пострадавшей с нестабильным повреждением тазового кольца и переломом вертлужной впадины / И. В. Кажанов, А. К. Дулаев, С. И. Микитюк [и др.] // Вестник хирургии имени И. И. Грекова. – 2020. – № 5. – С. 98-103.
32. Оперативное лечение застарелых вертикально-нестабильных повреждений тазового кольца / А. А. Кулешов, Н. А. Аганесов, М. С. Ветрилэ [и др.] // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2022. – Т. 29, № 4. – С. 335-344.
33. Опыт лечения нестабильных переломов таза типа В и С по классификации Tile у пациентов с политравмой в остром периоде с использованием миниинвазивных техник / Д. А. Ананьин, Э. И. Солгод, М. А. Абдулхабирова, Н. И. Карпович // Организационные и клинические вопросы оказания помощи больным в травматологии и ортопедии : сборник тезисов XIV межрегион. науч.-практ. конф. – Воронеж, 2018. – С. 50-52.
34. Ортопедический damage-control при повреждениях таза у пациентов с политравмой / М. Ю. Ханин, Б. Ш. Минасов, Т. Б. Минасов [и др.] // Практическая медицина. – 2011. – Т. 6, № 54. – С. 122-125.

35. Повреждения заднего полукольца таза: классификация, диагностика, методы лечения / Н. А. Аганесов, А. Ф. Лазарев, А. А. Кулешов [и др.] // Вестник травматологии и ортопедии им Приорова. – 2022. – Т. 29, № 2. – С. 205-220.
36. Позвоночно-тазовая фиксация : современные технические решения / М. С. Ветрилэ, А. А. Кулешов, С. Н. Макаров [и др.] // Хирургия позвоночника. – 2021. – Т. 18, № 4. – С. 101-110.
37. Позвоночно-тазовая фиксация : показания, анатомо-биохимические аспекты и историческое развитие методов / М. С. Ветрилэ, А. А. Кулешов, Н. А. Аганесов, В. Р. Захарин // Хирургия позвоночника. – 2021. – Т. 18, № 3. – С. 100-110.
38. 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.
39. Результаты лечения пациентов старше 60 лет с переломами костей таза / М. Ю. Макурин, Н. А. Верещагин, А. Н. Валуев [и др.] // Вестник Ивановской медицинской академии. – 2018. – Т. 23, № 3. – С. 22-26.
40. Рентгеноэндоваскулярные методы диагностики и лечения артериальных кровотечений у пациентов с тупой травмой живота и/или переломом костей таза / О. И. Кудрявцев, И. Б. Олексюк, К. Л. Козлов [и др.] // Диагностическая и интервенционная радиология. – 2019. – Т. 13, № 2. – С. 51-59.
41. Современное состояние проблемы лечения переломов костей таза при политравме / Е. Н. Набиев, К.М. Тезекбаев, Д.С. Тусупов [и др.] // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. – 2019. – Т. 19, № 1. – С. 38-42.
42. Современные средства транспортной иммобилизации как метод устранения жизнеугрожающих последствий и профилактики тяжелых осложнений при повреждениях таза и конечностей / И. М. Самохвалов, Л. К. Брижань, К. П. Головкин [и др.] // Скорая медицинская помощь. – 2020. – № 1. – С. 48-56.
42. Современные тенденции в оперативном лечении больных с повреждениями таза и вертлужной впадины / Н. В. Загородний, А. И. Колесник, А. Ф. Лазарев [и др.] // Гений ортопедии. – 2020. – Т. 26, № 2. – С. 266-274.

43. Солод, Э. И. Возможности лечения больных при повреждениях тазового кольца / Э. И. Солод, А. Ф. Лазарев, А. В. Овчаренко // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2018. – № 3. – С. 46-52.
44. Сравнительный анализ эффективности различных способов фиксации моделей нестабильного повреждения костей таза человека / И. Н. Кокорин, А. И. Стариков, А. И. Ядрышников [и др.] // Транспорт и машиностроение Западной Сибири. – 2018. – № 2. – С. 48-56.
45. Способ фиксации при односторонних нестабильных переломах крестца : Пат. № 2684870 Рос. Федерация / Р. И. Закиров, И. Ф. Ахтямов, Д. Г. Зайдуллин, А. Г. Панюхов. – № 2018110006; заявл. 21.03.2018; опубл. 15.04.2019, Бюл. № 11.
46. Тактика оперативного лечения повреждений тазового кольца / А. Ф. Лазарев, Э. И. Солод, А. В. Овчаренко, Р. А. Петровский // Пироговский форум травматологов-ортопедов : тезисы докладов. – Москва, 2019. – С. 166-167.
47. Триангулярный остеосинтез переломов крестца при вертикально-нестабильных повреждениях таза / А. К. Дулаев, И. В. Кажанов, Р. А. Преснов, С. И. Микитюк // Политравма. – 2018. – № 2. – С. 17-26.
48. Тутынин, К. В. Опыт хирургического лечения вертикально-нестабильных повреждений тазового кольца методом дистантной триангулярной пояснично-подвздошной фиксации / К. В. Тутынин, П. Г. Шнякин, В. Н. Шубкин // Политравма. – 2017. – № 4. – С. 38-43.
49. Хабибьянов, Р. Я. Система оказания медицинской помощи пострадавшим с повреждениями тазового кольца и переломами вертлужной впадины на госпитальном этапе в регионе (Республика Татарстан) / Р. Я. Хабибьянов, М. В. Малеев // Norwegian Journal of development of the International Science. – 2021. – № 57. – С. 19-29.
50. Хабибьянов, Р. Я. Лечение нестабильных повреждений тазового кольца с учетом анатомо-функциональных особенностей крестцово-подвздошных сочленений / Р. Я. Хабибьянов // Актуальные проблемы диагностики и лечения заболеваний и повреждений опорно-двигательного аппарата : сборник материалов конф. – Казань, 2019. – С. 60-63.

51. Хирургическое лечение нестабильных повреждений заднего полукольца таза / К. Т. Касымов, А. С. Тлемисов, Е. Т. Жунусов [и др.] // Наука и здравоохранение. – 2019. – Т. 21, № 5. – С. 11-22.
52. Чрескостный остеосинтез задних отделов тазового кольца в лечении больных с нестабильными переломами таза / И. В. Борозда, Н. А. Ганжуров, Р. В. Николаев, А. В. Бушманов // Актуальные вопросы остеосинтеза в травматологии и ортопедии. Диагностика и хирургическое лечение повреждений таза. Чаклинские чтения : Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Екатеринбург, 2013. – С. 57-58.
53. Чрескостный остеосинтез нестабильных повреждений тазового кольца / И. В. Борозда, Н. А. Ганжуров, А. А. Капустянский [и др.] // Амурский медицинский журнал. – 2015. – № 4. – С. 185-186.
54. A systematic review of the normal sacroiliac joint anatomy and adjacent tissues for pain physicians / A. J. Poilliot, J. Zwirner, T. Doyle, N. Hammer // Pain Physician. – 2019. – Vol. 22, № 4. – P. 247-274.
55. American college of surgeons committee on trauma verification level affects trauma center management of pelvic ring injuries and patient mortality / B. W. Oliphant, C. J. Tignanelli, L. M. Napolitano [et al.] // J. Trauma. Acute. Care. Surg. – 2019. – Vol. 86, № 1. – P. 1-10.
56. Benders K. E. M. Management of hemodynamically unstable pelvic ring fractures / K. E. M. Benders, L. P. H. Leenen // Front. Surg. – 2020. – № 7. – P. 601321.
57. Biomechanical analysis of anterior ring fixation of the ramus in type C pelvis fractures / S. McLachlin, M. Lesieur, D. Stephen [et al.] // Eur. J. Trauma. Emerg. Surg. – 2018. – Vol. 44. – P. 185-190.
58. Biomechanical comparison of minimally invasive treatment options for Type C unstable fractures of the pelvic ring / A. Cavalcanti Kußmaul, A. Greiner, C. Kammerlander [et al.] // Orthop. Traumatol. Surg. Res. – 2020. – Vol. 106, № 1. – P. 127-133.

59. Cano-Luís P. Pelvic post-traumatic asymmetry: Assessment and sequenced treatment / P. Cano-Luís, M. Á. Giráldez-Sánchez, P. Andrés-Cano // *EFORT Open. Rev.* – 2018. – Vol. 3, № 5. – P. 335-346.
60. Comparison of biomechanical performance of five different treatment approaches for fixing posterior pelvic ring injury / Y. Lu, Y. He, W. Li [et al.] // *J. Healthc. Eng.* – 2020. – 2020. – Vol. 22. – P. 5379593.
61. Displaced anterior pelvic fracture on initial pelvic radiography predicts massive hemorrhage / S. Tanizaki, S. Maeda, M. Sera [et al.] // *Am. J. Emerg. Med.* – 2018. – Vol. 36, № 12. – P. 2172-2176.
62. Early management of severe pelvic injury (first 24 hours) / P. Incagnoli, A. Puidupin, S. Ausset [et al.] // *Anaesth. Crit. Care. Pain. Med.* – 2019. – Vol. 38, № 2. – P. 199-207.
63. Effect of door-to-angioembolization time on mortality in pelvic fracture / K. Matsushima, A. Piccinini, M. Schellenberg [et al.] // *J. Trauma. Acute. Care. Surg.* – 2018. – Vol. 84. – P. 685-692.
64. Effects of minimally invasive plate-screw internal fixation in the treatment of posterior pelvic ring fracture / S. Li, X. Meng, W. Li [et al.] // *Exp. Ther. Med.* – 2018. – Vol. 16. – P. 4150-4154.
65. Evaluation of interobserver agreement in the diagnosis of posterior pelvic ring lesions using plain radiography / L. Comerlato, A. B. Batista, N. H. Concatto [et al.] // *Rev. Bras. Ortop. (Sao Paulo)*. – 2019. – Vol. 54, № 6. – P. 673-678.
66. Fracture and dislocation classification compendium-2018 / E. G. Meinberg, J. Agel, C. S. Roberts [et al.] // *J Orthop. Trauma.* – 2018. – Vol. 32, № S1. – P. 1-170.
67. Grieser, T. Radiological diagnosis of pelvic ring fractures / T. Grieser // *Radiologe.* – 2020. – Vol. 60, № 3. – P. 226-246.
68. Higher altitude leads to increased risk of venous thromboembolism after acetabular and pelvic ring / M. S. Broggi, C. J. Yoon, J. Allen [et al.] // *J. Clin. Orthop. Trauma.* – 2021. – Vol. 19. – P. 192-195.

69. Iliac screw for reconstructing posterior pelvic ring in Tile type C1 pelvic fractures / Y. Li, X. Sang, Z. Wang [et al.] // *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* – 2018. – Vol. 104. – P. 923-928.
70. Immediate percutaneous sacroiliac screw insertion for unstable pelvic fractures : is it safe enough? / A. Acker, Z. H. Perry, S. Blum [et al.] // *Eur. J. Trauma Emerg. Surg.* – 2018. – Vol. 44, № 2. – P. 163-169.
71. Incidence and immediate management of genitourinary injuries in pelvic and acetabular trauma: a 10-year retrospective study / N. R. Bhatt, R. Merchant, N. F. Davis [et al.] // *BJU Int.* – 2018. – Vol. 122, № 1. – P. 126-132.
72. Initial experience with the T-Clamp for temporary fixation of mechanically and hemodynamically unstable pelvic ring injuries / A. Sepehri, M. F. Sciadini, J. W. Nascone [et al.] // *Injury.* – 2020. – Vol. 51. – P. 699-704.
73. Katsuura, Y. Anatomic parameters of the sacral lamina for osteosynthesis in transverse sacral fractures / Y. Katsuura, E. Lorenz, W. Gardner // *Surg. Radiol. Anat.* – 2018. – Vol. 40, № 5. – P. 521-528.
74. Lee, J. S. Factors associated with gait outcomes in patients with traumatic lumbosacral plexus injuries / J. S. Lee, Y. H. Kim // *Eur. J. Trauma Emerg. Surg.* – 2020. – Vol. 46, № 6. – P. 1437-1444.
75. Management of pelvic ring injury patients with hemodynamic instability / M. Marmor, A. N. El Naga, J. Barker [et al.] // *Front. Surg.* – 2020. – Vol. 12, № 7. – P. 588845.
76. Medical Outcomes Study : 36-Item Short Form Survey Instrument. RAND 36-Item Health Survey 1.0 Questionnaire Items // RAND Corporation. – URL: https://www.rand.org/health-care/surveys_tools/mos/mos_core_36item_survey_print.html (accessed 11.12.2023).
77. Minimally invasive spinopelvic «crab-shaped fixation» for unstable pelvic ring fractures : technical note and 16 case series / A. Okuda, N. Maegawa, H. Matsumori [et al.] // *J. Orthop. Surg. Res.* – 2019. – Vol. 14, № 1. – P. 51.

78. Minimally invasive surgery for unstable pelvic ring fractures : transiliac rod and screw fixation / K. Toda, Y. Yagata, T. Kikuchi [et al.] // *Acta Med. Okayama.* – 2020. – Vol. 74, № 1. – P. 27-32.
79. Minimally invasive treatment of unstable pelvic ring injuries with modified pedicle screw-rod fixator / X. T. Wu, Z. Q. Liu, W. Q. Fu, S. Zhao // *J. Int. Med. Res.* – 2018. – Vol. 46, № 1. – P. 368-380.
80. Open pelvic fracture: the killing fracture? / E. Hermans, M. J. R. Edwards, J. C. Goslings, J. Biert // *J. Orthop. Surg. Res.* – 2018. – Vol. 13, № 1. – P. 83.
81. Operative versus non operative treatment of displaced acetabular fractures in elderly patients / M. Boudissa, F. Francony, S. Drevet [et al.] // *Aging. Clin. Exp. Res.* – 2020. – Vol. 32, № 4. – P. 571-577.
82. Optimal sequence of surgical procedures for hemodynamically unstable patients with pelvic fracture: A network meta-analysis / J. Tang, Z. Shi, J. Hu [et al.] // *Am. J. Emerg. Med.* – 2019. – Vol. 37, № 4. – P. 571-578.
83. Orthopedic injuries in patients with multiple injuries: results of the 11th trauma update international consensus conference Milan, December 11, 2017 / S. Cimbanassi, R. O’Toole, M. Maegele [et al.] // *J. Trauma. Acute. Care. Surg.* – 2020. – Vol. 88, № 2. – P. 53-76.
84. Patient-related quality of life after pelvic ring fractures in elderly / P. Schmitz, S. Lüdeck, F. Baumann [et al.] // *Int. Orthop.* – 2019. – Vol. 43, № 2. – P. 261-267.
85. Patterns, management, and outcomes of traumatic pelvic fracture : insights from a multicenter study / H. Abdelrahman, A. El-Menyar, H. Keil [et al.] // *J. Orthop. Surg. Res.* – 2020. – Vol. 15, № 1. – P. 249.
86. Pelvic Fracture / D. D. Davis, L. A. Foris, S. M. Kane, M. Waseem // In: *StatPearls [Internet].* – Treasure Island (FL) : StatPearls Publishing, 2023. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK430734/> (accessed 11.12.2023).
87. Pelvic fracture care / W. T. Gordon, M. E. Fleming, A. E. Johnson [et al.] // *Mil. Med.* – 2018. – Vol. 183, № 2. – P. 115-117.

88. Pelvic fractures : experience of pelvic ring fractures at a major trauma Centre / S. E. T. Leach, V. Skiadas, C. E. Lord, N. Purohit // *Clin. Radiol.* – 2019. – Vol. 74, № 8. – P. 649.
89. Pelvic fractures and associated genitourinary and vascular injuries : a multisystem review of pelvic trauma / M. J. Lee, A. Wright, M. Cline [et al.] // *AJR. Am. J. Roentgenol.* – 2019. – Vol. 213, № 6. – P. 1297-1306.
90. Pelvic ring fractures in the elderly / M. A. Küper, A. Trulson, F. M. Stuby, U. Stöckle // *EFORT Open. Rev.* – 2019. – Vol. 4, № 6. – P. 313-320.
91. Pelvic ring injury in the elderly : Fragile patients with substantial mortality rates and long-term physical impairment / H. Banierink, K. Ten Duis, R. de Vries [et al.] // *PLoS One.* – 2019. – Vol. 14, № 5. – P. e0216809.
92. Posterior pelvic ring fractures : Intraoperative 3D-CT guided navigation for accurate positioning of sacro-iliac screws / S. Ghisla, F. Napoli, G. Lehoczky [et al.] // *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* – 2018. – Vol. 104, № 7. – P. 1063-1067.
93. Posterior pelvic ring injury of straddle fractures: Incidence, fixation methods, and clinical outcomes / Y. C. Yoon, D. S. Ma, S. K. Lee [et al.] // *Asian J. Surg.* – 2021. – Vol. 44, № 1. – P. 59-65.
94. Predictors of unplanned reoperation after operative treatment of pelvic ring injuries / G. Ochenjele, K. R. Reid, R. C. Castillo [et al.] // *J. Orthop. Trauma.* – 2018. – Vol. 32, № 7. – P. 245-250.
95. Prognostic role of shock index in traumatic pelvic fracture : a retrospective analysis / A. El-Menyar, H. Abdelrahman, A. Alhammoud [et al.] // *J. Surg. Res.* – 2019. – Vol. 243. – P. 410-418.
96. Radiological measurement of pelvic fractures using a pelvic deformity measurement software program / S. Zhang, G. Zhang, Y. Peng [et al.] // *J. Orthop. Surg. Res.* – 2020. – Vol. 15, № 1. – P. 37.
97. Risk factors for complications and in-hospital mortality : An analysis of 19,834 open pelvic ring fractures / N. Frane, C. Iturriaga, C. Bub [et al.] // *J. Clin. Orthop. Trauma.* – 2020. – Vol. 11, № 6. – P. 1110-1116.

98. Robot-assisted minimally-invasive internal fixation of pelvic ring injuries : a single-center experience / H. S. Liu, S. J. Duan, F. Z. Xin [et al.] // *Orthop. Surg.* – 2019. – Vol. 11, № 1. – P. 42-51.
99. Shwayder, J. M. Normal pelvic anatomy / J. M. Shwayder // *Obstet. Gynecol. Clin. North. Am.* – 2019. – Vol. 46, № 4. – P. 563-580.
100. Spinopelvic dissociation in patients suffering injuries from airborne sports / H. C. Bäcker, C. H. Wu, J. T. Vosseller [et al.] // *Eur. Spine J.* – 2020. – Vol.29, №10. – P. 2513–2520.
101. Spinopelvic injuries. Facts and controversies / E. Guerado, A. M. Cervan, J. R. Cano, P. V. Giannoudis // *Injury.* – 2018. – Vol. 49, № 3. – P. 449-456.
102. Stahel, P. F. Current trends in the management of hemodynamically unstable pelvic ring injuries / P. F. Stahel, C. C. Burlew, E. E. Moore // *Curr. Opin. Crit. Care.* – 2017. – Vol. 23, № 6. – P. 511-519.
103. Standards for external fixation application: national survey under the auspices of the German Trauma Society / S. Tiziani, T. Dienstknecht, G. Osterhoff [et al.] // *Int. Orthop.* – 2019. – Vol. 43, № 8. – P. 1779-1785.
104. The effect of angioembolization for life-threatening retroperitoneal hemorrhage in patients with pelvic fracture / C. Y. Fu, S. Y. Chan, S. Y. Wang [et al.] // *Am. J. Emerg. Med.* – 2019. – Vol. 37. – P. 603-607.
105. The longitudinal short-, medium-, and long-term functional recovery after unstable pelvic ring injuries / M. E. Neufeld, H. M. Broekhuyse, P. J. O'Brien [et al.] // *J. Orthop. Trauma.* – 2019. – Vol. 33, № 12. – P. 608-613.
106. The segmentation of bones in pelvic CT images based on extraction of key frames / H. Yu, H. Wang, Y. Shi [et al.] // *BMC Med. Imag.* – 2018. – Vol. 22. – P. 18.
107. Time to definitive fixation of pelvic and acetabular fractures / G. L. Devaney, J. Bulman, K. L. King, Z. J. Balogh // *J. Trauma. Acute. Care. Surg.* – 2020. – Vol. 89, № 4. – P. 730-735.

108. Tullington, J. E. Pelvic Trauma / J. E. Tullington, N. Blecker // In: StatPearls [Internet]. – Treasure Island (FL) : StatPearls Publishing, 2023. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK556070/> (accessed 11.12.2023).
109. van Trigt, J. Routine pelvic X-rays in asymptomatic hemodynamically stable blunt trauma patients : A meta-analysis [published correction appears in Injury] / J. van Trigt // Injury. – 2018. – Vol. 49, № 11. – P. 2024-2031.
110. Watkins, R. J. The road to survival for haemodynamically unstable patients with open pelvic fractures / R. J. Watkins, J. M. Hsu // Front. Surg. – 2020. – Vol. 2, № 7. – P. 58.
111. Within ring-based sacroiliac rod fixation may overcome the weakness of spinopelvic fixation for unstable pelvic ring injuries : technical notes and clinical outcomes / K. Futamura, T. Baba, A. Mogami [et al.] // Int. Orthop. – 2018. – Vol. 42. – P. 1405-1411.