

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»

На правах рукописи

МОРДОВИН СЕРГЕЙ АЛЕКСЕЕВИЧ

**РАСЧЕТ БЕЗОПАСНОГО ДИАПАЗОНА НАГРУЗКИ
НА КОНЕЧНОСТЬ ПРИ ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ
ПЕРЕЛОМОВ ШЕЙКИ БЕДРА**

14.01.15 – травматология и ортопедия

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук, доцент
О.Н. Ямщиков

Тамбов
2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Глава 1 КОМПЛЕКСНОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПЕРЕЛОМОВ ШЕЙКИ БЕДРЕННОЙ КОСТИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ).....	11
1.1 Классификация переломов шейки бедра.....	11
1.2 Лечение переломов шейки бедра.....	14
1.2.1 Консервативное лечение переломов шейки бедра.....	15
1.2.2 Хирургическое лечение переломов шейки бедра	16
1.2.2.1 Остеосинтез спицевыми фиксаторами.....	17
1.2.2.2 Остеосинтез стержневыми и винтовыми фиксаторами.....	17
1.2.2.3 Другие способы остеосинтеза	20
1.2.2.4 Принципы выбора металлоконструкции.....	21
1.2.3 Эндопротезирование тазобедренного сустава при переломе шейки бедра.....	22
1.2.3.1 Однополюсное эндопротезирование.....	24
1.2.3.2 Тотальное эндопротезирование.....	25
1.3 Послеоперационное ведение пациентов с переломами шейки бедра.....	26
1.3.1 Факторы, влияющие на консолидацию переломов шейки бедра и средние сроки сращения.....	29
1.3.2 Режим двигательной активности больных и дозирование нагрузки при переломах шейки бедра в послеоперационном периоде.....	31
Глава 2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	39
2.1 Дизайн диссертационного исследования.....	39
2.2 Общая характеристика наблюдаемых групп.....	43
2.3 Послеоперационное ведение пациентов.....	48
2.4 Методы оценки результатов лечения.....	61
2.4.1 Продолжительность лечения.....	61
2.4.2 Использование шкалы Харриса для оценки функции тазобедренного сустава.....	61

2.4.3	Характеристика осложнений послеоперационного ведения в наблюдаемых группах.....	62
2.5	Статистическая обработка данных.....	63
ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....		64
3.1	Способ моделирования перелома шейки бедра в заданном месте.....	64
3.2	Моделирование различных способов остеосинтеза перелома шейки бедра.....	70
3.3	Сравнительная оценка прочности фиксации различными конструкциями.....	79
ГЛАВА 4 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....		85
4.1	Продолжительность и исходы лечения.....	85
4.2	Функциональные результаты лечения.....	85
4.3	Несращения переломов и миграция металлоконструкции.....	91
4.4	Клинический пример.....	94
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....		100
ВЫВОДЫ.....		109
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....		110
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....		111
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....		112

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования

Переломы проксимального отдела бедра занимают ведущее место в структуре общего травматизма на территории Российской Федерации. По данным статистики ВОЗ, данный вид перелома имеет тенденцию к увеличению, что связано, прежде всего, с ростом численности населения и преобладанием группы лиц пожилого и старческого возраста. Как сообщает Л.Н. Анкин и соавт., каждый год в мире регистрируется около 1 700 000 случаев ППОБК, а к 2050 году, учитывая имеющиеся тенденции, данный показатель достигнет 6 300 000 случаев в год. Переломы шейки бедренной кости – глобальная проблема здравоохранения во всем мире, так как она несет значительные социально-экономические последствия как для пациентов и их семей, так и для бюджета страны [8, 11, 19, 50, 51, 65, 66, 99, 132].

Начиная с прошлого столетия, доля пожилых лиц в структуре населения России и зарубежных стран неуклонно растет, что связано, прежде всего, с увеличением продолжительности жизни. Как правило, лица старше 60 лет имеют одну или несколько соматических патологий, в числе которых одно из ведущих мест занимает остеопороз. Закономерным исходом прогрессирующего снижения плотности костной ткани у лиц пожилого и старческого возраста является возникновение низкоэнергетических переломов, полученных в результате падения с высоты собственного роста, самым тяжелым из которых является перелом проксимального отдела бедра [23]. К 2015 году средний возраст пациентов, получающих такие переломы, достиг 82 лет [129, 172]. Данный вид травмы приводит не только к большим экономическим потерям, но и значительно ухудшает качество жизни пациента [71]. По словам знаменитого отечественного хирурга-ортопеда Г.И. Турнера, «Перелом шейки бедренной кости относится к числу катастроф, которые могут быстро подтолкнуть стрелку жизни к старческой

беспомощности» [12]. Кроме того, высокой остается летальность пострадавших в течение первого года после перелома шейки бедра, составляя 20–55%. Эти цифры превышают данные зарубежной статистики (5–20%), что, вероятно, обусловлено различными подходами в организации медицинской помощи этим больным [2, 3, 56, 59, 63, 103, 123, 148, 133].

В связи с высокой смертностью и тенденцией данного вида травмы к увеличению вопрос о лечении перелома шейки бедра вызывает дискуссии и остается открытым как в российской травматологической практике, так и за рубежом. Выбор необходимой тактики восстановления целостности шейки бедренной кости является сложной задачей, так как лечение должно включать в себя не только хирургические, но и социальные, общемедицинские, реабилитационные и экономические аспекты [44, 135].

Степень разработанности темы исследования

Предложено множество различных методов остеосинтеза переломов шейки бедра, которые не перестают развиваться и совершенствоваться, осуществляется поиск новых методов, которые направлены на минимизацию послеоперационных осложнений и скорейшее восстановление качества жизни пациента. Для предотвращения неблагоприятного исхода лечения необходимо проводить контроль над факторами, которые позволят избежать развития послеоперационных осложнений. К ним относятся биомеханические факторы: срок начала активизации, величина и переносимость нагрузки на оперированную конечность.

Нерациональная и преждевременная нагрузка на больную конечность у пожилых пациентов может привести к миграции и перелому металлоконструкции, а для молодых пациентов эта нагрузка может быть оптимальной или недостаточной, что повлечет за собой развитие посттравматического артроза, послеоперационного остеопороза, мышечной атрофии и контрактуры сустава.

Цель исследования: улучшить результаты хирургического лечения больных с переломами шейки бедра с помощью расчета безопасного диапазона нагрузки на оперированную конечность.

Задачи исследования:

1. Изучить основные факторы, влияющие на величину безопасной нагрузки на конечность после остеосинтеза шейки бедра.
2. Сравнить прочность фиксации перелома шейки бедра различными металлоконструкциями.
3. Разработать способ расчета безопасного диапазона нагрузок на конечность после остеосинтеза шейки бедра.
4. Разработать и внедрить в клиническую практику программу ЭВМ для автоматизированного расчета безопасного диапазона нагрузок на конечность после остеосинтеза шейки бедра.
5. Оценить эффективность применения способа расчета безопасного диапазона нагрузок на конечность у больных с переломами шейки бедра в послеоперационном периоде.

Научная новизна

1. Впервые разработан и применен способ моделирования переломов проксимального отдела бедра (патент на изобретение RU 2754649C1, заявка № 2020141489, дата регистрации 06.09.2021 «Способ моделирования перелома проксимального отдела бедренной кости»), позволяющий воспроизводить «истинный» перелом шейки бедра различных видов.
2. Впервые разработан способ расчета безопасного диапазона нагрузки на оперированную конечность у больных с переломами шейки бедра.
3. Впервые разработана и применена программа для расчета допустимой нагрузки на оперированную конечность у больных с переломами шейки бедра (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, регистрационный номер № 2021665600 от 29.09.2021).

4. Создана база данных расчетов безопасной нагрузки на конечность у пациентов различного пола и возраста, перенесших остеосинтез шейки бедра с учетом особенностей пациента, вида перелома и применяемых для хирургического лечения металлоконструкций (свидетельство о государственной регистрации базы данных «Остеосинтез шейки бедра» № 2022620384 от 28.02.2022).

Практическая значимость

1. Разработанный способ моделирования переломов проксимального отдела бедра позволил определить прочностные характеристики остеосинтеза шейки бедренной кости различными металлофиксаторами.

2. Программа ЭВМ для расчета безопасного диапазона нагрузки на оперированную конечность после остеосинтеза шейки бедра позволила составить индивидуальный план дозирования нагрузки с первого дня послеоперационного периода до сращения перелома, снизить количество осложнений и улучшить функциональные результаты лечения.

Положения диссертации, выносимые на защиту

1. Различия в величине безопасной нагрузки на конечность после остеосинтеза шейки бедра ассоциированы с видом перелома и применяемого металлофиксатора.

2. Разработка индивидуального плана дозирования нагрузки на конечность после остеосинтеза шейки бедра на основе математических расчетов позволяет добиться лучших функциональных результатов лечения.

3. Применение расчета безопасного диапазона нагрузки на конечность после остеосинтеза шейки бедра позволяет снизить частоту миграции металлоконструкции и увеличить частоту консолидации перелома.

Степень достоверности результатов исследования

Достоверность данных определяется достаточным для реализации цели и задач диссертационного исследования количеством больных (188 пациентов). Для анализа результатов лечения и осложнений использованы современные методы статистической обработки данных. Выводы и практические рекомендации аргументированы, логически вытекают из результатов исследования и соответствуют положениям, выносимым на защиту.

Соответствие диссертации паспорту специальности

Диссертация соответствует паспорту научной специальности 14.01.15 – травматология и ортопедия, область исследования п. 4 – экспериментальная и клиническая разработка методов лечения заболеваний и повреждений опорно-двигательной системы и внедрение их в клиническую практику.

Внедрение результатов работы в практическое здравоохранение

Результаты диссертационного исследования внедрены в практику работы травматологического отделения ТОГБУЗ «ГКБ г. Котовска», ТОГБУЗ «Городская больница им. С.С. Брюхоненко г. Мичуринска», ТОГБУЗ «Моршанская ЦРБ», ТОГБУЗ «Уваровская ЦРБ», ТОГБУЗ «Знаменская ЦРБ», ТОГБУЗ «Токаревская ЦРБ», а также в учебный процесс кафедры госпитальной хирургии с курсом травматологии ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина».

Методология и методы исследования

В исследование были включены 188 пациентов, которым было проведено оперативное вмешательство по поводу перелома шейки бедра. Пациенты были разделены на две группы. В группу сравнения были включены 94 пациента, послеоперационное ведение у которых проводилось по стандартной методике. В группу исследования были включены 94

пациента, послеоперационное ведение у которых осуществлялось с использованием программы для расчета диапазона безопасной нагрузки на оперированную конечность. При выполнении работы использовались общие и специальные методы исследования.

Апробация работы

Основные результаты диссертации доложены на научно-практических конференциях: Всероссийской научной конференции преподавателей и студентов «Неделя науки – XXV Державинские чтения» (Тамбов, 2020); XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Цивьяновские чтения» (Новосибирск, 2021); XI Всероссийской научно-практической конференции «Преподаватель высшей школы: традиции, проблемы, перспективы» (Тамбов, 2021); I Межрегиональной научно-практической конференции «Колокольцевские чтения» (Нижний Новгород, 2021).

Личный вклад автора

Автором изучены причины и структура осложнений в послеоперационном периоде у пациентов с переломами шейки бедра, предложена программа для расчета нагрузки на конечность после остеосинтеза. Автор принимал непосредственное участие в операциях и послеоперационном ведении всех пациентов, им осуществлен сбор и статистическая обработка материала, обобщены данные, сделаны выводы и даны практические рекомендации. Результаты исследования оформлены лично автором и представлены в виде диссертации.

Публикации по теме диссертации

По материалам диссертации опубликовано 5 печатных работ, в том числе 2 статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ, и 1 в журнале, индексируемом в Scopus. Получен патент РФ на изобретение № 2754649 от 06.09.2021, свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021665600 от 29.09.2021 и свидетельство о государственной регистрации базы данных «Остеосинтез шейки бедра» по заявке № 2022620384 от 28.02.2022.

Объем и структура диссертации

Диссертационная работа изложена на 136 страницах, состоит из введения, 4 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы. Работа иллюстрирована 48 рисунками, материал представлен 14 таблицами, 3 диаграммами. Список литературы включает в себя 106 отечественных и 100 зарубежных источников.

Глава 1

КОМПЛЕКСНОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПЕРЕЛОМОВ

ШЕЙКИ БЕДРЕННОЙ КОСТИ

(ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1 Классификация переломов шейки бедра

Переломы шейки бедренной кости в зависимости от анатомической локализации линии перелома по отношению к линии прикрепления капсулы тазобедренного сустава относятся к внутрикапсульным переломам [154]. Это означает, что переломы шейки бедра располагаются внутри капсулы сустава, однако непосредственно не затрагивают суставную поверхность [122]. В зависимости от прохождения линии перелома относительно анатомических ориентиров выделяют субкапитальные, трансцервикальные и базальные переломы (классификация по Каплану, 1967). Кроме того, переломы шейки бедра можно разделить на следующие основные группы: со смещением костных фрагментов, без смещения и оскольчатые, а субкапитальные переломы могут быть еще и вколоченными [51].

В норме средняя величина шеечно-диафизарного угла равна 127° . При переломах шейки бедра со смещением отломков происходит изменение величины данного угла в большую или меньшую сторону, что позволяет классифицировать такие переломы на абдукционные (вальгусные), при которых шеечно-диафизарный угол увеличивается, и аддукционные (варусные) с уменьшением величины угла [96].

В литературных источниках описаны различные классификации переломов шейки бедра, среди которых наиболее распространены: AO/ASIF, Garden, Linton, Pauwels и др. В настоящий момент с целью наилучшего определения тактики лечения используется универсальная и обобщенная швейцарская классификация AO/ASIF, наиболее полно учитывающая

уровень анатомической локализации перелома и степень смещения отломков. Согласно классификации АО/ASIF переломы шейки бедренной кости имеют цифровую кодировку 31, а буквенную – В и разделены на 3 типа: В1, В2, В3, которые, в свою очередь, в зависимости от тяжести перелома, подразделяются на 3 подгруппы:

В 1 тип – субкапитальный перелом (околосуставной, с незначительным смещением):

В 1.1. Вколоченный, с вальгизацией угла более 15°;

В 1.2. Вколоченный, с вальгизацией угла менее 15°;

В 1.3. Невколоченный.

В 2 тип – трансцервикальный перелом:

В 2.1. Базисцервикальный;

В 2.2. Аддукционный;

В 2.3. Чресшеечный от сдвига.

В 3 тип – околосуставной перелом шейки, субкапитальный, со смещением:

В 3.1. С умеренным смещением и наружной ротацией;

В 3.2. С умеренным смещением по длине и с наружной ротацией;

В 3.3. Со значительным смещением.

Согласно классификации R.S. Garden (1964) все переломы шейки бедра подразделяются на 4 типа, где I тип – это неполные или вколоченные субкапитальные переломы, при которых угол расположения костных трабекул составляет более 160°. II и III тип характеризуются разрывом костных трабекул, при этом II тип – это полные переломы без смещения отломков, а III тип – частично смещенные полные переломы. К IV типу

относятся полные переломы со смещением отломков и с грубым нарушением костных трабекул. Наиболее благоприятны для сращения стабильные переломы I и II типа, в остальных случаях прогнозы на наступление эффективной консолидации неблагоприятны.

F. Pauwels (1935) выделил 3 степени переломов шейки бедра в зависимости от величины угла, установленного на рентгенограммах между пересечением плоскости перелома с горизонтальной прямой, проходящей через вершины вертлужных впадин. Для 1-й степени, исходя из классификации, характерен угол линии перелома с горизонталью менее 30° , 2-я степень соответствует диапазону $30-50^\circ$ с расхождением костных отломков, 3-я степень имеет угол более 50° с выраженной тенденцией к смещению фрагментов. Последние две степени имеют нестабильный характер и, как правило, полное нарушение кровоснабжения проксимального отломка, что обуславливает неблагоприятные прогнозы для наступления консолидации [3].

Классификация по Linton подразумевает разделение переломов шейки бедра на стабильные и нестабильные в зависимости от величины угла, однако в данном случае на рентгенограммах в прямой проекции определяется угол между линией перелома и вертикальной линией, соответствующей оси конечности. Для первой группы (стабильные переломы) характерен угол до 35° . Для второй группы определяемая величина угла должна быть менее 25° , что делает такие переломы относительно стабильными. Для нестабильных переломов, относящихся к третьей группе, характерен угол менее 15° [51].

Возможность установить правильный и точный диагноз, исходя из предложенных классификаций, значительно облегчает не только выбор тактики лечения, но и правильную организацию послеоперационного периода.

1.2 Лечение переломов шейки бедра

На протяжении всей истории становления травматологии и ортопедии изменялись и совершенствовались подходы к лечению переломов шейки бедра, начиная от консервативной тактики и заканчивая применением современных высокоэффективных малоинвазивных металлофиксаторов. Преобладающие в прошлом веке консервативные методы лечения, приводящие к высокому проценту несращения переломов и осложнений вследствие длительной гиподинамии, постепенно сменились на оперативные методы лечения. При переломах шейки бедра в связи с анатомической особенностью кровоснабжения центральный отломок практически полностью лишается питания, что вызывает значительную сложность в процессе лечения. Только хирургическое вмешательство в ранние сроки позволяет осуществить надежную фиксацию костных фрагментов после анатомически правильной репозиции, что значительно уменьшает число послеоперационных осложнений и повышает качество жизни пациентов по сравнению с консервативным методом [1, 11, 69, 78, 113, 118, 119, 136]. Однако, несмотря на высокотехнологичные методики хирургического лечения, число осложнений и потребность в повторной операции остается высокой (10,0–48,8%), что вызывает споры об оптимальном подходе к лечению переломов шейки бедренной кости [157]. Несмотря на актуальность данной проблемы, до сих пор не существует единого способа восстановления целостности поврежденной шейки бедра. Как в российской, так и в зарубежной практике можно встретить многообразие способов остеосинтеза перелома шейки бедра и эндопротезирования тазобедренного сустава, а также в редких случаях и консервативные способы лечения [7, 46, 48, 145, 159].

1.2.1 Консервативное лечение переломов шейки бедра

В зарубежной и отечественной литературе встречаются данные об успешном лечении переломов шейки бедренной кости без смещения отломков консервативным способом [1]. По мнению разных авторов, в данном случае удовлетворительное сращение происходит лишь в пределах 44,3–85,9%. Однако при отсутствии механической фиксации костных фрагментов существует высокий риск их вторичного смещения (14,1–55,7%), что приводит к неэффективной консолидации. Кроме того, консервативное лечение предполагает длительный постельный режим и позднюю реабилитацию больного, что значительно ухудшает имеющиеся фоновые заболевания пожилых пациентов и приводит к гипостатическим осложнениям. Согласно данным отечественной литературы, смертность пациентов пожилого возраста при консервативном лечении достигает 80%, что является весьма удручающим статистическим показателем [76]. Очевидно, что фиксация перелома без смещения отломков с помощью металлоконструкции обеспечивает стабильность и жесткость в зоне перелома, напрямую увеличивая прочность шейки бедра, что позволяет оперированным пациентам начинать раннюю активизацию, что существенно снижает риск летального исхода. Кроме того, с помощью биомеханических исследований было установлено, что прочная фиксация перелома благоприятно влияет на характер дифференцировки скелетогенных стволовых клеток и способствует неоваскуляризации в поврежденной зоне. Таким образом, по сравнению с консервативным лечением остеосинтез металлоконструкцией создает благоприятные условия для наступления эффективной консолидации.

1.2.2 Хирургическое лечение переломов шейки бедра

Применение консервативных методов при переломах шейки бедра со смещением является нецелесообразным в связи с выраженным нарушением кровоснабжения и прогрессирующей ишемией костной ткани проксимального фрагмента, поэтому единственной тактикой остается хирургическое вмешательство при отсутствии абсолютных противопоказаний к операции. При лечении переломов шейки бедренной кости наиболее важным фактором является стабильная фиксация отломков, исключая выраженную межфрагментарную подвижность в процессе всего периода консолидации. Однако достижение данного уровня стабильности на практике является сложной задачей, невыполнение которой приводит к высокому числу послеоперационных осложнений [16, 61, 68, 96, 108, 109, 147, 153, 157].

Хирургическое лечение переломов шейки бедра проводится с целью восстановления опороспособности конечности уже в раннем послеоперационном периоде. В современной травматологической практике применяются следующие имплантаты для оперативного лечения переломов шейки бедра: варианты погружного остеосинтеза с применением компрессирующих винтов АО, динамическим бедренным винтом (ДБВ), системой телескопических винтов с угловой стабильностью (ТВсУС), цефаломедулярные методы фиксации, фасцикулярный остеосинтез пучком спиц, а также варианты внешней фиксации, эндопротезирование тазобедренного сустава (однополюсное или тотальное), остеотомия [4, 5, 9, 10, 40, 41, 95, 77, 146, 158].

1.2.2.1 Остеосинтез спицевыми фиксаторами

В 1850 г. Langenbeck впервые использовал для остеосинтеза шейки бедра металлическую спицу. Далее в литературных источниках сообщается лишь о единичных случаях остеосинтеза переломов шейки бедра различными металлофиксаторами, которые, как правило, были неэффективны и заканчивались осложнениями. В 1954 г. Knowles повысил эффективность методики Langenbeck, проведя остеосинтез четырьмя спицами. Остеосинтез пучком спиц используется и в настоящий момент в некоторых лечебных учреждениях, основываясь на минимальной травматизации костного вещества и мягких тканей, низкой себестоимости операции и относительной простоты ее выполнения.

В 1999 г. А.Ф. Лазарев разработал метод остеосинтеза перелома шейки бедра пучками напряженных V-образных спиц, который можно использовать у лиц пожилого и старческого возраста на фоне остеопороза. На настоящий момент разработаны различные модификации данного способа с целью повышения эффективности, например, применение спиц с диафизарными накладками, снижающими риск миграции, или сочетание спиц с компрессирующим винтом, наружными и погружными металлоконструкциями для усиления прочности фиксации. Однако многие практикующие травматологи-ортопеды считают этот способ недостаточно прочным.

1.2.2.2 Остеосинтез стержневыми и винтовыми фиксаторами

Операцией выбора с начала 30-х гг. XX века при переломах шейки бедра считался остеосинтез трехлопастным гвоздем из нержавеющей стали, предложенный Смит-Петерсеном в 1926 г. На протяжении развития остеосинтеза трехлопастной гвоздь претерпел различные модификации, повышающие его эффективность. Так, в 1932 г. J. Johnsson усовершенствовал

данную металлоконструкцию, выполнив в трехлопастном стержне продольный канал для проведения направляющих спиц для более точного введения металлоконструкции в шейку бедра. В 1937 г. с целью повышения стабильности остеосинтеза D. Thorton дополнил стержень диафизарной накладкой. Данная металлоконструкция и ее модификации применяются открытым или закрытым способом. Открытый способ постепенно исчез из травматологической практики в связи с высоким процентом возникновения асептического некроза головки бедренной кости. При закрытом способе после проведения репозиции на ортопедическом столе осуществляют фиксацию отломков с помощью трехлопастного гвоздя, вводимого через специальные направители, например, через пучок спиц. Однако несмотря на то, что данный способ является минимально травматичным, его применение часто не приводило к желаемым результатам. Данный металлофиксатор оказался плохо устойчив к миграции и имел высокий риск возникновения ротационной нестабильности отломков. Кроме того, необходимость постоянного интраоперационного рентгенологического контроля значительно увеличивает время операции. Но, несмотря на перечисленные недостатки, остеосинтез трехлопастным гвоздем применялся наиболее часто в травматологической практике XX века [9, 10, 49, 76, 148, 156, 160].

Параллельно с применением трехлопастного гвоздя с 1932 г. начинает свое развитие компрессирующий остеосинтез, впервые выполненный М.О. Henry, затем R. Lippmann в 1936 г. и E.M. Cleary, 1940 г. Применяемые ими металлоконструкции имели общую для всех характерную особенность – наличие резьбы на проксимальном конце металлофиксатора и гайки с шайбой – на дистальном, что позволяло производить компрессию фрагментов при погружении металлоконструкции в кость. В России данный вид остеосинтеза нашел отражение в компрессирующих металлофиксаторах: погружной фиксатор с анкерным устройством В.И. Фишкина (1962), фиксатор системы А.И. Сеппо (1969) и др.

Винтовые конструкции для лечения переломов шейки бедра на настоящий момент используются достаточно широко. С целью улучшения фиксации и послеоперационных результатов применяемые для остеосинтеза винты дополняют различными деротационными устройствами, а также могут использоваться самостоятельно. Принцип фиксации винтов основан на компрессирующем сжатии отломков между опорными элементами на концах винта при вкручивании винтовой резьбы в проксимальный отломок через линию перелома. Данный принцип обеспечивает плотный контакт костных фрагментов, что эффективно влияет на процесс первичной консолидации.

В 1955 г. W. Pugh предложил использовать остеосинтез телескопическими фиксаторами. Данная металлоконструкция является прототипом современной системы фиксации динамическим бедренным винтом. Применение динамического бедренного винта в настоящий момент широко распространено в травматологической практике, особенно при лечении базальных переломов шейки бедра. Применение данной конструкции основано на принципе динамической фиксации и подвижности элементов, что снижает напряжение на перимплантационную костную ткань при ранней активизации пациента.

На современном этапе развития травматологии наиболее часто применяются винты с продольным центральным каналом, разработанные Международной ассоциацией ортопедов (АО). Для их точного проведения в шейку бедренной кости используется предварительное введение направляющих спиц.

В начале XXI века начали активно разрабатываться и внедряются в практику новые металлофиксаторы для проведения накостного остеосинтеза. В их числе – система фиксации телескопическими винтами с угловой стабильностью. Телескопические винты надежно фиксируют костные фрагменты, обеспечивая консолидацию перелома вдоль оси шейки бедра при минимизации риска миграции и ротационной нестабильности за счет

блокирования винтов. Однако применение данной металлоконструкции ограничено материально-технической базой лечебных учреждений, особенно муниципальных районов, не имеющих достаточного оснащения, в том числе аппаратов ЭОП [11, 13, 14, 26, 45, 90, 106, 140].

1.2.2.3 Другие способы остеосинтеза

Начиная с 70-х гг. XX века для остеосинтеза переломов шейки бедра стали использовать костные фиксаторы, представляющие собой гомотрансплантаты из гребня большеберцовой кости и гетеротрансплантаты, извлеченные из кортикального слоя большеберцовой или бедренной кости теленка. Применение гомотрансплантата до сих пор встречается в практике как достаточно эффективный метод, создающий благоприятные условия для консолидации благодаря высокому остеогенному потенциалу трансплантата. Однако данному способу не хватает жесткости и прочности фиксации костных отломков.

Позднее для свежих субкапитальных переломов шейки бедра была разработана и внедрена в практику первичная межвертельная вальгизирующая остеотомия бедренной кости с медиальным перемещением дистального фрагмента и с фиксацией специальной конструкцией. Данный способ снижает риск развития аваскулярного некроза, однако снижение минеральной плотности костной ткани и травматическое нарушение кровоснабжения могут привести к неэффективности остеосинтеза и возможной инвалидизации пациента [24].

1.2.2.4 Принцип выбора металлоконструкции

Для того чтобы правильно выбрать подходящий под перелом металлофиксатор, многие травматологи-ортопеды руководствуются классификацией Гардена, состоящей из 4 типов в зависимости от повреждения костных трабекул, а также величины угла смещения отломков. Для пациентов 1-й и 2-й группы (стабильные переломы), с минимальными изменениями в костной архитектонике, хорошие результаты дает остеосинтез спонгиозными канюлированными винтами с шайбами, фиксация конструкцией DHS и использование телескопических винтов с угловой стабильностью. Многие авторы отмечают значительное преимущество телескопических винтов с угловой стабильностью перед другими металлофиксаторами в связи с отсутствием деротационной и угловой нестабильности конструкции [7, 133, 134].

Для пациентов 3-й группы с выраженным разрывом костных трабекул с частичным смещением отломков операцией выбора наиболее часто является конструкция ДБВ. Остеосинтез динамическим бедренным винтом при базальных переломах шейки бедра нашел широкое применение не только в отечественной практике, но и за рубежом. Однако литературные источники указывают на довольно высокий процент осложнений (13,6–31 %), связанный с перфорацией головки бедра, миграцией и переломом металлоконструкции [6, 52, 53, 58, 149, 152, 153, 155]. Поэтому на практике для таких переломов все чаще используется эндопротезирование и, как альтернатива, использование телескопических винтов с угловой стабильностью [7, 134].

Наиболее тяжелой группой являются пациенты с переломами 4-го типа по классификации Гардена, при которых наблюдается разрыв и выраженное смещение костных трабекул. Так как у таких больных высок риск развития асептического некроза, замедленной и неэффективной консолидации, приоритетной тактикой лечения считается эндопротезирование [51].

Кроме того, при выборе металлоконструкции необходимо учитывать материально-техническую базу лечебного учреждения. Так, выбор способа остеосинтеза в травматологических стационарах, расположенных на периферии крупных городских центров, чаще всего ограничен отсутствием высококвалифицированных специалистов и аппаратов ЭОП. Поэтому «золотым стандартом» лечения переломов шейки бедра во многих лечебных учреждениях до сих пор остается применение винтов и спицевой остеосинтез.

1.2.3 Эндопротезирование тазобедренного сустава при переломе шейки бедра

Существуют различные виды эндопротезирования в зависимости от типа фиксации компонентов (цементные, бесцементные и гибридные), а также в зависимости от замещаемых компонентов поврежденного сустава пациента (однополюсные и тотальные). Цементная фиксация компонентов эндопротеза применяется у больных, имеющих высокий риск развития нестабильности: на фоне длительной гормональной терапии; у пациентов с остеопенией и остеопорозом, генетическими заболеваниями, болезнями эндокринной системы и др. [51, 102, 104]. Проведенные рандомизированные исследования в области результатов применения различных типов фиксации компонентов эндопротеза выявили превосходство цементной фиксации в функциональных результатах. При бесцементном типе фиксации отмечается более высокий риск возникновения перипротезных переломов [59, 67, 105, 124, 157, 170).

Первый случай применения эндопротезирования зафиксирован в 1890 г., когда Gluk заменил сустав протезом из слоновой кости. Далее применение эндопротезирования не нашло развития вплоть до середины XX века, когда появляются первые работы по применению и конструкции эндопротезов.

Так, в период 1956–1960 гг. McKee и Watson-Farrar задокументировали раннюю модель искусственного тазобедренного сустава. Новую разработку они применили при лечении 40 пациентов, которые имели инвалидность вследствие заболеваний и травм тазобедренного сустава, получив в послеоперационном периоде 51% хороших результатов. Применение эндопротезирования начиналось с бесцементного типа фиксации, позднее появился гибридный вариант – цементированный бедренный протез Томпсона в сочетании с бесцементной чашкой от Charnley. Однако, даже несмотря на появление цементного типа фиксации, неудовлетворительные исходы эндопротезирования долгое время оставались высокими.

Развитие материаловедения в начале 1980-х гг. полностью изменило подход к эндопротезированию, поскольку стали доступны материалы, через которые возможно прорастание костной ткани, благодаря чему современные эндопротезы имеют достаточно плотную фиксацию к костной ткани даже без применения костного цемента.

В России первооткрывателем практического эндопротезирования по праву считается К.С. Сиваш, предложивший в 1956 г. тотальный эндопротез. К 1974 г. он выполнил более 800 успешных операций по замене суставов [51].

Благоприятный исход эндопротезирования тазобедренного сустава зависит от проведения тщательного обследования пациентов, наличия соответствующей материально-технической базы лечебного учреждения и качественных эндопротезов, а также требует от специалистов высоких профессиональных знаний и навыков. Так как данный вид хирургического вмешательства является достаточно сложным, его проведение должно осуществляться только в специализированных отделениях, оснащенных высокотехнологичным оборудованием [2, 30, 110, 111, 143].

Применение эндопротезирования при переломах шейки бедра приводит к хорошим результатам, исключая риск развития неэффективной консолидации и асептического некроза головки бедренной кости. Тем не

менее, показания к эндопротезированию в последние несколько лет значительно сократились вследствие формирования других, нехарактерных для остеосинтеза осложнений, возникающих в 38–63% случаев, среди которых наиболее часто встречается вывих компонентов эндопротеза, достигая 44,55 %, а также околопротезные переломы, глубокая инфекция в области эндопротеза и др. [75]. Так как полностью решить проблему вывиха компонентов эндопротеза до сих пор не предоставляется возможным, несмотря на многочисленные разработки, применение эндопротезирования при переломах шейки бедренной кости проводится только при наличии показаний. К основным из них относятся: перелом шейки бедра на фоне уже имеющейся или ранее перенесенной патологии в тазобедренном суставе (застарелый перелом или ложный сустав, остеопороз, артроз, асептический некроз головки бедренной кости, фиброзный или костный анкилоз сустава, опухолевые процессы в головке и шейке бедренной кости). Кроме того, эндопротезирование является приоритетной тактикой при неспособности пациента ходить с дозированной нагрузкой в послеоперационном периоде [31, 45, 102, 134, 144].

Однако, несмотря на значительные научные работы, ведущиеся в направлении поиска наиболее эффективного способа остеосинтеза или применения эндопротезирования, число неблагоприятных исходов в лечении переломов шейки бедра по-прежнему остается на высоком уровне и достигает 10–30% от общего числа оперативных вмешательств (А.Ю. Акулич и соавт.). Возможные осложнения связаны не только с проведением остеосинтеза, но и дальнейшим течением послеоперационного периода [3, 4, 5].

1.2.3.1 Однополюсное эндопротезирование

Применение однополюсного протезирования характеризуется сокращением длительности операции, более низкой интраоперационной

кровопотерей и снижением риска последующего вывиха компонентов эндопротеза в послеоперационном периоде по сравнению с тотальным эндопротезированием. Поэтому гемизендопротезирование рекомендуется выполнять пациентам с низким уровнем двигательной активности, с нарушением когнитивных функций и при наличии соматической патологии в стадии выраженной декомпенсации [117, 176]. Причем применение биполярного и монополярного эндопротеза не имеет существенной разницы [43, 44, 54, 58, 82, 90, 145].

Однополюсной протез представляет собой головку, смоделированную из полимера по анатомическим контурам извлеченной головки бедренной кости пациента, переходящую в ножку эндопротеза. Далее изготовленный протез головки помещают в вертлужную впадину, а ножку – в предварительно вскрытый канал бедренной кости и надежно фиксируют, капсулу сустава и мышцы тщательно ушивают. Недостатком данного вида эндопротезирования является большое повреждающее воздействие металлической головки на суставной хрящ вертлужной впадины в процессе активизации больного [36–39]. К разновидности однополюсного протезирования относится биполярный (субтотальный) эндопротез, который отличается наличием подвижности не только внутри капсулы сустава, но и внутри самого эндопротеза – между головкой и полиэтиленовым вкладышем. Такая конструкция позволяет снизить трение, оказываемое на суставной хрящ [51].

1.2.3.2 Тотальное эндопротезирование

Тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава рекомендуется проводить пациентам без выраженных когнитивных нарушений при нестабильных переломах шейки бедра, которые имели до травмы активный образ жизни и могут передвигаться самостоятельно в послеоперационном периоде, так как по сравнению с однополюсным эндопротезированием оно

имеет более благоприятные результаты [83, 95, 112, 176]. Тотальный эндопротез тазобедренного сустава отличается относительной сложностью и состоит из трех компонентов: вертлужного, бедренного и головки, которые на настоящий момент имеют множество вариаций. Так, существуют два вида чашек: резьбовые и забивающиеся, отличающиеся по способу фиксации в вертлужной впадине. Для усиления фиксации применяют дополнительные элементы крепления: лепестки, скобы, пластины и т.д.

Бедренный компонент представлен различными видами ножек: круглыми, прямыми клиновидными, клиновидными ножками прямоугольного сечения (тип Zweimuller), коническими (тип Wagner) и др. Для их стабильной фиксации необходимо учитывать технические особенности каждого типа ножек, а также учитывать анатомические особенности пациента. При бесцементном способе происходит надежная фиксация ножек эндопротеза в бедренном канале при достижении конгруэнтности их форм и объемных параметров. При цементном эндопротезировании в качестве способа дополнительной фиксации используется костный цемент [51].

При наличии высокого риска вывиха эндопротеза в послеоперационном периоде (например, нарушение координации вследствие фоновых соматических патологий, таких как острое нарушение мозгового кровообращения в анамнезе, эпилепсия и др.), следует применять тотальное эндопротезирование с двойной мобильностью компонентов.

1.3 Послеоперационное ведение пациентов с переломами шейки бедра

Главной задачей в послеоперационном периоде у больных с переломами шейки бедра является как можно более ранняя активизация с восстановлением функции оперированной конечности и навыков самообслуживания. Организация правильного ведения послеоперационного лечения является компетенцией различных специалистов в сфере

реабилитации, составляющих совместно с лечащим врачом реабилитационную программу, включающую комплекс упражнений ЛФК, сроки начала и режим дозирования нагрузки. Только соблюдение непрерывности, последовательности и комплексности подхода обеспечивает формирование и закрепление стойкого положительного результата в восстановлении функций конечности, утраченных вследствие травмы [62, 89, 150]. Организация послеоперационного восстановительного лечения связана с лучшими результатами и более высокой вероятностью возвращения пациента к ранее существовавшему уровню жизни и трудоспособности. Однако в настоящий момент существует дефицит информации и исследований, показывающих, какие пути послеоперационной реабилитации более эффективны для оптимизации результатов лечения пациентов.

Послеоперационное ведение пациентов с переломами проксимального отдела бедра определяется совокупностью факторов, основными из которых являются: вид операционного вмешательства (остеосинтез, эндопротезирование, остеотомия и др.), гериатрический статус пациента, включающий уровень соматического здоровья, степень выраженности сопутствующих патологий, в т.ч. остеопороза, уровень зависимости пациента от окружающей помощи и степень сохранности когнитивных функций [42, 79, 151].

С момента проведения оперативного вмешательства до нормализации функции поврежденной конечности восстановление больного с переломами шейки бедра проходит в три последовательных этапа под строгим контролем специалистов.

После завершения оперативного вмешательства и перевода больного в палату реанимации и интенсивной терапии начинается первый этап, целью которого является максимальное снижение болевого синдрома и медикаментозная поддержка жизненно-важных функций пациента, предупреждение тромбоэмболических осложнений и профилактика раневой инфекции и пролежней. В этот период назначается дыхательная гимнастика,

а также проводится первичная психологическая подготовка пациента к последующему длительному восстановлению навыков самообслуживания [43, 72, 154].

После перевода пациента из палаты реанимации в отделение травматологического стационара последовательно наступает второй этап, основная задача которого – в короткие сроки начать раннюю активизацию пациента, предотвратить развитие гипостатических осложнений и декомпенсацию фоновых заболеваний. В этот период больной под контролем специалиста начинает первые движения прооперированной конечностью сидя в кровати, а затем учится ходить с помощью вспомогательных средств без опоры на прооперированную конечность, постепенно наращивая объем движений в поврежденном суставе, укрепляя мышцы, повышая толерантность к физической нагрузке [79].

После двух стационарных этапов при отсутствии ранних послеоперационных осложнений больной переходит на третий амбулаторно-поликлинический этап. Лечащий врач не только передает пациента под наблюдение поликлиники по месту жительства, но и снабжает его четкими рекомендациями по продолжению восстановительного лечения и о необходимом уровне активизации поврежденной конечности [86, 89].

Решающими факторами в предотвращении неблагоприятных исходов оперативного вмешательства являются правильно и индивидуально подобранные биомеханические параметры, включающие срок начала активизации поврежденной конечности, а также величину нагрузки в дополнении со вспомогательными методами лечения (ЛФК, электромиостимуляция, массаж, физиотерапия) [29].

1.3.1 Факторы, влияющие на консолидацию переломов шейки бедра и средние сроки сращения

Процесс наступления эффективной консолидации перелома в области шейки бедра зависит от множества факторов, которые можно разделить на две группы – общие (системные) и местные.

К общим факторам относится системное состояние организма пациента, определяющееся его возрастом, полом, массой тела, гормональным балансом, минеральной плотностью костной ткани, наличием и степенью выраженности инфекционных и неинфекционных заболеваний на момент получения травмы и в послеоперационном периоде [2, 3, 6, 13, 39].

Из перечисленных факторов значимое влияние на сращение перелома шейки бедра оказывает возраст пациента, так как репаративные возможности организма с возрастом уменьшаются, что связано, прежде всего, с системным замедлением анаболических процессов и снижением способности стволовых клеток – предшественниц остеогенеза к дифференцировке. Таким образом, сроки наступления консолидации у лиц пожилого и старческого возраста могут отличаться и наступать позднее по сравнению с лицами более молодого возраста [51, 79, 86].

Вес пациента является важным фактором в послеоперационном периоде, так как последующая активизация и нагрузка на конечность происходит под воздействием массы тела. От значений данного фактора должен происходить непосредственный расчет величины нагрузки на прооперированную конечность в послеоперационном периоде, что влияет на исход консолидации [39, 57, 64].

К местным факторам, влияющим на сращение перелома, относятся, прежде всего, тип перелома и вид металлоконструкции, что связано с особенностью костной регенерации в области шейки бедренной кости. Процесс консолидации переломов шейки бедра возможен лишь по типу первичного сращения перелома («контактное сращение»). Данный тип

требует точной репозиции и стабильной фиксации фрагментов при сохранении микроподвижности отломков, стимулирующих формирование костной мозоли. Поэтому одно из определяющих значений в процессе консолидации имеет тип фиксации костных фрагментов. Применение компрессионного остеосинтеза создает оптимальные условия для костной регенерации. Наиболее стабильным считается остеосинтез современными конструкциями: телескопические винты с угловой стабильностью, а также цефаломедулярные фиксаторы по типу гамма-гвоздя и проксимального бедренного штифта. Применение динамического бедренного винта считается менее надежным способом, однако он также обеспечивает компрессию проксимального и дистального отломка друг с другом. Практически не обеспечивает компрессию остеосинтез пучком спиц, поэтому при данном способе в процессе консолидации часто происходит расхождение костных отломков с образованием межфрагментарного диастаза, что нарушает формирование костной мозоли и приводит к осложнениям [4, 13, 30, 79, 86, 97].

Тип перелома проксимального отдела бедра также является важным фактором, влияющим на сроки консолидации, так как от прохождения плоскости перелома относительно тех или иных анатомических ориентиров будет зависеть степень нарушения кровоснабжения и способность костной ткани к регенерации. Так, наиболее благоприятными к сращению являются базальные переломы по классификации Каплана, а субкапитальные переломы имеют менее подходящие условия для консолидации вследствие нарушения основных источников кровоснабжения при переломе. Стабильные и нестабильные переломы по классификации Garden также будут иметь разные сроки консолидации в зависимости от степени смещения отломков, что необходимо учитывать при планировании послеоперационного периода [13, 79, 86].

В литературных источниках не встречается конкретных данных о сроках консолидации перелома шейки бедра. Согласно данным медико-социальной экспертизы, сроки нетрудоспособности при переломах шейки бедра со смещением составляют 170–190 дней, а без смещения – 165–180. Следовательно, за этот период должна произойти эффективная консолидация перелома, а также комплекс реабилитационных мероприятий, позволяющие пациенту в полном объеме вернуться к прежним условиям жизни.

1.3.2 Режим двигательной активности больных и дозирование нагрузки при переломах шейки бедра в послеоперационном периоде

Большинство авторов, посвятивших свои работы изучению восстановления функции прооперированной конечности, считают оптимальным сроком начала первичной активизации больных с переломами шейки бедра в раннем послеоперационном периоде первые 24 часа, даже при нахождении пациента в палате реанимации и интенсивной терапии. В связи с высоким процентом осложнений после оперативного лечения перелома шейки бедра для каждого больного строго индивидуально должен быть подобран режим двигательной активности. Восстановительный процесс после хирургического лечения включает физические упражнения, дозированную ходьбу, восстановление навыков самообслуживания и соблюдение правильного режима нагрузки на конечность.

Начиная активизацию пожилого пациента, важно помнить, что с возрастом физиологически происходит снижение функции вестибулярного аппарата, нарушение координации и проприоцепции на фоне ухудшения зрения, что может привести к нескоординированной нагрузке на конечность, в том числе и на прооперированную, с высоким риском перелома металлоконструкции или возникновения повторного перелома при падении. Таким образом, благоприятный исход послеоперационного периода, прежде

всего, зависит от степени нагрузки на конечность и срока начала активизации пациента, а также от устойчивости металлофиксатора к данным нагрузкам [70].

Тема послеоперационного ведения пациента после эндопротезирования разработана более полно. В настоящее время многие специалисты в области травматологии, ортопедии и реабилитации придерживаются стандартной программы восстановительного лечения для больных после перенесенного эндопротезирования вне зависимости от его вида, которая подразделяется на 3 этапа:

I этап – постельный. В данный период восстанавливается навык простейших движений при постепенном преодолении болевых ощущений сначала из положения лежа, а затем с постепенным приподниманием туловища в постели до присаживания в кровати. Далее больному уже на 3–4 день после операции при удовлетворительном состоянии разрешается вставать с кровати и передвигаться с помощью дополнительных средств опоры – ходунков не более 30 минут, при освоении которых следующим этапом становится переход к костылям. После проведенного эндопротезирования на раннем этапе реабилитационного периода с целью предотвращения вывиха головки эндопротеза необходимо обучить пациента правильно вставать с постели и ложиться на нее при обязательной поддержке больной конечности.

II этап начинается со 2-й и длится по 12-ю неделю и характеризуется постепенным переходом от костылей к трости. К 7–8-му дню при отсутствии осложнений разрешается минимальная дозированная нагрузка на оперированную конечность до «чувства стопы» при любом типе эндопротезирования. В данный период восстанавливается мышечный тонус и амплитуда движений в суставе, а также происходит переход к полной опоре на оперированную конечность с восстановлением правильного стереотипа ходьбы. На протяжении 2 этапа активно применяются дополнительные методы лечения (массаж, физиотерапия, электростимуляция и пр.) С 3–4-й

недели под контролем специалиста нагрузка на конечность постепенно увеличивается. В течение всего периода реабилитации больной должен выполнять комплекс ЛФК: динамические упражнения, упражнения на расслабление и изометрическое сокращение мышц. Кроме того, необходимо обязательно исключить движения, способные спровоцировать вывих компонентов эндопротеза (сгибание в тазобедренном суставе более 90° с внутренней ротацией конечности, резкие движения, сидение на низкой поверхности).

На заключительном III этапе по истечении 12-ти недель после эндопротезирования происходит закрепление вновь приобретенных двигательных навыков, восстанавливается функция ходьбы без применения вспомогательных средств опоры, с выполнением обязательных регулярных упражнений в течение всей жизни. После выписки из стационара больной проходит обязательный рентгенологический контроль через 3, 6 и 12 месяцев после операции. Таким образом, ранняя нагрузка на оперированную конечность после эндопротезирования является обязательным условием для восстановления утраченных в результате перелома функций.

В отечественных литературных источниках встречаются данные о необходимости применения частичной нагрузки на конечность с первых же дней после операции при цементной фиксации эндопротеза, доводя нагрузку до полной к концу первого месяца. При использовании бесцементной фиксации протеза сроки ранней активизации несколько сдвигаются: ходьбу с опорой на костыли разрешают на 5–7-й день с постепенным доведением нагрузки от 15% веса тела к 50% к концу третьей недели, а полная нагрузка разрешается только со 2–4-го месяца после операции [2, 35, 67]. Согласно российским клиническим рекомендациям по лечению переломов проксимального отдела бедра, а также по мнению Р. Tian и соавт. (2017), после эндопротезирования при переломах шейки бедра рекомендуется полная нагрузка весом тела сразу после операции [173]. В зарубежных научных исследованиях по данной проблеме также прослеживается

тенденция к ранней активизации пациентов и к переходу к полной осевой нагрузке на конечность как можно в более ранние сроки, особенно после тотального эндопротезирования – в течение первых 48 часов после операции [125].

Восстановление пациентов после остеосинтеза металлоконструкциями происходит по аналогичной схеме, однако сроки начала полной нагрузки определяются только после проведения контрольной рентгенографии в 2 проекциях и при положительной динамике консолидации.

Применение обобщенного плана восстановительного лечения больных, к сожалению, не учитывает такие важные индивидуальные особенности пациента, как его вес, возраст, минеральную плотность и способность костной ткани к консолидации. Поэтому одна и та же нагрузка для одного пациента может быть избыточной, что приведет к нестабильности и миграции металлоконструкции, либо наоборот недостаточной, что может привести к формированию суставной контрактуры, гипотрофии мышечной ткани, посттравматическому артрозу и др.

Необходимость применения ранней нагрузки на оперированную конечность после остеосинтеза кроме профилактики гипостатических осложнений заключается еще в том, что адекватная двигательная активность в послеоперационном периоде благотворно влияет на остеогенез в зоне перелома, способствуя созданию условий для эффективной консолидации. Занятия лечебной гимнастикой также, как и после эндопротезирования, назначаются уже в первые 24–48 часов после операции и включают общеукрепляющие и дыхательные упражнения; активные движения во всех здоровых суставах, особенно в голеностопных, коленных и неповрежденном тазобедренном, укрепление подошвенных мышц и др. Кроме того, больного обучают приподнимать таз с опорой на локти и стопу оперированной ноги. На 1–3-е сутки производится «вертикализация» пациента с односторонней опорой (ходунки или высокие костыли) под контролем инструктора-методиста ЛФК. На 7–8-е сутки после операции больной учится использовать

дополнительные элементы передвижения без опоры на поврежденную конечность (ходунки, костыли). Дальнейшая реабилитация пациента и применение первичной нагрузки на оперированную конечность происходят уже после выписки из стационара.

По данным отечественной литературы после остеосинтеза шейки бедра винтами дозированная нагрузка на конечность применяется в среднем через 3–4 месяца после операции, а при остеосинтезе конструкцией ДБВ значительно раньше – уже на 3–4-й неделе, но только при удовлетворительной консолидации по данным контрольных рентгенограмм. По мнению Р. Thierry и соавт. (2009), после остеосинтеза перелома шейки бедра канюлированными винтами и динамическим бедренным винтом у пациентов моложе 60 лет полностью исключают нагрузку весом тела в течение 12 недель, а далее, учитывая динамику консолидации по данным инструментальных методов исследования, разрешается дозированная нагрузка весом тела [135]. Для пациентов старше 60 лет рекомендуется применение полной нагрузки весом тела сразу после динамической фиксации. Это связано с тем, что пациентам в таком возрасте уже сложно самостоятельно применять дозированную нагрузку, используя средства дополнительной опоры, поэтому они нуждаются в такой фиксации, которая бы позволяла сразу нагружать конечность после операции весом тела [93, 126]. Данный подход является дискуссионным, так как, с одной стороны, у молодых пациентов с хорошей прочностью кости мы 3 месяца не нагружаем конечность из-за боязни смещения отломков, а, с другой стороны, у пациентов старше 60 лет с заведомо худшими фиксационными свойствами кости разрешаем полную нагрузку сразу.

Однако применение этих временных сроков является обобщенным и способно вызвать неблагоприятные послеоперационные осложнения при неадекватной нагрузке на конечность для конкретного пациента [47, 54, 68, 73]. Согласно федеральным клиническим рекомендациям по лечению переломов проксимального отдела бедра после остеосинтеза переломов

шейки канюлированными винтами и конструкцией ДБВ в течение 12 недель больному запрещается нагружать конечность весом тела. После 12 недель, учитывая динамику консолидации по данным рентгенографии, пациенту разрешается дозированная нагрузка весом тела. Исключение составляет остеосинтез телескопическими винтами с угловой стабильностью, где пациенту разрешается нагрузка 15% веса тела сразу после операции [135].

Подбор необходимого уровня нагрузки в послеоперационном периоде является сложной задачей, решение которой должно проводиться строго индивидуально для каждого пациента. Однако, несмотря на определяющее значение режима нагрузок для благоприятного восстановления, до сих пор нет четких рекомендаций и протоколов ведения послеоперационных больных, позволяющих рассчитать для пациента нагрузку, подходящую именно ему в данный период реабилитации. Поэтому чаще всего больные по незнанию применяют либо чрезмерную или раннюю активизацию, приводящую к перелому или миграции металлоконструкции, либо наоборот долгое время не нагружают конечность, что чревато формированием контрактур, посттравматического остеопороза, мышечной гипо- и атрофии.

Для того чтобы установить готовность пациента к применению дозированной нагрузки, необходимо в первую очередь определить степень консолидации в зоне перелома. С этой целью чаще всего выполняют рентгенографию поврежденного сустава в 2-х проекциях, оценивая степень плотности и целостности кортикального слоя и выраженность костной мозоли [91]. Если по данным рентгенограмм в зоне перелома наступила эффективная консолидация, то больному подбирается дозированная нагрузка на оперированную конечность при использовании вспомогательных средств опоры [88]. Однако данный способ подбора режима активизации пациента является субъективным и не регламентирует величину предельно допустимой нагрузки и ее постепенного увеличения в ходе восстановления.

Частично решить данный вопрос можно с помощью математического компьютерного моделирования с использованием метода конечных

элементов. Научно-практические разработки в данном направлении принадлежат М.С. Кувину, О.Н. Ямщикову, А.Ф. Шулятьеву. Суть метода заключается в построении индивидуальной 3D электронной модели бедренной кости, полученной на основании предварительных послойных снимков КТ. Электронный прототип бедренной кости позволяет детально рассмотреть векторы напряженно-деформированного состояния костной ткани и металлоконструкции, а также оценить степень фиксации костных фрагментов и их возможной подвижности при дозированной нагрузке. Однако применение данного метода ограничено возможностями материально-технического оснащения лечебных учреждений, особенно в муниципальных районах, и не обеспечивает ясного понимания о разрешенном диапазоне нагрузки на конечность [54, 55, 93, 97, 98].

В зарубежной медицине широко применяются высокочувствительные датчики, имеющие систему передачи обратной связи. Данные приборы устанавливаются в индивидуальную стельку, и на экране планшета врач отслеживает необходимые параметры, в том числе величину нагрузки, пиковую силу, среднюю скорость походки, что позволяет в режиме реального времени корректировать параметры, выходящие за пределы установленной допустимой нагрузки [126]. Но эти устройства пригодны лишь для контроля величины нагрузки и не способны ее рассчитывать.

Резюме

В последнее время в мире предложено огромное количество современных фиксаторов, отвечающих многим требованиям, но, несмотря на это, процент неудовлетворительных исходов сильно не уменьшился.

Поскольку при остеосинтезе всеми современными металлоконструкциями процент осложнений примерно сопоставим и остается достаточно высоким, а производители этих конструкций рекламируют их как наиболее эффективные и универсальные, очевидно, что пути улучшения результатов лечения следует искать в большей степени не в изобретении новых конструкций, а в послеоперационном ведении больных, тем более что этому аспекту на сегодняшний день уделяется мало внимания в отечественной и зарубежной литературе.

ГЛАВА 2

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Дизайн диссертационного исследования

Диссертационное исследование проведено в рамках этических принципов, соответствует нормативным требованиям и правилам надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice). Все пациенты, согласившиеся на проведение исследования, подписали добровольное информированное согласие на обработку персональных данных в соответствии с Федеральным законом № 152-ФЗ от 27 июня 2006 года («О персональных данных»), что соответствует требованиям Хельсинской декларации от 1964 года, «Правилам клинической практики в Российской Федерации» № 266 от 19 июня 2003 года. Все персональные данные, включенные в диссертационную работу, обезличены. Исследование одобрено локальным этическим комитетом.

Диссертационное исследование проводилось согласно следующим этапам: отбор пациентов по критериям включения и исключения, формирование двух равных по половозрастному составу групп, непосредственное проведение исследования и статистический анализ полученных результатов.

Дизайн диссертационного исследования представлен на рисунке 1 в виде блок-схемы CONSORT.

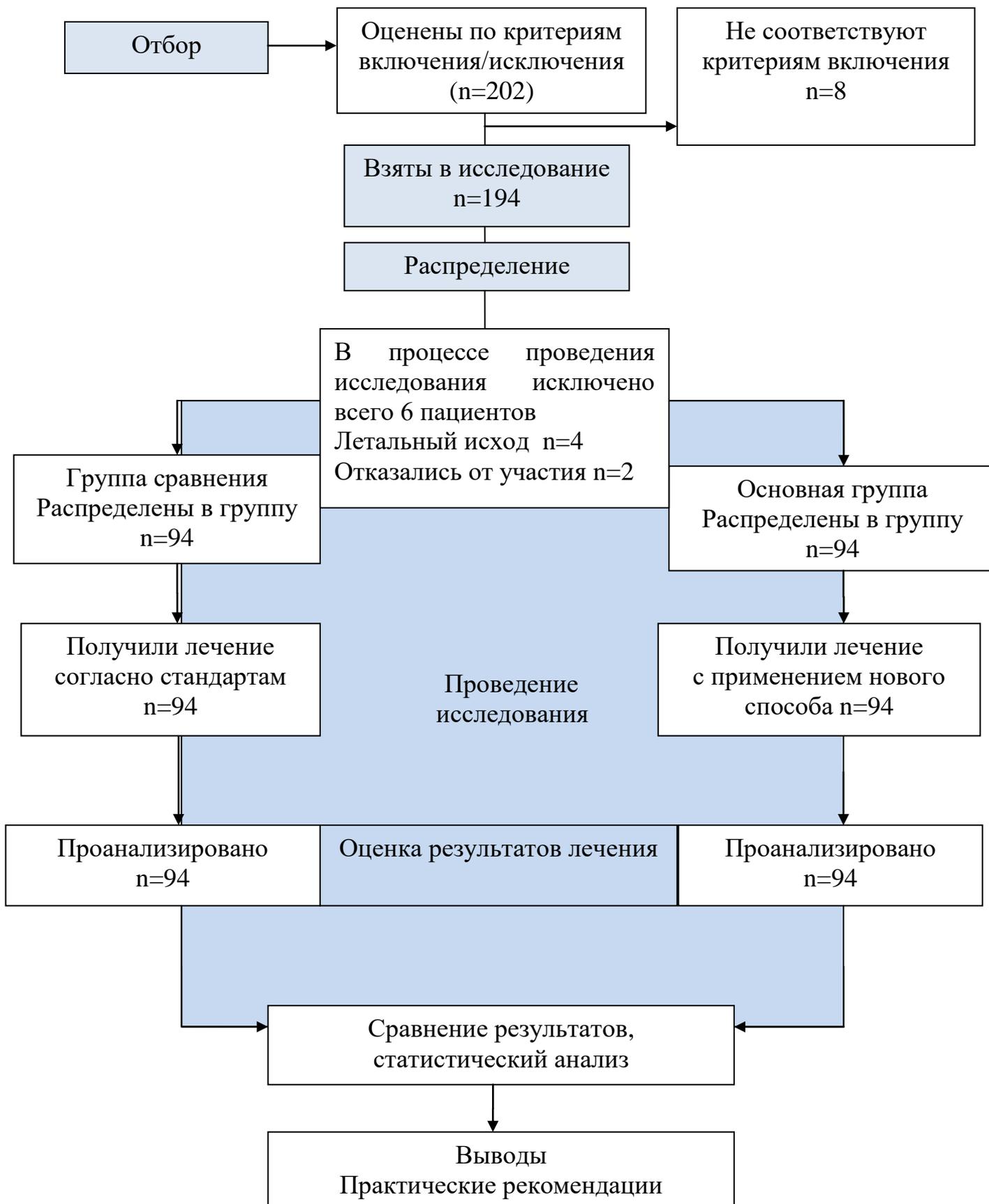


Рисунок 1 – Дизайн диссертационного исследования

На первом этапе диссертационного исследования было проведено обследование 202 пациентов с переломами шейки бедра и оперативное лечение с применением вышеупомянутых металлоконструкций. По критериям включения и исключения для дальнейшего исследования отобрано 194 человека. В процессе диссертационной работы при формировании клинических групп на первом этапе выбыло 6 человек: 4 – летальный исход, 2 – отказались от дальнейшего проведения исследования по причине смены места жительства.

На втором этапе диссертационного исследования в основной группе у пациентов, перенесших оперативное вмешательство, был применен способ расчета безопасного диапазона нагрузки на оперированную конечность. Каждому пациенту был составлен индивидуальный план восстановительного лечения и даны рекомендации о величине осевой нагрузки на каждый день послеоперационного периода вплоть до наступления срока консолидации, установленного при помощи выполнения регулярной рентгенографии поврежденного тазобедренного сустава в 2-х проекциях (в 1-й, 3-й, 6-й и 9-й месяцы после операции).

В группе сравнения восстановительный период у пациентов протекал согласно Федеральным клиническим рекомендациям по лечению переломов проксимального отдела бедра без применения предложенного способа. Например, после остеосинтеза переломов шейки бедра конструкцией ДБВ в течение 12 недель больному запрещалось нагружать конечность. После 12 недель, учитывая динамику консолидации по данным рентгенографии, пациенту разрешалась дозированная нагрузка весом тела. Срок начала и величина дозирования нагрузки для других металлоконструкций устанавливались по результатам выполненных рентгенограмм с постепенным нагружением конечности с учетом субъективных ощущений пациента.

На третьем этапе диссертационной работы проводилась оценка результатов послеоперационного ведения, включающая регулярный осмотр пациентов и выполнение рентгенограмм тазобедренного сустава в 2

проекциях, оценку положения металлоконструкции, степень консолидации перелома, функции тазобедренного сустава по шкале Харриса, структуры и количества осложнений, продолжительности лечения (в днях) до наступления эффективной консолидации и возможности применять полную осевую нагрузку на конечность. Контрольный осмотр проводился каждый месяц с обязательным выполнением рентгенографии тазобедренного сустава в 1-й, 3-й, 6-й и 9-й месяцы. Оценка основных параметров и заполнение шкал опросника проводилась с помощью лечащего врача.

Продолжительность наблюдения каждого пациента составила 9 месяцев с момента проведения оперативного вмешательства.

На заключительном четвертом этапе диссертационного исследования оценивалась эффективность способа расчета безопасного диапазона нагрузки на конечность в послеоперационном периоде при помощи проведения статистического анализа и сравнения полученных результатов.

2.2 Общая характеристика наблюдаемых групп

Выполнение диссертационного исследования проводилось на базе кафедры госпитальной хирургии с курсом травматологии ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина» с использованием клинического материала травматологического отделения ТОГБУЗ «ГКБ г. Котовска».

Для достижения поставленной цели и решения задач, обозначенных в диссертационной работе, нами было проведено исследование, включающее отбор и формирование двух групп пациентов. Исследование проводилось проспективно. Всего для диссертационного исследования было отобрано 188 пациентов по критериям включения и исключения, получивших оперативное лечение в травматологическом отделении ТОГБУЗ «ГКБ г. Котовска» по поводу закрытого перелома шейки бедренной кости в период с 2019 по 2021 г.

Пациенты обеих групп были отобраны по следующим критериям включения:

- наличие закрытого перелома шейки бедра: субкапитального, трансцервикального или базального согласно классификации Каплана;
- проведение остеосинтеза одной из следующих конструкций: проксимальный бедренный гвоздь (ПБГ), телескопические винты с угловой стабильностью (ТВсУС), гамма-гвоздь (ГГ), ДБВ, спонгиозные канюлированные винты АО, V-образные спицы;
- способность пациента понять суть исследования и дать письменное разрешение на участие в нем;
- способность пациента понять и применить в процессе реабилитации предложенный нами способ дозирования нагрузки на конечность.

Критериями исключения были:

- пациенты, имеющие патологические переломы;

- случаи комбинированных и сочетанных травм, например, полученных в результате ДТП, падения с большой высоты;

- наличие тяжелых соматических патологий и хронических заболеваний в стадии декомпенсации, психических расстройств;

- возраст менее 18 лет;

- наличие стойкой деформации, ампутации любого сегмента и грубых анатомических дефектов здоровой или поврежденной нижней конечности;

- нарушение статодинамической функции вследствие неврологических заболеваний;

- застарелый перелом, ложный сустав, грубая деформация поврежденного или коллатерального тазобедренного сустава (например, деформирующий коксартроз 3–4 стадии).

Согласно данным критериям мы отобрали 194 пациента, которые были разделены на 2 равные по количеству участников группы. В ходе исследования дополнительно исключены 2 пациента, отказавшихся от участия, и 4 пациента умерли до завершения исследований. В основную группу вошли 94 пациента, у которых после перенесенного оперативного вмешательства в восстановительном периоде применялся расчет безопасного диапазона нагрузки на конечность по предложенному нами способу. Группу сравнения составили 94 пациента, к которым данный способ не применялся, а дозирование нагрузки на оперированную конечность проводилось согласно Федеральным клиническим рекомендациям по лечению переломов проксимального отдела бедренной кости.

Среди пациентов основной группы было 58 женщин и 36 мужчин, средний возраст которых составил $75,8 \pm 1,3$ лет. В группу сравнения вошли 59 женщин и 35 мужчин (таблица 1).

Таблица 1 – Распределение пациентов по полу в обеих клинических группах

	Всего	Мужчины		Женщины	
		Абс.	Уд. вес, %	Абс.	Уд. вес, %
Основная группа	94	36	38,30	58	61,70
Группа сравнения	94	35	37,23	59	62,77

Для определения возрастного состава все пациенты, включенные в исследование, были разделены на 5 групп: молодой (18–44), средний (45–59), пожилой (60–74), старческий (75–89), долгожители (>90). Средний возраст пациентов, участвующих в исследовании, составил $75,2 \pm 1,3$ лет. Распределение по возрастному составу для обеих клинических групп представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Возрастной состав участников клинических групп

Возраст	Основная группа		Группа сравнения	
	Абс.	Уд. вес, %	Абс.	Уд. вес, %
Молодой (18–44)	2	2,13	4	4,26
Средний (45–59)	8	8,51	7	7,45
Пожилой (60–74)	34	36,17	31	32,98
Старческий (75–89)	38	40,43	40	42,55
Долгожители (>90)	12	12,77	12	12,77

При сравнении среднего возраста пациентов основной группы и группы сравнения различия статистически не значимы: t-критерий Стьюдента равен 1,973.

Все пациенты, отобранные в клинические группы, имели один из следующих переломов, согласно классификации Каплана: субкапитальный, трансцервикальный или базальный. Распределение пациентов по типу перелома представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение типа перелома шейки бедра согласно классификации Каплана в клинических группах исследования

Тип перелома	Основная группа		Группа сравнения	
	Абс.	Уд. вес, %	Абс.	Уд. вес, %
Субкапитальный	28	29,79	28	29,79
Трансцервикальный	33	35,11	33	35,11
Базальный	33	35,22	33	35,22

Данным пациентам был проведен остеосинтез перелома шейки бедра одной из следующих конструкций: проксимальный бедренный гвоздь (ПБГ), телескопические винты с угловой стабильностью (ТВсУС), гамма-гвоздь (ГГ), ДБВ, спонгиозные канюлированные винты АО, V-образные спицы. Распределение металлоконструкций в основной группе и группе сравнения представлено в таблице 4.

Таблица 4 – Распределение металлоконструкций в клинических группах исследования

Металлоконструкция	Основная группа		Группа сравнения	
	Абс.	Уд. вес, %	Абс.	Уд. вес, %
ПБГ	11	11,70	10	10,64
Гамма-гвоздь	6	6,38	4	4,62
ТВсУС	9	9,57	11	11,70
ДБВ	20	21,28	18	19,15
Винты АО	40	42,55	42	44,68
V-образные спицы	8	8,51	9	9,57

Срок предоперационного периода (количество дней, прошедших с момента получения травмы до операции) также учитывался в клиническом исследовании (таблица 5).

**Таблица 5 – Распределение количества дней предоперационного периода
в клинических группах исследования**

Предоперационный день	Основная группа		Группа сравнения	
	Абс.	Уд. вес, %	Абс.	Уд. вес, %
1	11	11,7	9	9,6
2–3	44	46,8	47	50,0
4–6	33	35,1	34	36,2
> 6	6	6,4	4	4,3

В предоперационном периоде у большинства пациентов была выявлена сопутствующая патология, что отражено в клиническом исследовании (таблица 6).

**Таблица 6 – Наличие сопутствующей патологии в клинических группах
исследования**

Сопутствующая патология	Основная группа		Группа сравнения	
	Абс.	Уд. вес, %	Абс.	Уд. вес, %
Заболевания сердечно-сосудистой системы	84	89,36	87	92,55
Цереброваскулярные заболевания	11	11,70	13	13,83
Заболевания органов дыхания	18	19,15	20	21,28
Заболевания органов желудочно-кишечного тракта	3	3,19	4	4,26
Заболевания эндокринной системы	13	13,83	10	10,64
Анемия (гемоглобин меньше 120 г/л)	25	26,60	22	23,40
ИМТ > 30	13	13,83	11	11,70
Хронические заболевания почек	7	7,45	9	9,57
Хронические заболевания печени	2	2,13	1	1,06
Онкология	3	3,19	2	2,13

Не выявлено статистически значимых различий в исследуемых группах по полу, среднему возрасту, по принадлежности к возрастным группам, по типу перелома, по типу применяемых металлоконструкций, по длительности предоперационного периода и по наличию сопутствующей патологии.

2.3 Послеоперационное ведение пациентов

Одним из основных направлений решения проблемы неудовлетворительных исходов остеосинтеза шейки бедра является усовершенствование и строгий контроль мероприятий, проводимых в послеоперационном периоде, включающих раннюю активизацию пациента с применением адекватной дозированной осевой нагрузки.

После проведения остеосинтеза одной из металлоконструкций (ПБГ, ТВсУС, гамма-гвоздь, ДБВ, винты АО, V-образные спицы) пациенты переводились в палату интенсивной терапии и реанимации, где осуществлялся контроль и поддержание жизненно-важных функций организма, а также назначался первичный комплекс лечебных упражнений для предотвращения гипостатических осложнений. После стабилизации состояния через 24–72 часа пациентов обеих групп переводили в палату травматологического стационара, где продолжалось проведение антибактериальной терапии по показаниям и антикоагулянтной терапии согласно Российским клиническим рекомендациям по диагностике, лечению и профилактике венозных тромбоэмболических осложнений, а также введение ненаркотических обезболивающих средств по требованию с применением антацидных и гастропротекторных препаратов, ежедневная перевязка послеоперационной раны и эластичное бинтование нижних конечностей. В рамках послеоперационного периода, в зависимости от принадлежности к группам исследования, кроме основных средств и методов ЛФК пациенту составлялся индивидуальный план восстановительного лечения.

У пациентов обеих групп в первые сутки после операции оперированной конечности придавалось среднефизиологическое положение с использованием мягкого валика в подколенной области. При отсутствии выраженного болевого синдрома разрешалось проведение изометрического сокращения и расслабления мышц здоровой конечности, активные движения в обоих голеностопных суставах и пальцах. По мере снижения болевого синдрома пациентам проводилось расширение двигательного режима, назначение средств и методов лечебной физической культуры, обучение правильному передвижению при помощи вспомогательных средств опоры. Послеоперационные швы были сняты на 12–14 сутки с момента операции.

В основной клинической группе для пациентов после хирургического вмешательства при отсутствии послеоперационных осложнений, интенсивного болевого синдрома и декомпенсации хронических заболеваний с конкретного дня восстановительного лечения (с момента готовности принять вертикальное положение) рассчитывался безопасный диапазон осевой нагрузки на конечность с помощью разработанной нами программы для ЭВМ. В основе программного продукта лежат две линейные формулы, позволяющие рассчитать p_1 – максимальную предельно допустимую нагрузку и p_2 – минимальную нагрузку на конечность в конкретный послеоперационный день:

$$p_1 = \frac{t \times m}{d_{\min} \times k_1 \times k_2 \times k_3}$$

$$p_2 = \frac{t \times m}{d_{\max} \times k_1 \times k_2 \times k_3}$$

Такие параметры формулы, как d_{\min} и d_{\max} , t и m определяются согласно исходным данным конкретного пациента:

1) d_{\min} и d_{\max} – данные параметры отображают ранний возможный срок наступления консолидации (d_{\min}) и поздний (d_{\max}), формируя диапазон допустимых оптимальных нагрузок, в пределах которых пациент может

спокойно нагружать оперированную конечность в определенный временной промежуток, не боясь отклониться от конкретного цифрового значения. Минимальный и максимальный срок наступления консолидации устанавливается согласно типу перелома шейки бедра по классификации Каплана:

- субкапитальный перелом, при котором средний срок консолидации составляет 160–180 дней;
- трансцервикальный – средний срок наступления консолидации – 140–155 дней;
- базальный – средний срок сращения перелома – 130–140 дней.

Средние сроки консолидации установлены эмпирическим путем, исходя из ретроспективного анализа 300 историй болезни травматологического отделения ТОГБУЗ «ГКБ г. Котовска» и оценки рентгенограмм тазобедренного сустава, пациенты которых получали хирургическое лечение по поводу переломов шейки бедра в период с 2015 по 2018 г., а также ориентировочных сроков нетрудоспособности по данным медико-социальной экспертизы, в которых сроки нетрудоспособности при переломах шейки бедра со смещением составляют 170–190 дней, а без смещения – 165–180.

2) t – конкретный день послеоперационного периода, для которого необходимо рассчитать диапазон безопасной нагрузки на конечность.

3) m – масса больного, выраженная в килограммах. Этот параметр является значением максимально допустимой нагрузки в день, когда наступает средний срок сращения для каждого типа перелома (во временном промежутке между d_{\min} и d_{\max}). Таким образом, при достижении срока консолидации нагрузка на конечность должна быть равной массе тела пациента.

Следующие параметры (k_1, k_2, k_3) являются коэффициентами, каждый из которых может быть равен 0,9; 1; 1,1; 1,2 в зависимости от возраста больного

(k_1), типа металлофиксатора (k_2) и дня, прошедшего с момента получения травмы и до операции (k_3).

Для наглядности и удобства, а также исходя из усредненных показателей проанализированных нами данных, все пациенты с переломами шейки бедра разделены на четыре возрастные группы.

1) Пациенты, имеющие возраст до 40 лет, при котором средние сроки наступления консолидации того или иного типа перелома по классификации Каплана будут сокращены на определенную величину, определяемую как коэффициент 0,9.

2) Возраст 41–60 лет – характеризуется средним сроком наступления консолидации, установленным для каждого типа перелома и определяется в формуле как коэффициент 1.

3) Возраст 61–80 лет – характеризуется увеличением сроков наступления консолидации и прибавкой к значениям, установленным для каждого типа перелома по Каплану, поэтому в формуле обозначается как коэффициент 1,1.

4) Возраст старше 81 года также характеризуется увеличением сроков консолидации и принят в формуле за коэффициент 1,2.

Следующий коэффициент (k_2) – тип металлоконструкции, применяемой в остеосинтезе. Так, наиболее стабильные для остеосинтеза металлоконструкции (ПБГ, ТВсУС, гамма-гвоздь) определяются в формуле как коэффициент k_2 , равный 0,9. Конструкции средней стабильности и компрессии (ДБВ, винты АО) приняты за коэффициент 1, а наименее прочные (V-образные спицы) – за коэффициент 1,1.

Количество дней, прошедших с момента травмы и до операции, приняты нами за коэффициент k_3 . Так как наиболее благоприятным условием является выполнение операции в первые 24 часа, то данный параметр равен коэффициенту 0,9. Среднее значение определено для 2–3 суток и принято за коэффициент 1, отсрочка операции на 4–6 суток – за коэффициент 1,1, а

наиболее неблагоприятные условия для консолидации (отсрочка операции более чем на 6 суток) – обозначены коэффициентом 1,2.

Для наглядности необходимые параметры и соответствующие им коэффициенты сгруппированы в таблицу 7.

Таблица 7 – Соответствие параметров и коэффициентов

Параметр		Коэффициент			
		0,9	1	1,1	1,2
k ₁	Предоперационный день	1	2–3	4–6	> 6
k ₂	Возраст	< 40	41–60	61–80	> 81
k ₃	Вид металлоконструкции	ПБГ, ГГ, ТВсУС	Винты, ДБВ	Спицы	–

С помощью данных формул, лежащих в основе разработанного нами способа, для каждого пациента из основной группы производился ежедневный расчет безопасного диапазона нагрузки.

Однако вручную рассчитывать ежедневные значения диапазона нагрузки затруднительно, в связи с чем нами разработана программа ЭВМ (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, регистрационный номер № 2021665600 от 29.09.2021).

Для расчета оптимального диапазона нагрузок на нижнюю конечность после остеосинтеза шейки бедренной кости в предлагаемой программе выполняли следующие действия.

Запускали окно программы расчета оптимального диапазона нагрузки на конечность после остеосинтеза (рисунок 2).

Фамилия: _____ Дата рождения: _____ Тип перелома:
 Субкапитальный Трансцервикальный Базальный
 Вид металлоконструкции:
 PFI, TFI, GI DHS, винты Сплицы

Имя: _____ Число полных лет: _____
 Отчество: _____ Масса тела, кг: _____
 Предоперационный день: _____

Экспресс анализ данных для пациента
 Послеоперационный день: 1 Минимальная нагрузка, кг: 0,00
 Максимальная нагрузка, кг: 0,00

Экспорт данных для пациента
 Документ Word Текстовый документ График
 Моделировать нагрузку до выздоровления

Режим работы с БД
 Ввод данных Поиск записей Обслуживание

Код	Фамилия	Имя	Отчество	Дата рождения	Возраст	Масса тела	День операции	Металлоконструкция	Тип перелома
18	Антон	Антонович	Антонович	21.01.1970	51	71	5	Сплицы	Базальный
20	Николай	Александрович	Александрович	15.02.1969	52	84	2	PFI, TFI, GI	Базальный
15	Иван	Сергеевич	Сергеевич	22.07.1974	47	100	1	PFI, TFI, GI	Базальный
8	Владимир	Иванович	Иванович	22.02.1974	47	120	1	DHS, винты	Трансцервикальный
16	Олег	Владимирович	Владимирович	17.01.1974	48	110	1	DHS, винты	Базальный
14	Александр	Витальевич	Витальевич	05.03.1975	46	70	1	PFI, TFI, GI	Субкапитальный
13	Никита	Геннадьевич	Геннадьевич	24.06.1967	54	73	1	DHS, винты	Трансцервикальный
12	Илья	Петрович	Петрович	17.10.1972	49	124	80	PFI, TFI, GI	Субкапитальный
11	Станислав	Михайлович	Михайлович	21.12.1974	47	90	1	PFI, TFI, GI	Субкапитальный
10	Аркадий	Петрович	Петрович	01.01.1974	47	98	1	PFI, TFI, GI	Субкапитальный

О проекте Руководство пользователя

Рисунок 2 – Внешний вид основного окна программы расчета оптимального диапазона нагрузки на конечность после остеосинтеза

Вводили паспортные данные пациента (ФИО, дата рождения) в соответствующие поля формы для расчета (рисунок 3).

Фамилия: Семен Дата рождения: 09.11.1965 Тип перелома:
 Субкапитальный Трансцервикальный Базальный
 Вид металлоконструкции:
 PFI, TFI, GI DHS, винты Сплицы

Имя: Семен Число полных лет: 56
 Отчество: Сергеевич Масса тела, кг: _____
 Предоперационный день: _____

Экспресс анализ данных для пациента
 Послеоперационный день: 1 Минимальная нагрузка, кг: 0,00
 Максимальная нагрузка, кг: 0,00

Экспорт данных для пациента
 Документ Word Текстовый документ График
 Моделировать нагрузку до выздоровления

Режим работы с БД
 Ввод данных Поиск записей Обслуживание

Код	Фамилия	Имя	Отчество	Дата рождения	Возраст	Масса тела	День операции	Металлоконструкция	Тип перелома
18	Антон	Антонович	Антонович	21.01.1970	51	71	5	Сплицы	Базальный
20	Николай	Александрович	Александрович	15.02.1969	52	84	2	PFI, TFI, GI	Базальный
15	Иван	Сергеевич	Сергеевич	22.07.1974	47	100	1	PFI, TFI, GI	Базальный
8	Владимир	Иванович	Иванович	22.02.1974	47	120	1	DHS, винты	Трансцервикальный
16	Олег	Владимирович	Владимирович	17.01.1974	48	110	1	DHS, винты	Базальный
14	Александр	Витальевич	Витальевич	05.03.1975	46	70	1	PFI, TFI, GI	Субкапитальный
13	Никита	Геннадьевич	Геннадьевич	24.06.1967	54	73	1	DHS, винты	Трансцервикальный
12	Илья	Петрович	Петрович	17.10.1972	49	124	80	PFI, TFI, GI	Субкапитальный
11	Станислав	Михайлович	Михайлович	21.12.1974	47	90	1	PFI, TFI, GI	Субкапитальный
10	Аркадий	Петрович	Петрович	01.01.1974	47	98	1	PFI, TFI, GI	Субкапитальный

О проекте Руководство пользователя

Рисунок 3 – Введение паспортных данных пациента

Определяли массу тела пациента в килограммах и вносили данные в поле «Масса тела» (рисунок 4).

Фамилия: [] Дата рождения: 09.11.1965
 Имя: Семен Число полных лет: 56
 Отчество: Сергеевич Масса тела, кг: 87
 Тип перелома: Субкапитальный
 Трансверсальный
 Базальный
 Вид металлоконструкции: PFN, TFN, GN
 DHS, винты
 Спицы
 Предоперационный день: []

Экспресс анализ данных для пациента
 Послеоперационный день: 1 Минимальная нагрузка, кг: 0,00
 Максимальная нагрузка, кг: 0,00

Экспорт данных для пациента
 Документ Word Текстовый документ График Моделировать нагрузку до выздоровления

Режим работы с БД
 Ввод данных Поиск записей Обслуживание

Код	Фамилия	Имя	Отчество	Дата рождения	Возраст	Масса тела	День операции	Металлоконструкция	Тип перелома
18	[]	Антон	Антонович	21.01.1970	51	71	5	Спицы	Базальный
20	[]	Николай	Александрович	15.02.1969	52	84	2	PFN, TFN, GN	Базальный
15	[]	Иван	Сергеевич	22.07.1974	47	100	1	PFN, TFN, GN	Базальный
8	[]	Владимир	Иванович	22.02.1974	47	120	1	DHS, винты	Трансверсальный
16	[]	Олег	Владимирович	17.01.1974	48	110	1	DHS, винты	Базальный
14	[]	Александр	Витальевич	05.03.1975	46	70	1	PFN, TFN, GN	Субкапитальный
13	[]	Никита	Геннадьевич	24.06.1967	54	73	1	DHS, винты	Трансверсальный
12	[]	Илья	Петрович	17.10.1972	49	124	80	PFN, TFN, GN	Субкапитальный
11	[]	Станислав	Михайлович	21.12.1974	47	90	1	PFN, TFN, GN	Субкапитальный
*	[]	Семен	Сергеевич	09.11.1965					
10	[]	Аркадий	Петрович	01.01.1974	47	98	1	PFN, TFN, GN	Субкапитальный

О проекте Руководство пользователя

Рисунок 4 – Заполнение поля «Масса тела»

Указывали в поле «Вид металлоконструкции» ту конструкцию, с помощью которой произведен остеосинтез (рисунок 5).

Фамилия: [] Дата рождения: 09.11.1965
 Имя: Семен Число полных лет: 56
 Отчество: Сергеевич Масса тела, кг: 87
 Тип перелома: Субкапитальный
 Трансверсальный
 Базальный
 Вид металлоконструкции: PFN, TFN, GN
 DHS, винты
 Спицы
 Предоперационный день: []

Экспресс анализ данных для пациента
 Послеоперационный день: 1 Минимальная нагрузка, кг: 0,00
 Максимальная нагрузка, кг: 0,00

Экспорт данных для пациента
 Документ Word Текстовый документ График Моделировать нагрузку до выздоровления

Режим работы с БД
 Ввод данных Поиск записей Обслуживание

Код	Фамилия	Имя	Отчество	Дата рождения	Возраст	Масса тела	День операции	Металлоконструкция	Тип перелома
18	[]	Антон	Антонович	21.01.1970	51	71	5	Спицы	Базальный
20	[]	Николай	Александрович	15.02.1969	52	84	2	PFN, TFN, GN	Базальный
15	[]	Иван	Сергеевич	22.07.1974	47	100	1	PFN, TFN, GN	Базальный
8	[]	Владимир	Иванович	22.02.1974	47	120	1	DHS, винты	Трансверсальный
16	[]	Олег	Владимирович	17.01.1974	48	110	1	DHS, винты	Базальный
14	[]	Александр	Витальевич	05.03.1975	46	70	1	PFN, TFN, GN	Субкапитальный
13	[]	Никита	Геннадьевич	24.06.1967	54	73	1	DHS, винты	Трансверсальный
12	[]	Илья	Петрович	17.10.1972	49	124	80	PFN, TFN, GN	Субкапитальный
11	[]	Станислав	Михайлович	21.12.1974	47	90	1	PFN, TFN, GN	Субкапитальный
*	[]	Семен	Сергеевич	09.11.1965					
10	[]	Аркадий	Петрович	01.01.1974	47	98	1	PFN, TFN, GN	Субкапитальный

О проекте Руководство пользователя

Рисунок 5 – Выбор металлоконструкции для остеосинтеза

Затем указывали в поле «Тип перелома» тип перелома по классификации Каплана (рисунок 6).

Фамилия: []
 Дата рождения: 09.11.1965
 Имя: Семен
 Отчество: Сергеевич
 Число полных лет: 56
 Масса тела, кг: 87
 Тип перелома: Субкапитальный, Трансверикальный, Базальный
 Вид металлоконструкции: PFI, TFI, GN, DHS, винты, Сплицы
 Предоперационный день: []
 Послеоперационный день: 1
 Минимальная нагрузка, кг: 0,00
 Максимальная нагрузка, кг: 0,00
 Экспорт данных для пациента: Документ Word, Текстовый документ, График
 Режим работы с БД: Ввод данных, Поиск записей, Обслуживание

Код	Фамилия	Имя	Отчество	Дата рождения	Возраст	Масса тела	День операции	Металлоконструкция	Тип перелома
18	[]	Антон	Антонович	21.01.1970	51	71	5	Сплицы	Базальный
20	[]	Николай	Александрович	15.02.1969	52	84	2	PFI, TFI, GN	Базальный
15	[]	Иван	Сергеевич	22.07.1974	47	100	1	PFI, TFI, GN	Базальный
8	[]	Владимир	Иванович	22.02.1974	47	120	1	DHS, винты	Трансверикальный
16	[]	Олег	Владимирович	17.01.1974	48	110	1	DHS, винты	Базальный
14	[]	Александр	Витальевич	05.03.1975	46	70	1	PFI, TFI, GN	Субкапитальный
13	[]	Никита	Геннадьевич	24.06.1967	54	73	1	DHS, винты	Трансверикальный
12	[]	Илья	Петрович	17.10.1972	49	124	80	PFI, TFI, GN	Субкапитальный
11	[]	Станислав	Михайлович	21.12.1974	47	90	1	PFI, TFI, GN	Субкапитальный
*	[]	Семен	Сергеевич	09.11.1965				PFI, TFI, GN	Трансверикальный
10	[]	Аркадий	Петрович	01.01.1974	47	98	1	PFI, TFI, GN	Субкапитальный

Рисунок 6 – Заполнение поля «Тип перелома»

В поле «Предоперационный день» указывали, в какой день от момента получения травмы проведена операция (рисунок 7).

Фамилия: []
 Дата рождения: 09.11.1965
 Имя: Семен
 Отчество: Сергеевич
 Число полных лет: 56
 Масса тела, кг: 87
 Тип перелома: Субкапитальный, Трансверикальный, Базальный
 Вид металлоконструкции: PFI, TFI, GN, DHS, винты, Сплицы
 Предоперационный день: 5
 Послеоперационный день: 1
 Минимальная нагрузка, кг: 0,00
 Максимальная нагрузка, кг: 0,00
 Экспорт данных для пациента: Документ Word, Текстовый документ, График
 Режим работы с БД: Ввод данных, Поиск записей, Обслуживание

Код	Фамилия	Имя	Отчество	Дата рождения	Возраст	Масса тела	День операции	Металлоконструкция	Тип перелома
18	[]	Антон	Антонович	21.01.1970	51	71	5	Сплицы	Базальный
20	[]	Николай	Александрович	15.02.1969	52	84	2	PFI, TFI, GN	Базальный
15	[]	Иван	Сергеевич	22.07.1974	47	100	1	PFI, TFI, GN	Базальный
8	[]	Владимир	Иванович	22.02.1974	47	120	1	DHS, винты	Трансверикальный
16	[]	Олег	Владимирович	17.01.1974	48	110	1	DHS, винты	Базальный
14	[]	Александр	Витальевич	05.03.1975	46	70	1	PFI, TFI, GN	Субкапитальный
13	[]	Никита	Геннадьевич	24.06.1967	54	73	1	DHS, винты	Трансверикальный
12	[]	Илья	Петрович	17.10.1972	49	124	80	PFI, TFI, GN	Субкапитальный
11	[]	Станислав	Михайлович	21.12.1974	47	90	1	PFI, TFI, GN	Субкапитальный
*	[]	Семен	Сергеевич	09.11.1965			5	PFI, TFI, GN	Трансверикальный
10	[]	Аркадий	Петрович	01.01.1974	47	98	1	PFI, TFI, GN	Субкапитальный

Рисунок 7 – Заполнение поля «Предоперационный день»

В поле «Послеоперационный день» указывали день расчета оптимального диапазона нагрузок на нижнюю конечность, на который производили расчет (рисунок 8).

Экспресс анализ данных для пациента

Послеоперационный день: 70

Минимальная нагрузка, кг: 39,12

Максимальная нагрузка, кг: 43,31

Экспорт данных для пациента: Документ Word, Текстовый документ, График

Режим работы с БД: Ввод данных, Поиск записей, Обслуживание

Код	Фамилия	Имя	Отчество	Дата рождения	Возраст	Масса тела	День операции	Металлоконструкция	Тип перелома
18		Антон	Антонович	21.01.1970	51	71	5	Сплицы	Базальный
20		Николай	Александрович	15.02.1969	52	84	2	PFN, TRN, GN	Базальный
15		Иван	Сергеевич	22.07.1974	47	100	1	PFN, TRN, GN	Базальный
8		Владимир	Иванович	22.02.1974	47	120	1	DHS, винты	Трансцервикальный
16		Олег	Владимирович	17.01.1974	48	110	1	DHS, винты	Базальный
14		Александр	Витальевич	05.03.1975	46	70	1	PFN, TRN, GN	Субкапитальный
13		Никита	Геннадьевич	24.06.1967	54	73	1	DHS, винты	Трансцервикальный
12		Илья	Петрович	17.10.1972	49	124	80	PFN, TRN, GN	Субкапитальный
11		Станислав	Михайлович	21.12.1974	47	90	1	PFN, TRN, GN	Субкапитальный
*		Семен	Сергеевич	09.11.1965		87	5	PFN, TRN, GN	Трансцервикальный
10		Аркадий	Петрович	01.01.1974	47	98	1	PFN, TRN, GN	Субкапитальный

О проекте | Руководство пользователя

Рисунок 8 – Заполнение поля «Послеоперационный день»

Указывали формат вывода данных для просмотра и анализа: документ Word, текстовый документ или график. После проведения расчетов в отдельном окне в выбранном формате представляется расчет оптимального диапазона нагрузки на весь период послеоперационного лечения до момента, когда пациенту будет разрешена полная нагрузка на конечность. После нажатия на кнопку «Моделировать нагрузку до выздоровления» производился расчет максимальной и минимальной нагрузки на конечность в указанный срок послеоперационного периода, результаты расчетов сохранялись в базе данных программы под индивидуальным номером с указанием данных пациента, для которого произведен расчет (рисунок 9).

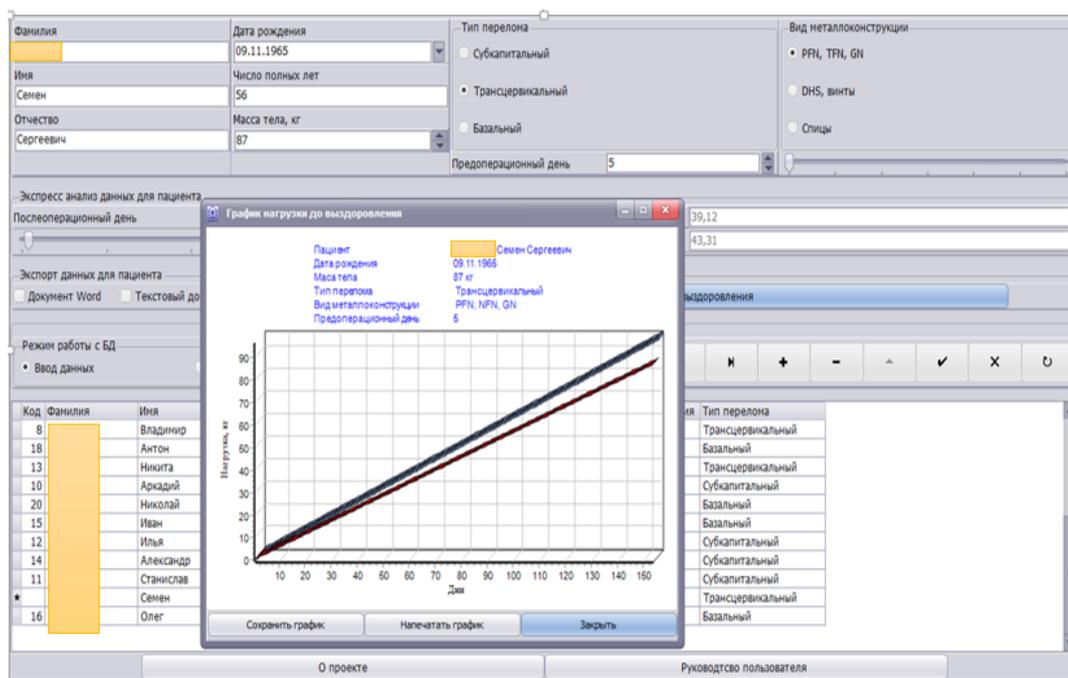


Рисунок 9 – Представление результатов расчета в графическом виде

В ходе исследования нами создана база данных «Остеосинтез шейки бедра» (свидетельство о государственной регистрации базы данных «Остеосинтез шейки бедра» № 2022620384 от 28.02.2022), содержащая обезличенную информацию о расчетах безопасного диапазона нагрузки на нижнюю конечность у пациентов после хирургического лечения перелома шейки бедренной кости.

В базе доступна информация по следующим категориям: обезличенные персональные данные, число полных лет, масса тела, вид остеосинтеза, тип металлоконструкции, временной интервал до операции. Также доступна информация для расчета безопасного диапазона нагрузок на нижнюю конечность у 94 пациентов, перенесших остеосинтез шейки бедра. Внешний вид основной формы базы данных «Остеосинтез шейки бедра» представлен на рисунке 10.

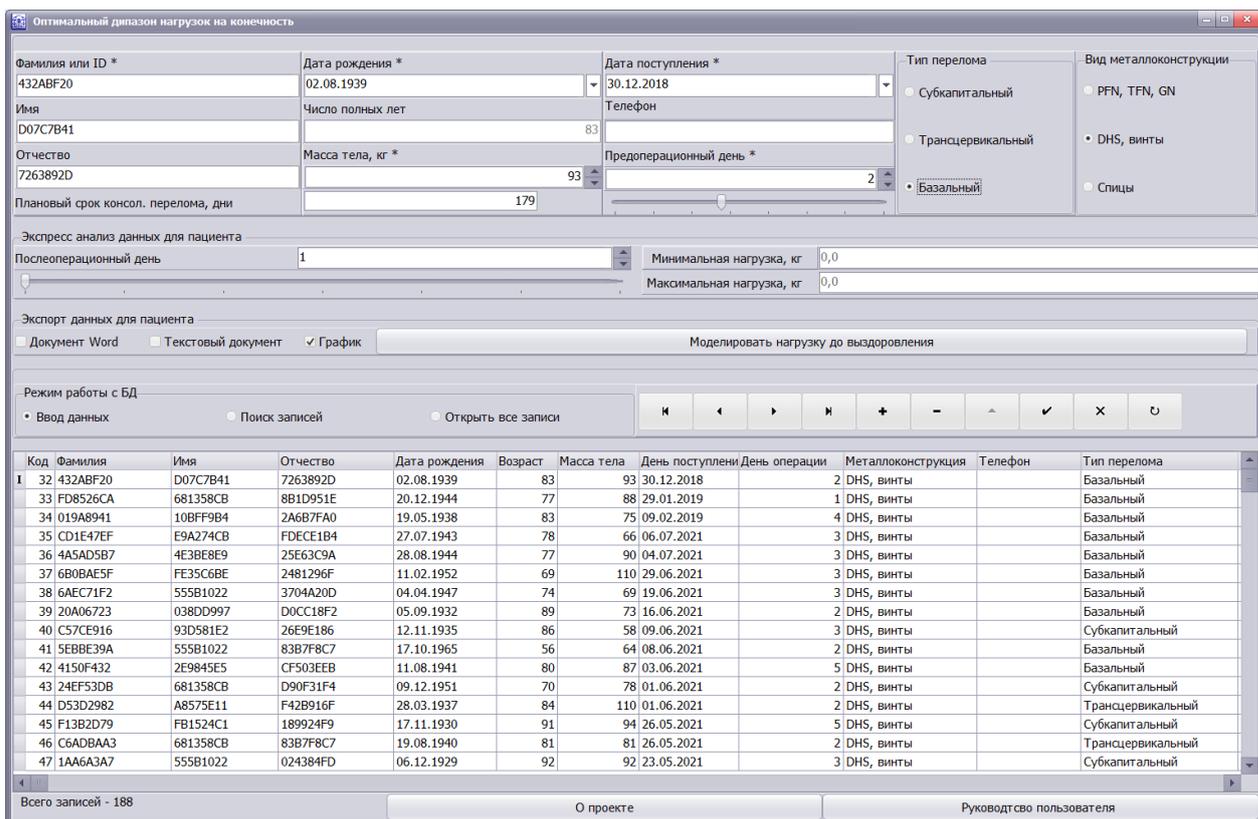


Рисунок 10 – Внешний вид основного окна базы данных

Система управления базой данных имеет навигацию и позволяет редактировать, удалять и вносить новые записи. Важной особенностью базы данных является возможность проводить для пациента экспресс-анализ минимальной и максимальной нагрузки для любого послеоперационного дня или моделировать нагрузку до выздоровления. Результаты моделирования вносятся в базу данных автоматически и могут быть экспортированы в текстовые документы (Microsoft Word или текстовый файл) или представлены в виде графического файла или таблицы (рисунки 11, 12). Если пользователю необходимо сохранить результаты моделирования, то он может либо сохранить их в файл, либо вывести на печать.

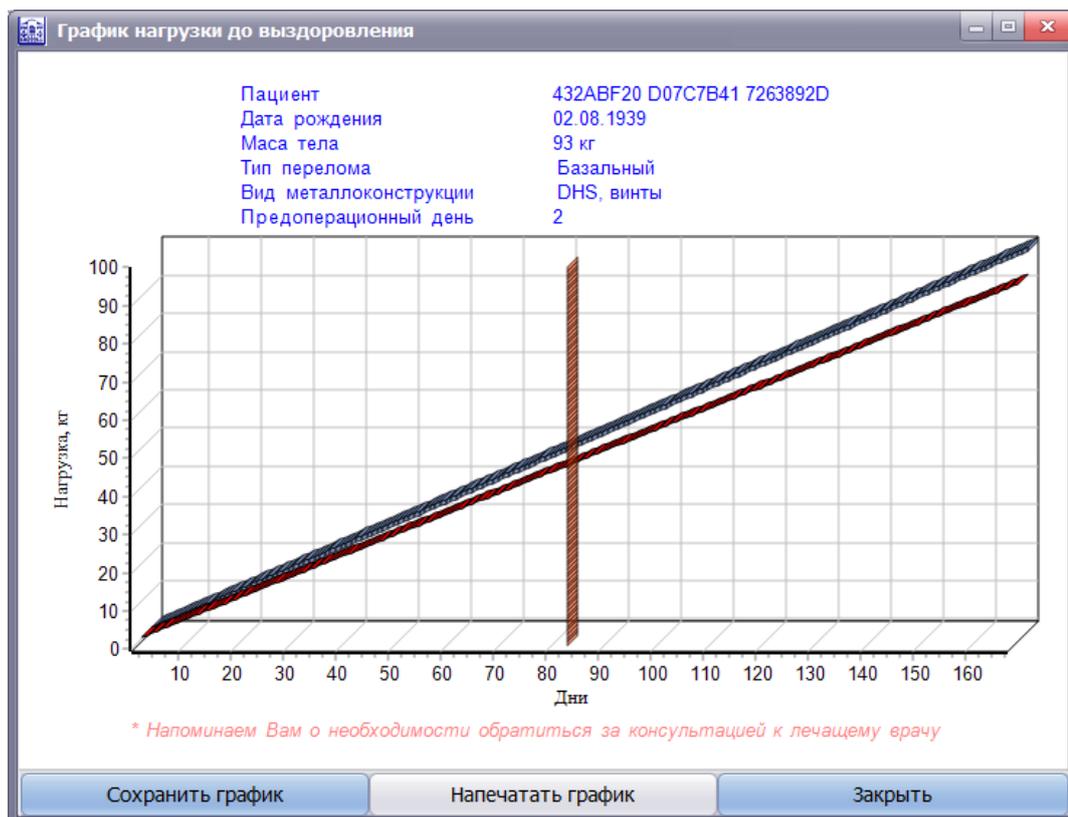


Рисунок 11 – График расчета максимальной и минимальной нагрузки на конечность

День после операции	Минимальная нагрузка, кг	Максимальная нагрузка, кг
1	0,86	0,95
2	1,72	1,90
3	2,58	2,86
4	3,44	3,81
5	4,30	4,76
6	5,16	5,71
7	6,02	6,67
8	6,88	7,62
9	7,74	8,57
10	8,60	9,52
11	9,46	10,48
12	10,32	11,43
13	11,18	12,38
14	12,04	13,33
15	12,90	14,29
16	13,76	15,24
17	14,62	16,19
18	15,48	17,14
19	16,34	18,10
20	17,20	19,05
21	18,06	20,00
22	18,92	20,95

Рисунок 12 – Таблица расчета максимальной и минимальной нагрузки на конечность

В системе управления базой данных реализован быстрый и удобный поиск. Для осуществления поиска необходимо выбрать в разделе «Режим работы с БД» – «Поиск записей». Поиск осуществляется по всем полям, пользователь может сам задавать значения для конкретного поля (рисунок 13).

The screenshot shows a search interface titled "Поиск записей". It features four main search criteria, each with a dropdown menu and a logical operator button:

- Возраст**: Dropdown menu, operator buttons (or, and), and a text input field containing "40".
- Металлоконструкция**: Dropdown menu containing "DHS, винты", operator buttons (or, and).
- Тип перелома**: Dropdown menu containing "Базальный", operator buttons (or, and).
- Дата поступления**: Dropdown menu, operator buttons (or, and), and two date input fields containing "01.12.2020" and "31.01.2022".

At the bottom of the window, there are two buttons: "Применить" (Apply) and "Сброс" (Reset).

Рисунок 13 – Поиск по заданным полям

База данных «Остеосинтез шейки бедра» позволила оптимизировать и упростить процесс обработки результатов исследования.

Рассчитанную с помощью программы ЭВМ величину нагрузки пациент измерял самостоятельно, используя напольные весы: надавливая на весы поврежденной конечностью до нужного диапазона веса, пациент запоминал интенсивность давления и в дальнейшем применял данную нагрузку в течение дня. Наличие диапазона безопасной нагрузки упрощало ее применение. Таким образом, осуществлялось плавное расширение двигательного режима с учетом вида металлоконструкции, веса пациента, типа перелома шейки бедра согласно классификации Каплана и возраста больного.

В группе сравнения дозирование нагрузки проводилось согласно Федеральным клиническим рекомендациям по лечению больных с переломом проксимального отдела бедра.

2.4 Методы оценки результатов лечения

2.4.1 Продолжительность лечения

Продолжительность лечения больных после остеосинтеза шейки бедра определялась с момента получения травмы и до наступления полной эффективной консолидации перелома, установленной рентгенографически, и, соответственно, по переходу пациента к полной осевой нагрузке на конечность. Также оценивали средние сроки стационарного лечения пациентов обеих групп. При этом учитывался период нахождения пациента в стационаре без учета нахождения пациента в других лечебных учреждениях до госпитализации и транспортировки в стационар.

2.4.2 Использование шкалы Харриса для оценки функционального состояния тазобедренного сустава

Шкала Харриса (W.H. Harris, 1969) для определения функционального состояния тазобедренного сустава предполагает оценку четырех критериев: боль, функция, деформация, амплитуда движений. Каждая категория оценивается отдельно с помощью начисления определенного количества баллов, максимальное из которых равно 100.

Данная шкала представляет собой вопросник, где последовательно отмечается субъективная интенсивность болевого синдрома (суммарно можно набрать 44 балла), оценивается функция конечности (походка, активность, суммарно – 47 баллов), деформация (данный пункт заполняется совместно с врачом, максимальное количество баллов – 4), объем движений в

исследуемом суставе (заполняется лечащим врачом или совместно с пациентом, максимально – 5 баллов) и далее подсчитывается общая сумма. Сумма баллов от 90 до 100 оценивается как отличная функция сустава, от 80 до 89 – хорошая, от 70 до 79 – удовлетворительная и менее 70 – неудовлетворительная.

2.4.3 Характеристика осложнений послеоперационного ведения в наблюдаемых группах

В ходе проведения диссертационной работы все возникающие осложнения оперативного вмешательства оценивали как в раннем, так и в позднем послеоперационном периоде.

Поздние послеоперационные осложнения в большинстве случаев являются следствием тактических ошибок ведения восстановительного периода, таких как: неадекватный нагрузочный режим на оперированную конечность, недостаточная разработка движений в тазобедренном и коленном суставах. Перечисленные тактические ошибки способны привести к таким осложнениям, как: нестабильность системы «фиксатор – кость» и как следствие перелом и/или миграция металлоконструкции, несращение перелома, контрактура тазобедренного или коленного суставов, укорочение конечности и ее деформация, асептический некроз головки бедра. Учитывая вышеизложенное, нами проводился анализ частоты возникновения таких осложнений, как миграция металлоконструкции и несращений перелома в исследуемых группах.

2.5 Статистическая обработка данных

Статистическая обработка полученных результатов осуществлялась с помощью программного обеспечения анализа статистических данных общественных наук версии 21 «IBM SPSS Statistics 21» (Statistical Product and Service Solutions – SPSS). Качественные признаки представлены в виде абсолютных и относительных (%) значений. Количественные переменные представлены в виде средних арифметических величин (M) и квадратичного отклонения средних арифметических величин (SD). Для определения достоверности полученных результатов были рассчитаны следующие статистические показатели: ошибка средней арифметической, t-критерий Стьюдента, либо U-критерий Манна-Уитни в зависимости от вида распределения переменных. Оценку значимости различия частот наблюдения изучаемых показателей в исследуемых группах осуществляли при помощи критерия χ^2 (хи-квадрат). Критический уровень значимости (p) в проведенном клиническом исследовании при проверке гипотез принимался равным 0,05. При $p < 0,05$ различия считали значимыми.

ГЛАВА 3

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальные исследования проведены при поддержке Научно-исследовательского института «Нанотехнологии и наноматериалы» ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина».

Нами проведено 36 моделирований переломов шейки бедра в заданном месте. Были смоделированы переломы шейки бедра следующих локализаций по классификации Каплана: субкапитальные, трансцервикальные, базальные.

Остеосинтез перелома шейки бедра проводили шестью способами, в частности политензофасцикулярным остеосинтезом, остеосинтезом тремя канюлированными винтами АО, остеосинтез системой динамического бедренного винта с деротационным винтом, системой телескопических винтов с угловой стабильностью, цефаломедулярными фиксаторами: гамма-гвоздь и проксимальный бедренный гвоздь. Произвели нагрузочный тест на универсальной испытательной машине и провели сравнительную оценку прочности фиксации различными конструкциями.

3.1 Способ моделирования перелома шейки бедра в заданном месте

В последнее время отмечается неуклонный рост переломов проксимального отдела бедренной кости в структуре общего травматизма. На современном этапе развития медицины приоритетным способом лечения данной травмы является хирургическое вмешательство. Однако отсутствие единой тактики лечения, многообразие металлических фиксаторов для остеосинтеза, высокий процент осложнений указывают на необходимость более углубленного изучения процессов, протекающих при переломе проксимального отдела бедра, в том числе и на границе «кость – металлоконструкция» с возможностью экспериментального подбора наиболее оптимального металлофиксатора, усовершенствования техники операции, коррекции осложнений. С этой целью необходимо воссоздать

прототип (модель) перелома проксимального отдела бедра, наиболее приближенный к естественному, травматическому перелому с характерным повреждением губчатого и кортикального слоев на фоне применения некой избыточной нагрузки, приводящей к локальному повреждению проксимального отдела (Р.М. Тихилов, В.М. Шаповалов 2008, Л.И. Кузьмина 2002, K.G. Thorngren 2009).

Известны способы моделирования переломов костей, такие как метод при помощи пилы Джигли (Н.В. Белинов, 2013). Однако они имеют существенный недостаток, а именно не отражают этиопатогенеза истинного перелома, так как формируют либо избыточный распил кортикального и губчатого слоев, либо деформируют и разрушают костные трабекулы, и перелом приобретает характер размозженного. Кроме того, вектор нагрузки не соответствует истинной картине избыточной осевой нагрузки при низкоэнергетических переломах проксимального отдела бедренной кости.

В основе разработанного нами способа моделирования перелома проксимального отдела бедра лежит надпиливание кортикального слоя экспериментального биоманекена бедренной кости человека отрезным диском и последующее применение одномоментной осевой нагрузки универсальной испытательной разрывной машины, установленной на режим сжатия. Схема моделирования перелома на универсальной разрывной машине представлена на рисунке 14.

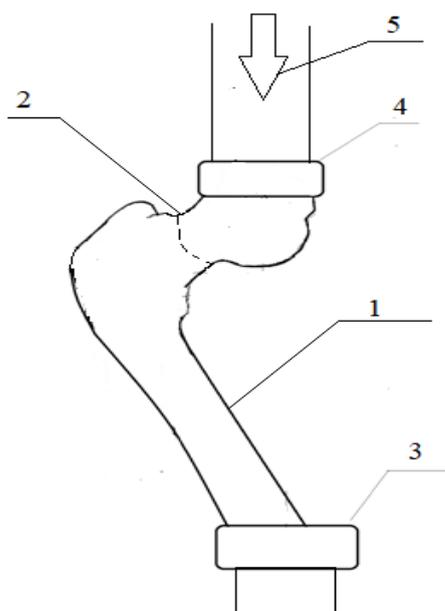


Рисунок 14 – Схема моделирования перелома на универсальной разрывной машине, где: 1 – Биоманекен бедренной кости человека; 2 – круговой распил кортикального слоя в зоне перелома; 3 – неподвижный захват испытательной разрывной машины; 4 – подвижный захват испытательной разрывной машины; 5 – одномоментная осевая нагрузка

Моделирование перелома шейки бедра осуществляли следующим образом. На экспериментальном биоманекене бедренной кости человека в области проксимального отдела бедра по линии предполагаемого перелома производили круговой распил кортикального слоя кости металлическим отрезным диском. Нижележащее губчатое вещество кости оставалось интактным (рисунок 15).

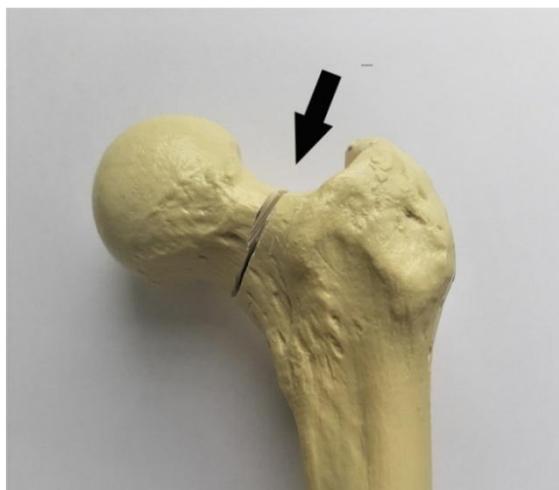


Рисунок 15 – Модель бедренной кости с произведенным круговым распилом кортикального слоя кости в зоне перелома

Далее экспериментальный биоманекен бедренной кости человека помещали в универсальную разрывную машину, переведенную в режим сжатия. Проксимальный конец бедренной кости оставляли свободным и располагали так, чтобы он находился под подвижным захватом испытательной разрывной машины. При этом дистальный отдел бедренной кости фиксируют в неподвижный захват испытательной разрывной машины. (рисунок 16).

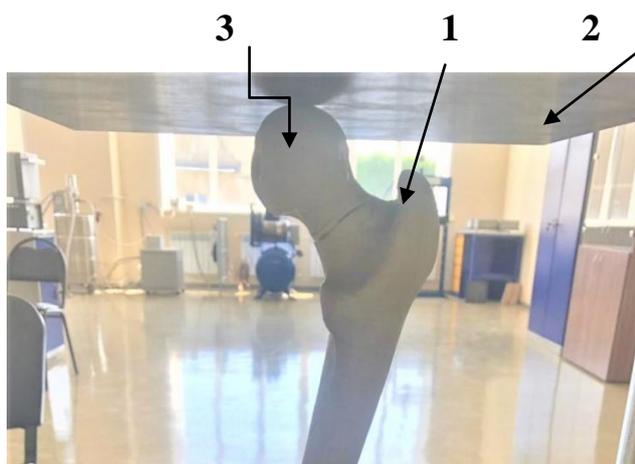


Рисунок 16 – Помещенная в универсальную разрывную машину модель бедренной кости, где: 1 – вертельная область; 2 – подвижный захват испытательной разрывной машины; 3 – головка бедренной кости

С помощью программного обеспечения устанавливали одномоментную осевую нагрузку, достаточную для разрушения костного вещества, и необходимый режим скорости, приближенно имитирующий одномоментное приложение травмирующего агента на проксимальный отдел бедра в реальных условиях (рисунок 17).

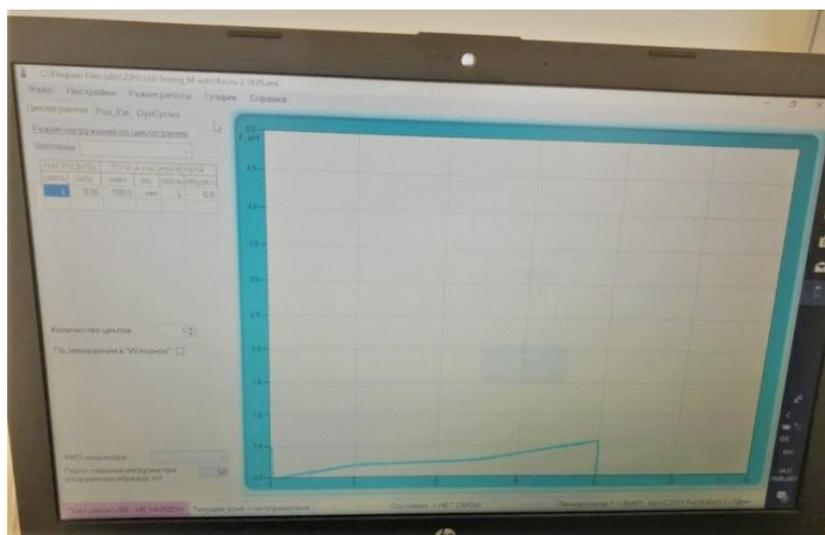


Рисунок 17 – Визуализация данных нагружения в программе универсальной разрывной машины

После нажатия на кнопку «Пуск» подвижный захват приводили в движение, при этом воспроизводилась истинная картина травматического перелома (рисунок 18).



Рисунок 18 – Вид травматического перелома

Применение предложенного метода позволило:

1) наглядно симитировать зону перелома проксимального отдела бедра, наиболее приближенного к реальной картине травматического низкоэнергетического перелома;

2) воссоздать перелом на необходимом уровне проксимального отдела бедра при помощи распила кортикального слоя отрезным диском по намеченной линии излома;

3) применять данный биоманекен бедренной кости человека с экспериментальным переломом для испытания разноплановых способов остеосинтеза.

При данном способе удалось воспроизводить картину истинного перелома на всем протяжении линии излома, на который получен патент на изобретение RU 2754649C1 «Способ моделирования перелома проксимального отдела бедренной кости».

3.2 Моделирование различных способов остеосинтеза перелома шейки бедра

Для сравнения прочности различных видов фиксации были изучены 6 моделей остеосинтеза переломов шейки бедра различными конструкциями. Остеосинтез выполнялся на модели бедренной кости человека. Прочностные свойства пластиковых костей сопоставимы с прочностью нативной кости. Перелом имитировали распилом шейки бедра под углом 90° к оси шейки.

Проведены следующие способы моделирования остеосинтеза:

1) Политензофасцикулярный остеосинтез. Введение трех пучков по две V-образные спицы длиной 90 мм (А.Ф. Лазарев, А.П. Николаев; Э.И. Солод., 1999) (рисунки 19–21).

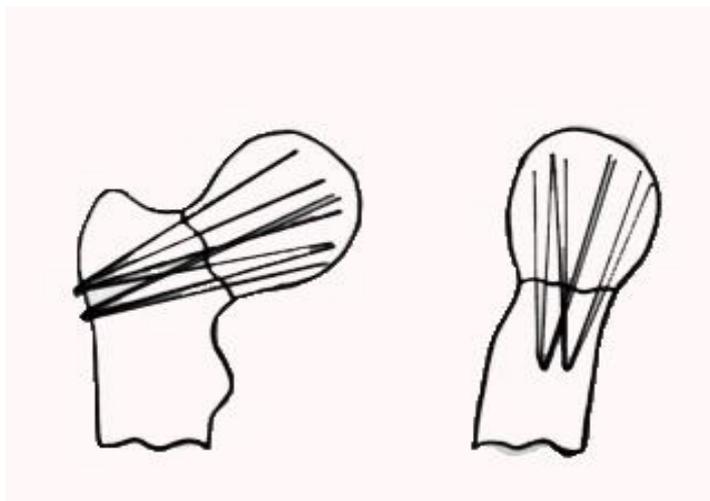


Рисунок 19 – Схема политензофасцикулярного остеосинтеза



Рисунок 20 – Модель перелома шейки бедренной кости в условиях политензофасцикулярного остеосинтеза

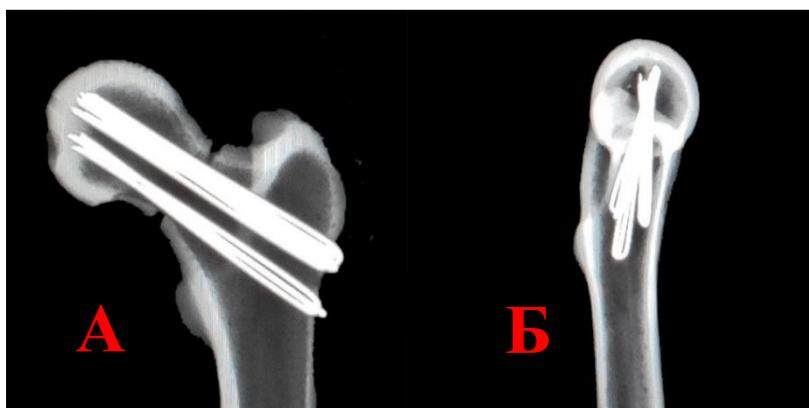


Рисунок 21 – Рентгенограмма модели перелома шейки бедренной кости в условиях политензофасцикулярного остеосинтеза:

А – прямая проекция; Б – боковая проекция

- 1) Остеосинтез перелома шейки бедра тремя винтами АО (рисунки 22–24).

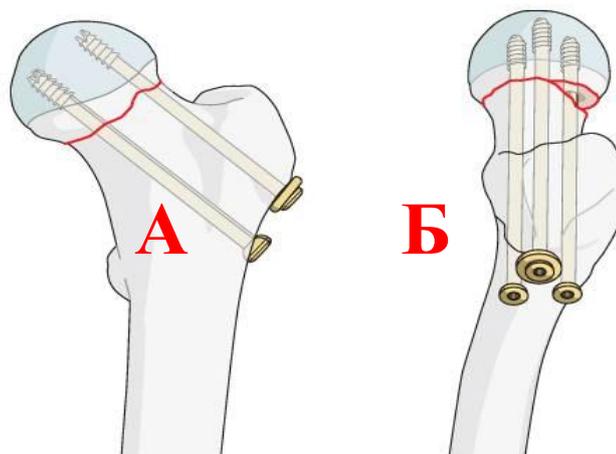


Рисунок 22 – Схема остеосинтеза винтами АО:
 А – прямая проекция; Б – боковая проекция



Рисунок 23 – Модель перелома шейки бедра в условиях остеосинтеза винтами АО

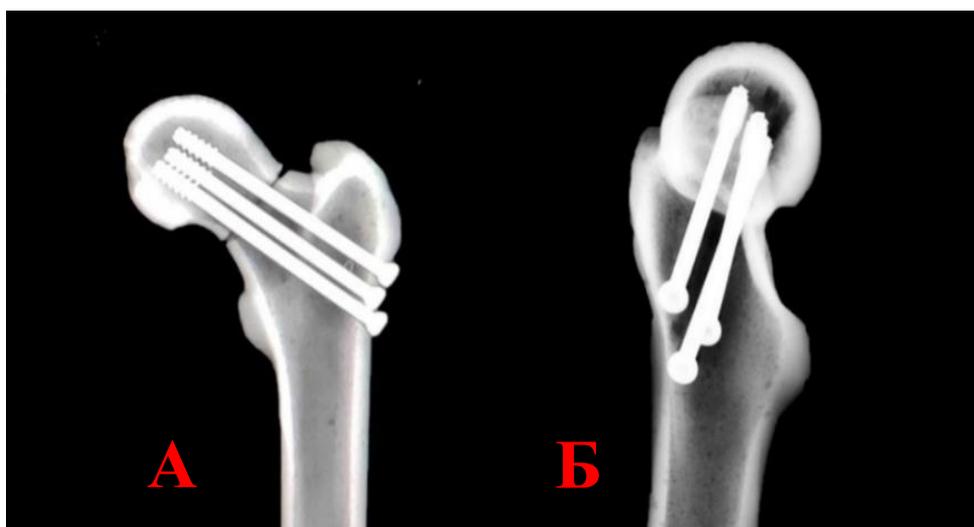


Рисунок 24 – Рентгенограмма перелома шейки бедра в условиях остеосинтеза винтами АО:

А – прямая проекция; Б – боковая проекция

2) Остеосинтез системой динамического бедренного винта с деротационным винтом (Рис. 25 - 27)

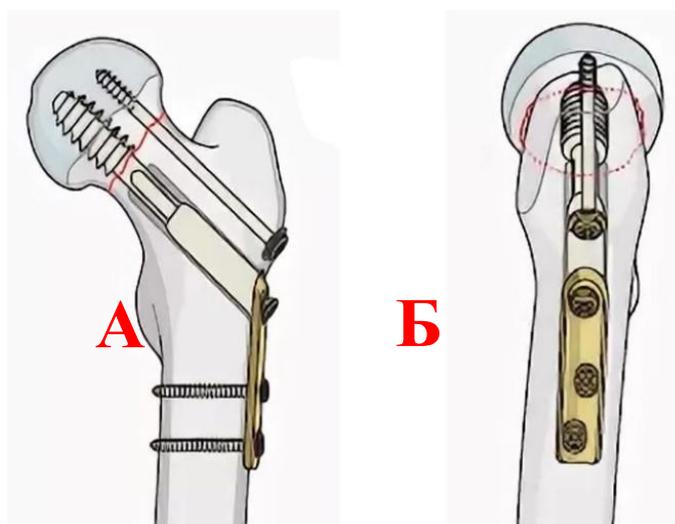


Рисунок 25 – Схема остеосинтеза динамическим бедренным винтом:

А – прямая проекция; Б – боковая проекция



Рисунок 26 – Модель перелома шейки бедра в условиях остеосинтеза динамическим бедренным винтом

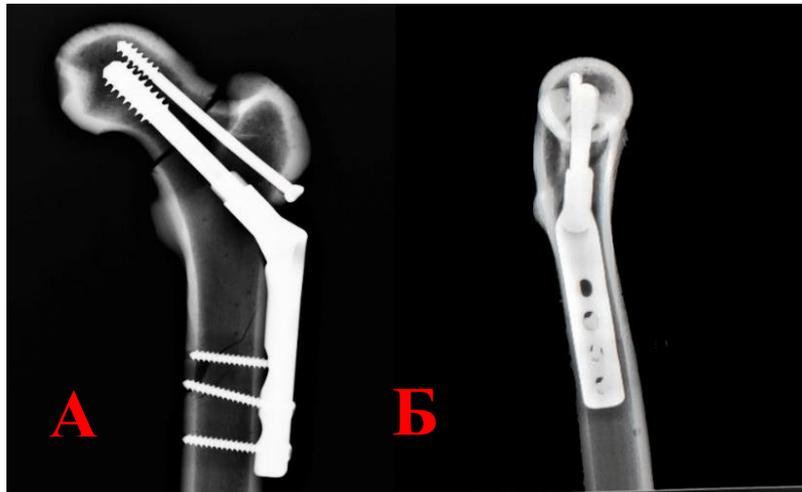


Рисунок 27 – Рентгенограмма перелома шейки бедра в условиях остеосинтеза динамическим бедренным винтом:

А – прямая проекция; Б – боковая проекция

3) Остеосинтез системой телескопических винтов с угловой стабильностью (рисунки 28–30).

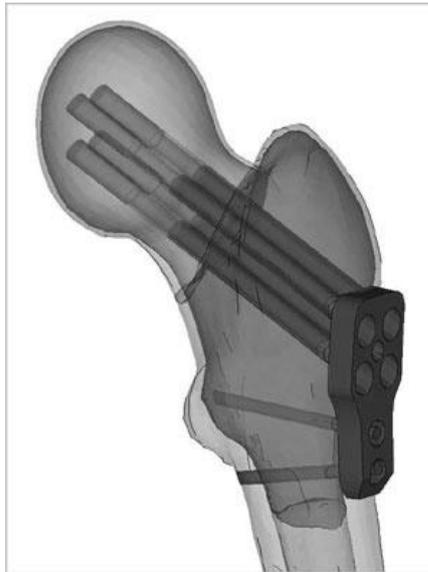


Рисунок 28 – Схема остеосинтеза телескопическими винтами с угловой стабильностью



Рисунок 29 – Модель перелома шейки бедра в условиях остеосинтеза телескопическими винтами с угловой стабильностью

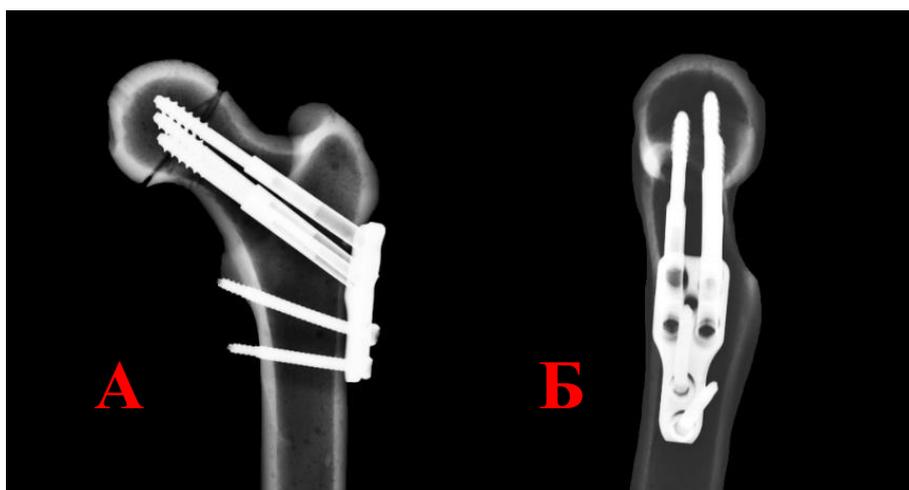


Рисунок 30 – Рентгенограмма модели перелома шейки бедра в условиях остеосинтеза телескопическими винтами с угловой стабильностью:

А – прямая проекция; Б – боковая проекция

4) Остеосинтез цефаломедулярным фиксатором гамма-гвоздь (рисунки 31–33).



Рисунок 31 – Схема остеосинтеза цефаломедулярным фиксатором

гамма-гвоздь



Рисунок 32 – Модель перелома шейки бедренной кости в условиях остеосинтеза цефаломедулярным фиксатором гамма-гвоздь

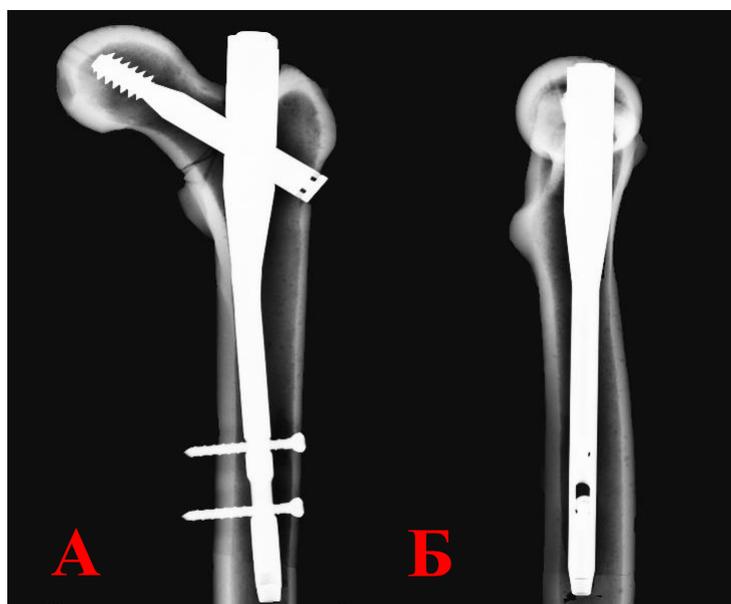


Рисунок 33 – рентгенограмма модели перелома шейки бедренной кости в условиях остеосинтеза цефаломедулярным фиксатором гамма-гвоздь:

А – прямая проекция; Б – боковая проекция

5) Остеосинтез цефаломедулярным фиксатором – проксимальным бедренным гвоздем (рисунки 34–36).

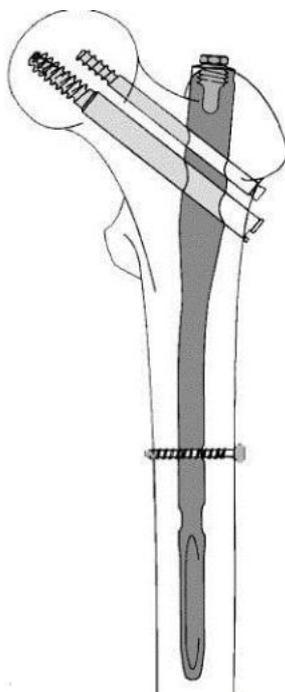


Рисунок 34 – Схема остеосинтеза цефаломедулярным фиксатором ПБГ



Рисунок 35 – Модель перелома шейки бедра в условиях остеосинтеза цефаломедулярным фиксатором ПБГ



Рисунок 36 – Рентгенограмма модели перелома шейки бедра в условиях остеосинтеза цефаломедулярным фиксатором ПБГ:

А – прямая проекция; Б – боковая проекция

3.3 Сравнительная оценка прочности фиксации различными конструкциями

Нагрузочные испытания проводили с применением многофункциональной сервогидравлической испытательной машины MTS 870 Landmark (рисунки 37–39).



Рисунок 37 – Многофункциональная сервогидравлическая испытательная машина MTS 870 Landmark



Рисунок 38 – Фиксация модели бедренной кости в условиях остеосинтеза шейки бедра телескопическими винтами с угловой стабильностью в захвате испытательной машины MTS 870 Landmark

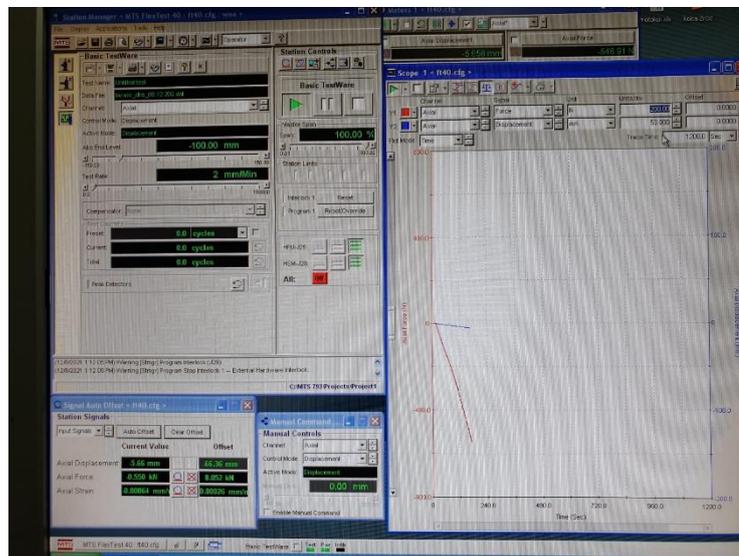


Рисунок 39 – Интерфейс программы испытательной модели MTS 870 Landmark во время проведения нагрузки модели бедренной кости

Испытания проводили на моделях бедренной кости в условиях моделирования перелома шейки бедра согласно описанной выше методике и

остеосинтеза пучком спиц, 3-мя спонгиозными винтами АО, ДБВ, ПБГ, гамма-гвоздь, ТВсУС. При этом на пик нагрузки приходилось появление упругой деформации металлоконструкции на модели бедренной кости (рисунок 40).

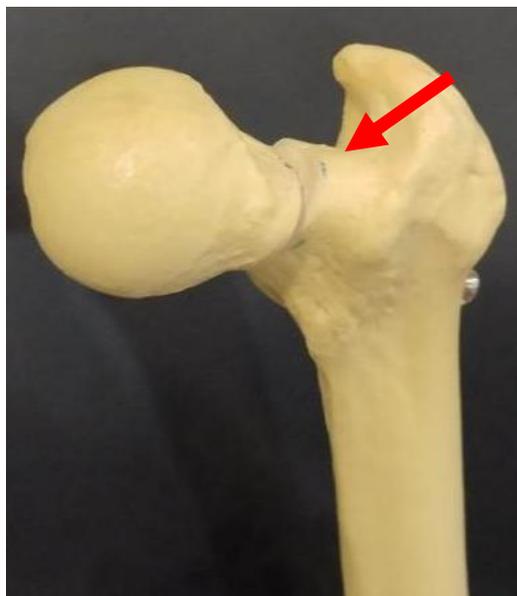


Рисунок 40 – Упругая деформация металлоконструкции на модели бедренной кости в условиях моделирования перелома шейки бедра и остеосинтеза

Данная деформация имела свое отражение в графическом отображении, что позволяет узнать точный момент повреждения металлофиксатора и силу приложения для возникновения данного явления (рисунок 41).

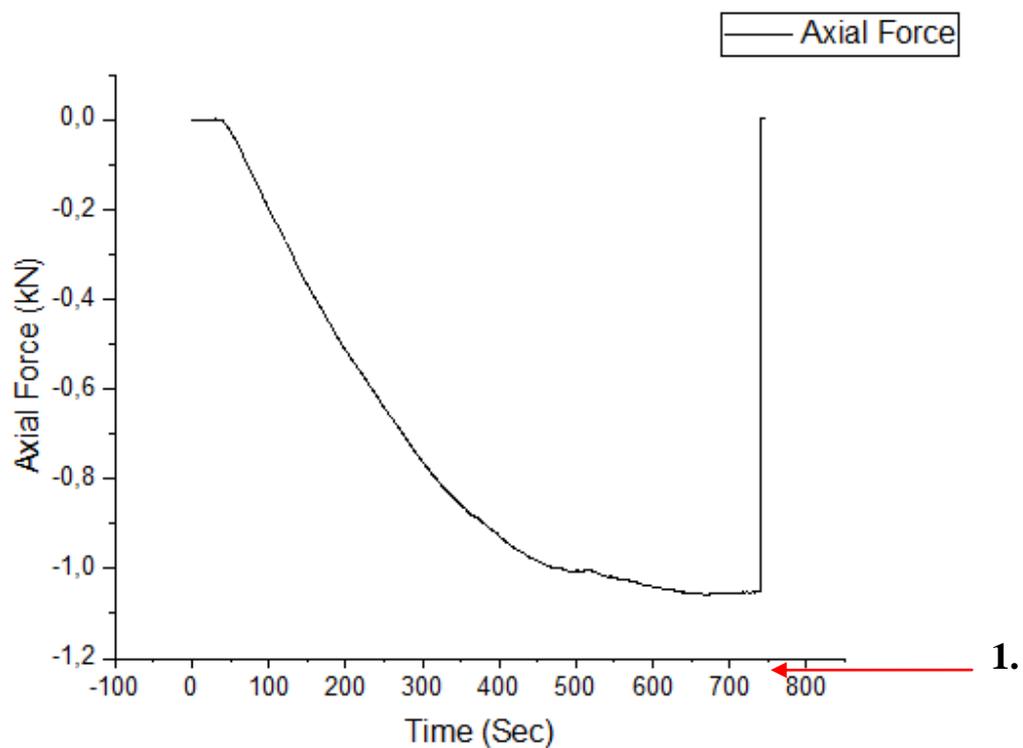


Рисунок 41 – Графическое изображение процесса нагружения модели бедренной кости в условиях моделирования перелома шейки бедра и металлостеосинтеза, где 1 – момент потери прочности конструкции во время нагружения

Проведя оценку 36 нагружений моделей бедренной кости, нами были получены следующие результаты, представленные в диаграмме 1.

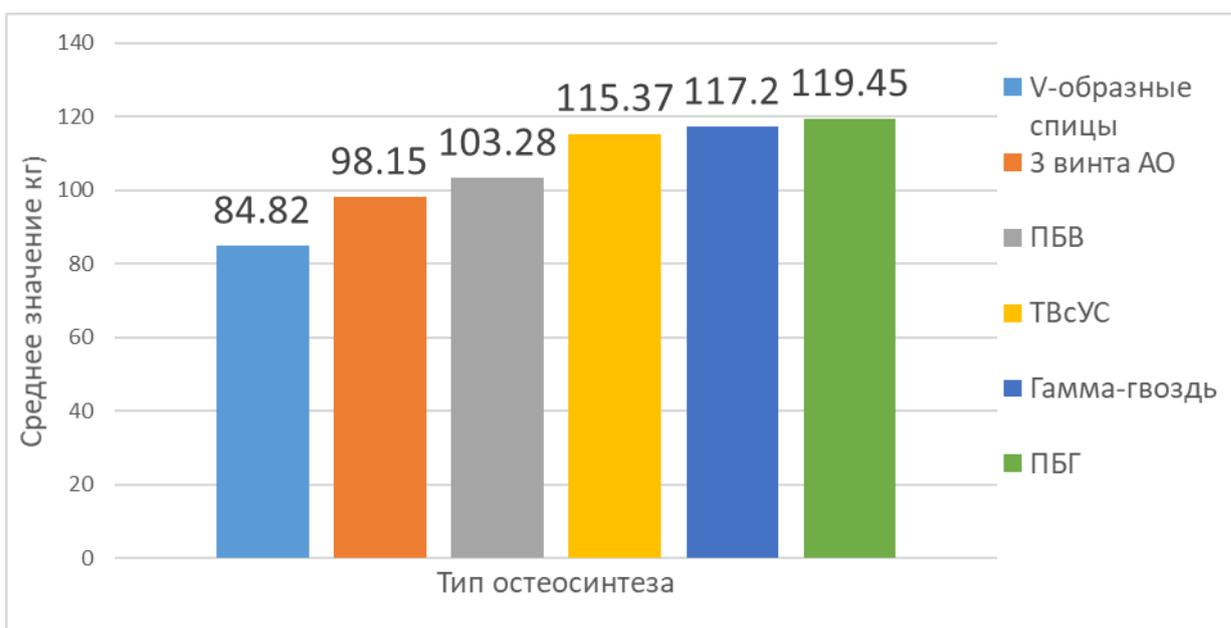


Диаграмма 1 – Результаты моделирования нагрузок на моделях бедренной кости

При оценке результатов стендовых испытаний были получены следующие данные. Средние значения при всех нагружениях предела прочности модели бедренной кости с фиксацией переломов шейки бедра V-образными спицами начинались на 84,8 кг, 3-мя винтами АО – на 98,6 кг, проксимальным бедренным винтом – на 103,3 кг, с системой телескопических винтов с угловой стабильностью – на 115,4 кг, гамма-гвоздем – на 117,2 кг, а проксимальным бедренным гвоздем – на 119,5 кг.

При сравнении полученных значений видно, что предел прочности фиксации V-образными спицами меньше такового при фиксации 3-мя винтами АО на 13,3 кг, т.е. различия статистически значимы и составляют 15,7% ($t=5,18$, $p=0,0006$). Предел прочности конструкции с ДБВ был больше, чем при применении трех винтов АО лишь на 5,1 кг (5,2%), различия статистически не значимы ($t=1,58$, $p=0,148$). Однако при сравнении значений прочности для модели с ДБВ и ТВСУС различия составили 12,9 кг (11,7%) и были статистически значимы ($t=3,64$, $p<0,005$). Значения предела прочности моделей с конструкциями ТВСУС и гамма-гвоздя различались лишь на 1,8 кг, а гамма-гвоздя и ПБГ – на 2,3 кг.

Таким образом, статистически значимых различий в прочности моделей с тремя винтами АО и ДБВ, а также между ТВсУС, гамма-гвоздем и ПБГ отмечено не было. Из полученных данных можно сделать заключение, что прочность фиксации V-образными спицами была наименьшей среди других используемых видов остеосинтеза. Наоборот, наибольшую прочность фиксации показали конструкции телескопическими винтами с угловой стабильностью и цефаломедулярные фиксаторы: гамма-гвоздь, проксимальный бедренный гвоздь, что объясняется конструктивными особенностями применяемых металлоконструкций. Данное обстоятельство позволяет сгруппировать вышеуказанные конструкции в 3 группы по признаку прочности фиксации.

ГЛАВА 4 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1 Продолжительность и исходы лечения

На основе данных рентгенографии и клинического обследования проводилась оценка полученных результатов лечения больных с переломами шейки бедра. Средняя продолжительность стационарного лечения в основной группе была $9,3\pm 0,2$ суток, а в группе сравнения – $9,5\pm 0,2$ суток. При этом средняя общая продолжительность лечения составила $165,3\pm 1,04$ суток в основной группе и $175,5\pm 1,02$ суток в группе сравнения. Таким образом, общая продолжительность лечения в основной группе была меньше таковой в группе сравнения на $10,2\pm 0,02$ суток ($f=186$, $t=6,97$, $p<0,05$).

По окончании лечения 18 пациентов освидетельствованы на МСЭ: 10 пациентов получили 3 группу инвалидности, 8 – вторую. Изменение привычного уклада жизни отметили 81% пациентов обеих групп. В группе сравнения – 84%, в основной группе – 78%. Необходимость сменить работу или отказаться от нее возникла в 15% случаев в основной группе и 16% в группе сравнения. Однако следует отметить, что лишь 19% пациентов, участвовавших в исследовании, были официально трудоустроены до получения травмы. У 12% пациентов, участвующих в исследовании, отметили возвращение к тому же образу жизни, что и до получения травмы.

4.2 Функциональные результаты лечения

Функциональные результаты лечения больных после остеосинтеза перелома шейки бедра проводили с помощью анкетирования по опроснику шкалы Харрис (HHS), который состоит из четырех блоков, направленных на оценку болевого синдрома, функции, деформации конечности и объема движений, что оценивают физическое здоровье пациентов в целом. Результаты представлены в виде баллов в каждом блоке. Результат оценивали в баллах по следующей шкале: более 90 баллов (отличный), 80–89

баллов (хороший), 70–79 баллов (удовлетворительный), менее 70 баллов (неудовлетворительный),

Анкетирование проводили в раннем послеоперационном периоде и через 9 месяцев после операции.

После анкетирования мы провели сравнительный анализ по следующим показателям: возраст, тип металлоконструкции, тип перелома.

Результаты анкетирования пациентов в каждой из групп исследования были разделены: по возрасту на молодой (18–44) средний (45–59), пожилой (60–74), старческий (75–89), долгожители (>90) (таблицы 8, 9); по типу перелома (таблицы 10, 11); по типу металлоконструкции (таблицы 12, 13).

Таблица 8 – Результаты оценки изменения функции тазобедренного сустава по шкале Харрис в основной группе, разделенных по возрасту на 9-й месяц после операции

Результат	Долгожители (n=12)	Старческий (n=38)	Пожилой (n=34)	Средний (n=8)	Молодой (n=2)
Отлично (≥ 90)	1 (8,33%)	7 (18,42%)	11 (32,35%)	6 (75,0%)	2 (100%)
Хорошо (80–89)	5 (41,67%)	14 (36,84%)	13 (38,24%)	2 (25,0%)	0 (0%)
Удовлетворительно (70–79)	4 (33,33%)	11 (28,95%)	7 (20,59%)	0 (0%)	0 (0%)
Неудовлетворительно (<70)	2 (16,67%)	6 (15,79%)	3 (8,82%)	0 (0%)	0 (0%)

Таблица 9 – Результаты оценки изменения функции тазобедренного сустава по шкале Харрис в группе сравнения, разделенных по возрасту на 9-й месяц после операции

Результат	Долгожители (n=12)	Старческий (n=40)	Пожилой (n=31)	Средний (n=7)	Молодой (n=4)
Отлично (≥ 90)	0 (0%)	2 (5,0%)	4 (12,9%)	4 (57,14%)	3 (75,0%)
Хорошо (80–89)	3 (25,0%)	13 (32,5%)	12 (38,71%)	2 (28,57%)	1 (25,0%)
Удовлетворительно (70–79)	5 (41,67%)	12 (30,0%)	11 (35,48%)	1 (14,29%)	0 (0%)
Неудовлетворительно (<70)	4 (33,33%)	13 (32,5%)	4 (12,9%)	0 (0%)	0 (0%)

Таблица 10 – Результаты оценки изменения функции тазобедренного сустава по шкале Харрис в основной группе, разделенных по типу перелома на 9-й месяц после операции

Результат	Субкапитальный (n=28)	Трансцервикальный (n=33)	Базальный (n=33)
Отлично (≥ 90)	4 (14,29%)	10 (30,30%)	13 (39,39%)
Хорошо (80–89)	11 (39,29%)	11 (33,33%)	12 (36,36%)
Удовлетворительно (70–79)	9 (32,14%)	8 (24,24%)	5 (15,15%)
Неудовлетворительно (<70)	4 (14,29%)	4 (12,12%)	3 (9,09%)

Таблица 11 – Результаты оценки изменения функции тазобедренного сустава по шкале Харрис в группе сравнения, разделенных по типу перелома на 9-й месяц после операции

Результат	Субкапитальный (n=28)	Трансцервикальный (n=33)	Базальный (n=33)
Отлично (≥90)	1 (3,57%)	3 (9,09%)	4 (12,12%)
Хорошо (80–89)	9 (32,14%)	13 (39,39%)	16 (48,48%)
Удовлетворительно (70–79)	12 (42,86%)	12 (36,36%)	10 (30,30%)
Неудовлетворительно (<70)	6 (24,34%)	5 (15,15%)	3 (9,09)

Таблица 12 – Результаты оценки изменения функции тазобедренного сустава по шкале Харрис в основной группе, разделенных по типу металлоконструкции на 9-й месяц после операции

Результат	V-обр. спицы (n=8)	3 винта АО (n=40)	ДБВ (n=20)	ТВсУС (n=9)	Гамма- гвоздь (n=6)	ПБГ (n=11)
Отлично (≥90)	1 (12,5%)	6 (15,0%)	2 (10,0%)	5 (55,6,0%)	4 (80,0%)	7 (63,64%)
Хорошо (80–89)	2 (25,5%)	13 (32,5%)	8 (40,0%)	4 (44,4%)	2 (20,0%)	4 (36,36%)
Удовлетворительно (70–79)	3 (37,5%)	11 (27,5%)	6 (30,0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Неудовлетворительно (<70)	2 (25,5)	10 (25,0%)	4 (20,0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

Таблица 13 – Результаты оценки изменения функции тазобедренного сустава по шкале Харрис в группе сравнения, разделенных по типу металлоконструкции на 9-й месяц после операции

Результат	V-обр. спицы (n=9)	3 винта АО (n=42)	ДБВ (n=18)	ТВсУС (n=11)	Гамма-гвоздь (n=4)	ПБГ (n=10)
Отлично (≥ 90)	0 (0%)	1 (2,38%)	3 (16,67%)	3 (27,3%)	2 (50,0%)	4 (40,0%)
Хорошо (80–89)	2 (22,22%)	11 (26,19%)	4 (22,22%)	6 (54,5%)	2 (50,0%)	6 (60,0%)
Удовлетворительно (70–79)	4 (44,44%)	17 (40,48%)	6 (33,33%)	2 (18,2%)	0 (0%)	0 (0%)
Неудовлетворительно (< 70)	3 (33,33%)	13 (30,95%)	5 (27,78%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

Из представленных данных видно, что лучшие результаты (хорошо и отлично по шкале Харрис) были у больных, которым проведен остеосинтез ТВсУС, гамма-гвоздем и ПБГ – 26 пациентов в основной группе и 23 в группе сравнения. У больных, перенесших остеосинтез 3 винтами АО хорошие и отличные результаты были в 19 случаях в основной группе и 12 в группе сравнения ($X^2=3,122$, $p>0,05$). При остеосинтезе V-образными спицами получены хорошие и отличные результаты в 3 случаях в основной группе и 2 хороших результата в группе сравнения ($X^2=0,476$, $p>0,05$). Сравнивая значения в разрезе возраста, видно, что более высокие баллы по шкале Харриса показывали пациенты молодого возраста – 2 в основной группе и 4 в группе сравнения. В разрезе типа перелома пациенты с базальными переломами шейки бедра имели лучшие показатели, чем пациенты с субкапитальными переломами.

Применение в основной группе исследования расчета безопасного диапазона осевой нагрузки на конечность с помощью разработанной нами программы позволило проводить более адекватную активизацию больного,

тем самым увеличив функциональную активность тазобедренного сустава, что видно из таблицы 14.

Таблица 14 – Результаты оценки изменения функции тазобедренного сустава по шкале Харрис для основной группы и группы сравнения

Результат	Основная группа (n=94)	Группа сравнения (n=94)
Отлично (≥ 90)	27 (28,72%)*	13 (13,83%)*
Хорошо (80–89)	34 (36,17%)	31 (32,98%)
Удовлетворительно (70–79)	22 (23,41%)	29 (30,85%)
Неудовлетворительно (< 70)	11 (11,70%)	21 (22,34%)

* – $p < 0,05$.

Как видно из полученных данных, в основной группе наблюдалось больше на 14% отличных результатов лечения $X^2=6,224$, $p < 0,05$. По показателям наступления хорошего, удовлетворительного и неудовлетворительного результата статистически значимых отличий в группах не наблюдалось. Увеличение количества отличных результатов в основной группе спустя 9 месяцев после операции можно объяснить расширением возможности для физического развития, самообслуживания и досуга. Однако ограничения, вызванные травмой и операцией, не позволяют вести физическую активность в прежнем объеме, что находит отражение в показателях оценки лечения по шкале Харриса.

Для людей различных социальных групп, возрастов, пола существует множество субъективных факторов, влияющих на качество жизни после операции. Так, передвижение на костылях создает неудобства как для молодых трудоспособных, так и маломобильных пожилых пациентов, причем последние зачастую хуже адаптируются к передвижению с помощью вспомогательных средств. Это же относится и к людям с разной конституцией, пациентам с ожирением труднее не только вставать и передвигаться с костылями, но и соблюдать режим дозирования нагрузок.

Поэтому, исходя из наших наблюдений, наиболее выражено улучшается качество жизни пациентов при отмене использования вспомогательных средств передвижения и расширении двигательной активности. Однако у работающих пациентов, особенно занятых физическим трудом, восстановление качества жизни затрудняется ввиду невозможности полноценно трудиться до окончания лечения, в то время как у маломобильных пациентов показатели качества жизни могут восстанавливаться до дооперационного уровня раньше, чем полностью восстановится функция конечности и наступит выздоровление.

4.3 Несращение переломов и миграция металлоконструкции

После анализа результатов контрольных рентгенограмм, выполненных согласно плану послеоперационного наблюдения за больными, было выявлено 6 больных (6,4%) с несращением перелома шейки бедренной кости в основной группе и 16 больных (17%) с несращением перелома шейки бедренной кости в группе сравнения ($X^2=5,148$, $p<0,05$). При этом возрастной состав больных имел следующую структуру (диаграмма 2).



Диаграмма 2 – Возрастной состав больных с несращением перелома шейки бедра

Наибольший процент несращений наблюдается у больных старческого возраста и возраста долгожителей. Это может быть обусловлено недостаточным кровоснабжением проксимального отдела бедра и наличием остеопороза. Также наибольший процент несращения перелома шейки бедра наблюдался среди больных с субкапитальным переломом (17,5%). В то же время несращение перелома шейки бедра наиболее часто встречается у больных обеих групп со следующими металлоконструкциями – V-образные спицы (17,6%), 3 винта АО (15,6%), ПБВ (13,2%).

В послеоперационном периоде нами были выявлены случаи миграции металлоконструкции у 19 человек (20,2%) в основной группе и у 31 человека (33%) в группе сравнения ($X^2=3,923$, $p<0,05$), среди которых 4 (33%) долгожителя, 9 (24%) человек старческого возраста, 6 (18%) пожилых, 0 (0%) среднего и молодого возраста в основной группе, и 6 (50%) долгожителей, 14 (35%) человек старческого возраста, 9 (29%) пожилых, 2 (29%) среднего возраста и 0 (0%) молодого возраста в группе сравнения.

При наличии миграции не всегда происходила замедленная консолидация перелома, в последующем его несращение и превышение

сроков лечения. Значительную роль здесь играет нерациональная и преждевременная нагрузка на больную конечность в раннем и позднем послеоперационном периоде, где соответственно происходит миграция или перелом металлоконструкции. В связи с этим мы разграничивали клинически значимую миграцию, обусловленную нерациональной нагрузкой на конечность, и клинически незначимую миграцию металлоконструкции, обусловленную консолидацией перелома. Клинически значимая миграция в основной группе была выявлена у 7 человек (7,4%) и у 21 человека (22,3%) в группе сравнения ($X^2=4,565$, $p<0,05$). По типу металлофиксатора миграция V-образных спиц случилась у 3 пациентов, миграция трех винтов АО у трех пациентов, миграция ПБГ у 1 пациента основной группы. В группе сравнения миграция V-образных спиц наблюдалась у 4 пациентов, 3х винтов АО у 12 пациентов, ДБВ у 4 пациентов, миграция шеечного винта гамма-гвоздя у 1 пациента. В ранние сроки миграция происходит на фоне недостаточной консолидации перелома, что в большей степени провоцирует вторичное смещение отломков и перелом составных частей металлоконструкции. В более поздние сроки, когда формирующаяся костная мозоль предотвращает вторичное смещение отломков, миграция металлоконструкции становится менее значима в клиническом плане (диаграмма 3).

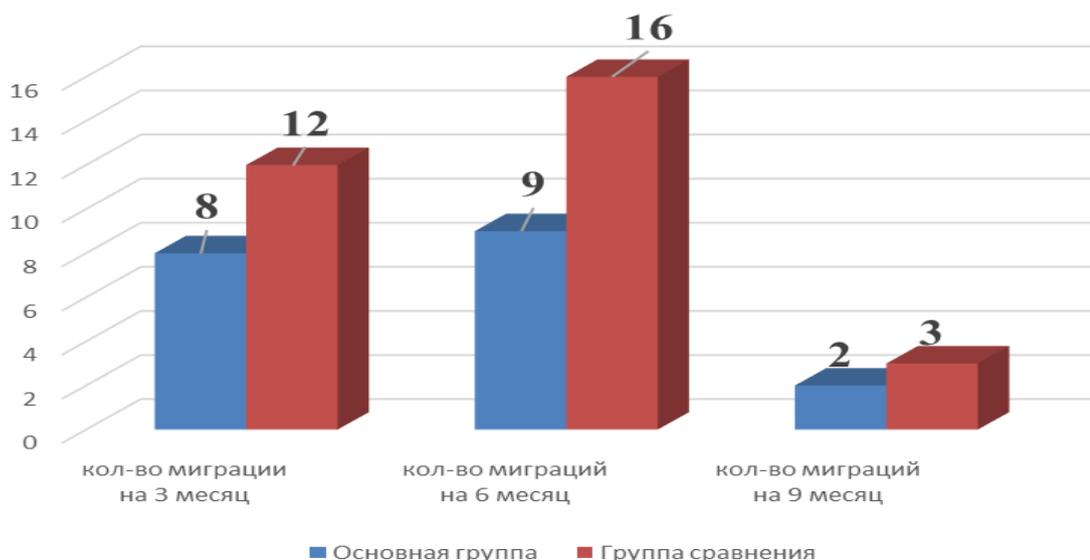


Диаграмма 3 – Сравнительная оценка миграции металлоконструкции в исследуемых группах на 3, 6 и 9 месяцы после операции

В целом можно говорить о снижении количества таких осложнений в основной группе, как миграция металлоконструкции на 12,8%, в том числе клинически значимая миграция на 14,9% и несращение перелома на 10,6%.

3.4 Клинический пример

В качестве клинического примера приводим наблюдение пациента 37 лет с субкапитальным переломом шейки бедренной кости.

Пациент Р., 37 лет, поступил в травматологическое отделение с диагнозом: закрытый субкапитальный перелом шейки правого бедра со смещением. Из анамнеза известно, что пациент упал на правое бедро накануне госпитализации. Машиной скорой помощи доставлен в приемное отделение ТОГБУЗ ГКБ г. Котовска с жалобами на умеренную боль в правом бедре, нарушение функции опоры.

При осмотре определяется умеренный отек правого бедра. Наружная ротация правой нижней конечности. Пальпаторно болезненность в области верхней трети правого бедра, тазобедренного сустава. Положительный симптом прилипшей пятки справа. Пассивные и активные движения резко

болезненны. Пульс на сосудах нижней конечности не ослаблен. На выполненных рентгенограммах: субкапитальный перелом шейки правого бедра со смещением отломков (рисунок 42).



Рисунок 42 – Рентгенограмма правого бедра пациента Р. до операции

Пациент в экстренном порядке госпитализирован, после необходимого предоперационного обследования под спинномозговой анестезией проведена операция: репозиция перелома шейки правого бедра, остеосинтез системой телескопических винтов с угловой стабильностью (рисунок 43).



Рисунок 43 – Рентгенография правого бедра пациента Р. на контрольных снимках после операции

После проведения оперативного лечения нами был выполнен расчет безопасного диапазона нагрузки на конечность на весь период послеоперационного лечения для данного пациента с помощью предложенной программы для ЭВМ (рисунок 44).

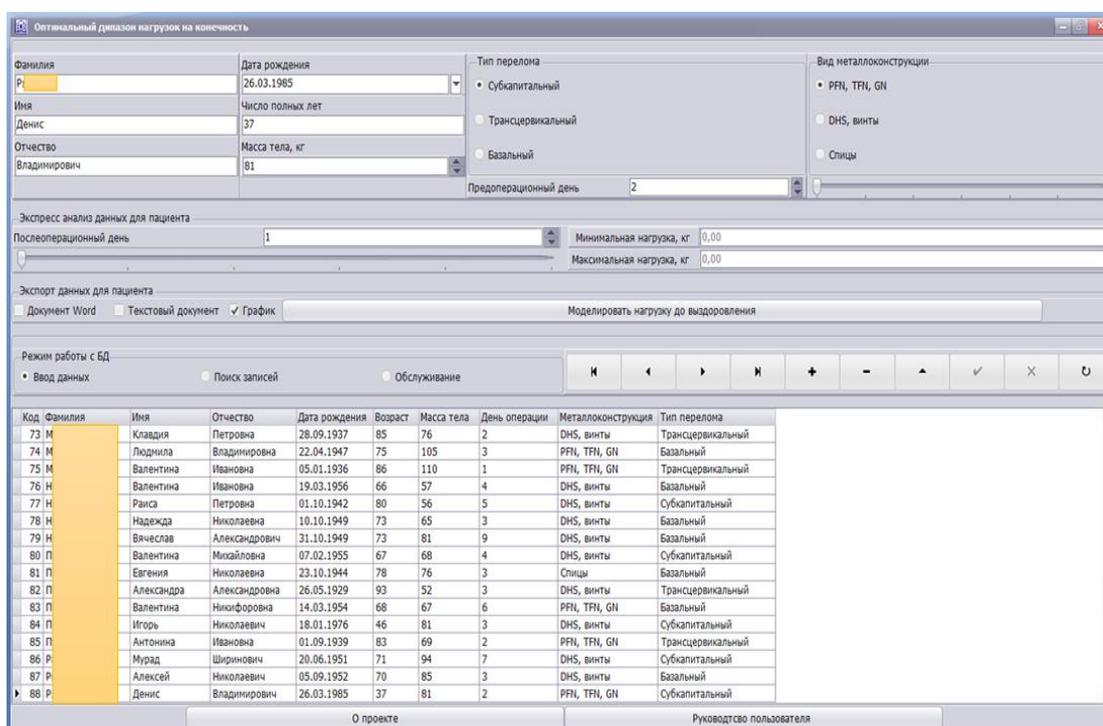


Рисунок 44 – Интерфейс программы для расчета допустимой нагрузки на конечность с введенными данными пациента Р.

Диапазон допустимой нагрузки был рассчитан и представлен в графическом виде на весь период послеоперационного лечения (рисунок 45).

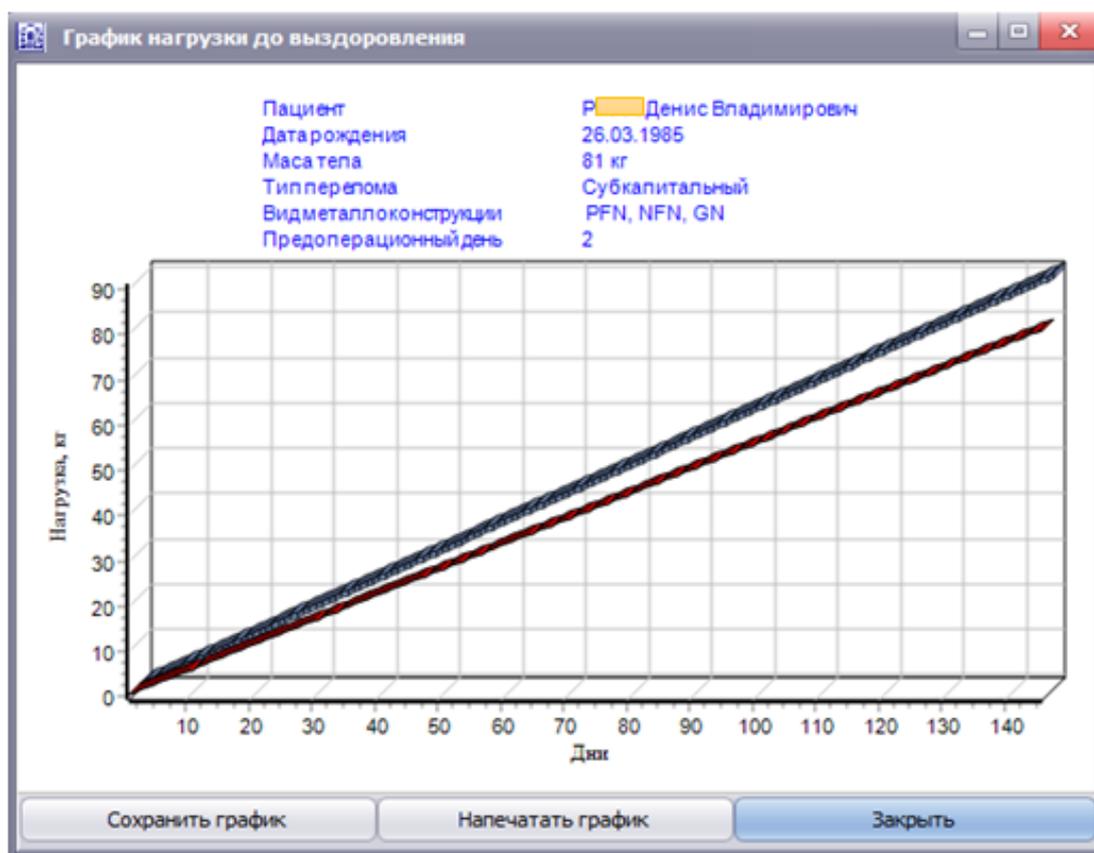


Рисунок 45 – Графическое представление данных расчета допустимой нагрузки на конечность для пациента Р.

Пациент Р. выполнял назначения врача, четко следовал данным расчета допустимой нагрузки на конечность и посещал контрольные осмотры. По истечению трех месяцев на очередном контрольном обследовании выявлено, что соблюдение условий допустимой нагрузки на оперированную конечность способствует ранней активизации пациента. Спустя 3 месяца после операции признаки консолидации перелома хорошие (рисунок 46).

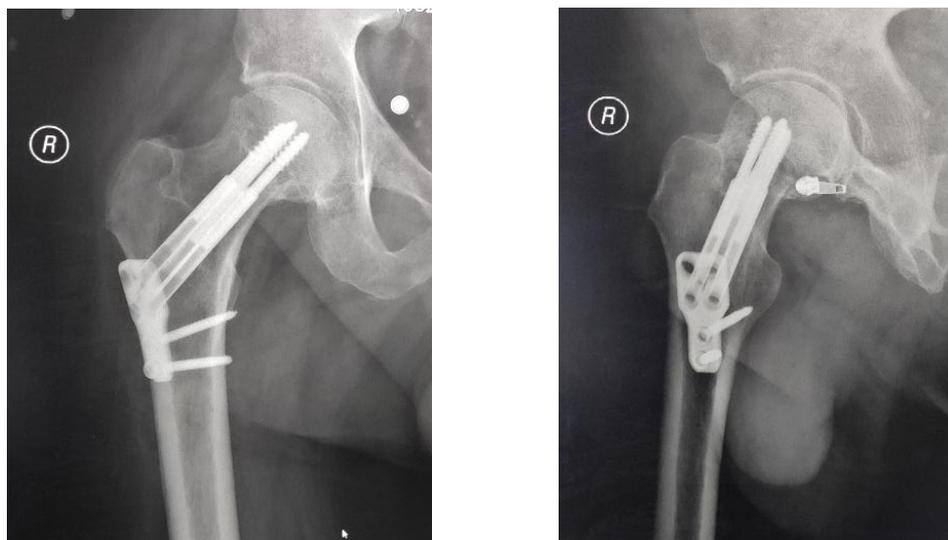


Рисунок 46 – Контрольная рентгенограмма пациента Р. через 3 месяца после операции

Спустя 6 месяцев после операции диагностирована полная консолидация перелома (рисунок 47).

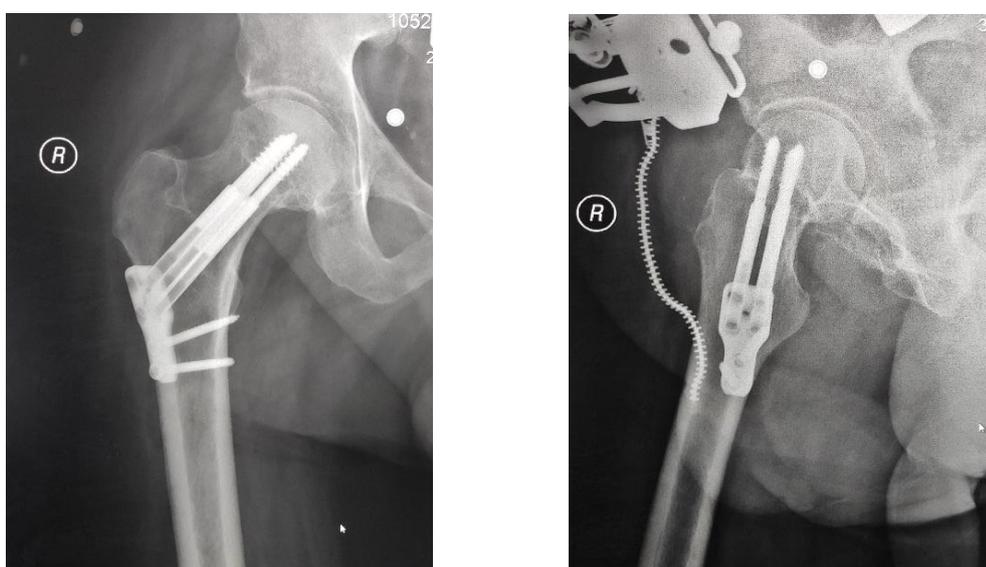


Рисунок 47 – Контрольная рентгенограмма пациента Р. через 6 месяцев после операции

На контрольном осмотре через 6 месяцев после операции пациент передвигается самостоятельно. Амплитуда движения в тазобедренном суставе полная. По шкале Харрис пациент набрал 93 балла (рисунок 48).



Рисунок 48 – Функция оперированной конечности пациента Р. на 6-й месяц после операции

По окончании лечения пациенту удалось вернуться к привычному образу жизни, продолжить работу по специальности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Расчет безопасного диапазона нагрузки на оперируемую конечность и сроки ее начала в послеоперационном периоде являются дискуссионным вопросом, требующим дополнительных исследований и обсуждений.

Надо признаться, несмотря на первостепенное значение проблемы, в современной литературе нет конкретных количественных данных, с какой величины допустимой нагрузки начинать активизацию больного. Для решения данной проблемы в настоящей работе мы поставили ряд задач:

1. Изучить основные факторы, влияющие на величину безопасной нагрузки на конечность после остеосинтеза шейки бедра.

2. Сравнить прочность фиксации перелома шейки бедра различными металлоконструкциями.

3. Разработать способ расчета безопасного диапазона нагрузок на конечность после остеосинтеза шейки бедра.

4. Разработать и внедрить в клиническую практику программу ЭВМ для автоматизированного расчета безопасного диапазона нагрузок на конечность после остеосинтеза шейки бедра.

5. Оценить эффективность применения способа расчета безопасного диапазона нагрузок на конечность у больных с переломами шейки бедра в послеоперационном периоде.

Для решения задач, обозначенных в диссертационной работе, нами было проведено исследование, включающее отбор и формирование двух групп пациентов. Исследование проводилось проспективно. Всего в диссертационном исследовании участвовало 188 пациентов, отобранных по критериям включения и исключения, получивших оперативное лечение в травматологическом отделении ТОГБУЗ «ГКБ г. Котовска» по поводу закрытого перелома шейки бедренной кости в период с 2019 по 2021 г.

Пациенты обеих групп были отобраны по следующим критериям включения:

- наличие закрытого перелома шейки бедра: субкапитального, трансцервикального или базального согласно классификации Каплана;

- проведение остеосинтеза одной из следующих конструкций: проксимальный бедренный гвоздь (ПБГ), телескопические винты с угловой стабильностью (ТВсУС), гамма-гвоздь (ГГ), ДБВ, спонгиозные канюлированные винты АО, V-образные спицы;

- способность пациента понять суть исследования и дать письменное разрешение на участие в нем;

- способность пациента понять и применить в процессе реабилитации предложенный нами способ дозирования нагрузки на конечность.

Критериями исключения были:

- пациенты, имеющие патологические переломы;
- случаи комбинированных и сочетанных травм, например, полученных в результате ДТП, падения с большой высоты;

- наличие тяжелых соматических патологий и хронических заболеваний в стадии декомпенсации, психических расстройств;

- возраст менее 18 лет;

- наличие стойкой деформации, ампутации любого сегмента и грубых анатомических дефектов здоровой или поврежденной нижней конечности;

- нарушение статодинамической функции вследствие неврологических заболеваний;

- застарелый перелом, ложный сустав, грубая деформация поврежденного или коллатерального тазобедренного сустава (например, деформирующий коксартроз 3–4 стадии).

Участвующие в исследовании 188 пациентов были разделены на 2 равные по количеству участников группы. В основную группу вошли 94 пациента, которые после перенесенного оперативного вмешательства в восстановительном периоде применяли безопасный диапазон нагрузки на конечность, рассчитанный по предложенному нами способу. Группу сравнения составили 94 пациента, к которым данный способ не применялся,

а дозирование нагрузки на оперированную конечность проводилось согласно Федеральным клиническим рекомендациям по лечению переломов проксимального отдела бедренной кости.

Среди пациентов основной группы было 58 женщин и 36 мужчин, средний возраст которых составил $75,8 \pm 1,3$ лет. В группу сравнения вошли 58 женщин и 36 мужчин, их средний возраст составил $75,2 \pm 1,3$ лет.

По возрастному составу все пациенты, включенные в исследование, были разделены на 5 групп: молодой (18–44), средний (45–59), пожилой (60–74), старческий (75–89), долгожители (>90). При этом основную часть пациентов составляли лица пожилого и старческого возраста (50% и 39,36% в основной группе, и 44,7% и 43,6% в группе сравнения соответственно).

Также все пациенты, отобранные в клинические группы, имели один из следующих переломов, согласно классификации Каплана: 28 субкапитальных переломов (29,8%), 33 трансцервикальных (35,1%) и 33 базальных (35,2%) в каждой из исследуемых групп. Данным пациентам был проведен остеосинтез перелома шейки бедра одной из следующих конструкций: проксимальный бедренный гвоздь (ПБГ), телескопические винты с угловой стабильностью (ТВсУС), гамма-гвоздь (ГГ), ДБВ, винты АО, V-образные спицы.

Таким образом, группа сравнения и группа исследования были полностью сопоставимы по половозрастному составу и типу перелома.

В обеих группах большинство пациентов имели хронические заболевания, при этом значимую часть занимают заболевания сердечно-сосудистой системы (89,36% в основной группе и 92,55% в группе сравнения.)

На первом этапе диссертационного исследования было проведено обследование 202 пациентов с переломами шейки бедра, их оперативное лечение с применением следующих видов остеосинтеза таких, как политензофасцикулярный остеосинтез, остеосинтез тремя спонгиозными канюлированными винтами АО, остеосинтез системой динамического

бедренного винта, остеосинтезом системы телескопических винтов с угловой стабильностью, остеосинтезом цефаломедулярными фиксаторами гамма-гвоздь и проксимальный бедренный гвоздь. По критериям включения и исключения для дальнейшего исследования отобрано 194 человека. В процессе диссертационной работы при формировании клинических групп на первом этапе выбыло 6 человек: 4 – летальный исход, 2 – отказались от дальнейшего проведения исследования по причине смены места жительства.

На втором этапе диссертационного исследования в основной группе к пациентам, перенесшим оперативное вмешательство, был применен способ расчета безопасного диапазона нагрузки на оперированную конечность. Каждому пациенту был составлен индивидуальный план восстановительного лечения и даны рекомендации о величине осевой нагрузки на каждый день послеоперационного периода вплоть до наступления срока консолидации, установленного при помощи выполнения регулярной рентгенографии поврежденного тазобедренного сустава в 2-х проекциях (1-й, 3-й, 6-й и 9-й месяц после операции).

На третьем этапе диссертационной работы проводилась оценка результатов послеоперационного ведения, включающая регулярный осмотр пациентов и выполнение рентгенограмм тазобедренного сустава в 2-х проекциях, оценку функции тазобедренного сустава по шкале Харриса, структуры и количества осложнений, продолжительности лечения. Дважды за период восстановительного лечения (в первые 72 часа после операции и на 9-й месяц) пациенты заполняли шкалу-опросник. Оценка остальных параметров проводилась с помощью лечащего врача.

Продолжительность наблюдения каждого пациента составила 9 месяцев с момента проведения оперативного вмешательства. На заключительном этапе диссертационного исследования оценивалась эффективность способа расчета безопасного диапазона нагрузки на конечность в послеоперационном периоде при помощи проведения статистического анализа и сравнения полученных результатов.

Одним из основных направлений решения проблемы неудовлетворительных исходов остеосинтеза шейки бедра является усовершенствование и строгий контроль мероприятий, проводимых в послеоперационном периоде, включающих раннюю активизацию пациента с применением адекватной дозированной осевой нагрузки.

После проведения остеосинтеза одной из металлоконструкций (проксимальный бедренный гвоздь, телескопические винты с угловой стабильностью, гамма-гвоздь, динамический бедренный винт, спонгиозные канюлированные винты АО, V-образные спицы) пациенты транспортировались в палату интенсивной терапии и реанимации, где производился контроль и поддержание жизненно-важных функций организма, а также назначался первичный комплекс лечебных упражнений – дыхательная гимнастика – для предотвращения застойных осложнений легочной системы. После стабилизации состояния через 24–72 часа пациентов обеих групп переводили в палату травматологического стационара, где продолжалось проведение антибактериальной и антикоагулянтной терапии согласно Российским клиническим рекомендациям по диагностике, лечению и профилактике венозных тромбозных осложнений, введение ненаркотических обезболивающих средств по требованию с применением антацидных и гастропротекторных препаратов, ежедневная перевязка послеоперационной раны и эластичное бинтование нижних конечностей. В рамках восстановительного лечения в зависимости от принадлежности к группам исследования кроме основных средств и методов ЛФК пациенту составлялся индивидуальный план восстановительного лечения.

У пациентов обеих групп в первые сутки после операции оперированной конечности придавалось среднефизиологическое положение с использованием мягкого валика в подколенной области. При отсутствии выраженного болевого синдрома разрешалось проведение изометрического сокращения и расслабления мышц здоровой конечности, активные движения

в обоих голеностопных суставах и пальцах. По мере снижения болевого синдрома пациентам проводилось расширение двигательного режима, назначение средств и методов лечебной физической культуры, обучение правильному передвижению при помощи вспомогательных средств опоры. Послеоперационные швы были сняты на 12–14 сутки с момента операции.

В основной клинической группе для пациентов после хирургического вмешательства при отсутствии послеоперационных осложнений, интенсивного болевого синдрома, декомпенсации хронических заболеваний с конкретного дня восстановительного лечения (с момента готовности принять вертикальное положение) рассчитывался безопасный диапазон осевой нагрузки на конечность с помощью разработанной нами программы для расчета допустимой нагрузки на оперированную конечность (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, регистрационный номер № 2021665600 от 29.09.2021). Для разработки критериев расчета диапазона безопасной нагрузки нами проведены экспериментальные исследования прочности фиксации перелома различными металлоконструкциями на примере модели бедренной кости человека. Проведено 36 моделирований переломов шейки бедра в заданном месте. Смоделированы переломы шейки бедра следующих локализаций по классификации Каплана: субкапитальные, трансцервикальные, базальные. Остеосинтез перелома шейки бедра проводили шестью способами, в частности политензофасцикулярным остеосинтезом, остеосинтезом тремя винтами АО, остеосинтез системой динамического бедренного винта с деротационным винтом, системой телескопических винтов с угловой стабильностью, цефаломедулярными фиксаторами: гамма-гвоздь и проксимальный бедренный гвоздь. При оценке результатов стендовых испытаний были получены следующие данные. Средние значения при всех нагружениях предела прочности модели бедренной кости с фиксацией переломов шейки бедра V-образными спицами начинались на 84,8 кг, 3-мя винтами АО – на 98,2 кг, проксимальным бедренным винтом – на 103,3 кг, с

системой телескопических винтов с угловой стабильностью – на 115,4 кг, гамма-гвоздем – на 117,2 кг, а проксимальным бедренным гвоздем – на 119,5 кг.

При сравнении полученных значений видно, что предел прочности фиксации V-образными спицами меньше такового при фиксации 3-мя винтами АО на 13,3 кг, т.е. различия статистически значимы и составляют 15,7% ($t=5,18$, $p=0,0006$). Предел прочности конструкции с ДБВ был больше, чем при применении трех винтов АО лишь на 5,1 кг (5,2%), различия статистически не значимы ($t=1,58$, $p=0,148$). Однако при сравнении значений прочности для модели с ДБВ и ТВсУС различия составили 12,9 кг (11,7%) и были статистически значимы ($t=3,64$, $p<0,005$). Значения предела прочности моделей с конструкциями ТВсУС и гамма-гвоздя различались лишь на 1,8 кг, а гамма-гвоздя и ПБГ – на 2,3 кг.

Таким образом, статистически значимых различий в прочности моделей с 3 винтами АО и ДБВ, а также между ТВсУС, гамма-гвоздем и ПБГ отмечено не было. Из полученных данных можно сделать заключение, что прочность фиксации V-образными спицами была наименьшей среди других используемых видов остеосинтеза. Наоборот, наибольшую прочность фиксации показали конструкции телескопическими винтами с угловой стабильностью и цефаломедулярные фиксаторы: гамма-гвоздь, проксимальный бедренный гвоздь, что объясняется конструктивными особенностями применяемых металлоконструкций. Данное обстоятельство позволяет сгруппировать вышеуказанные конструкции в 3 группы по признаку прочности фиксации.

Предложенный способ определения допустимой нагрузки на конечность после остеосинтеза позволил объективно рассчитать допустимую нагрузку на конечность при всех переломах шейки бедра, при этом данные представляются в виде графика и таблицы на весь период консолидации, что позволяет точно проводить активизацию больного, существенно снизив риск послеоперационных осложнений.

Средняя продолжительность стационарного лечения в основной группе была $9,3 \pm 0,2$ суток, а в группе сравнения – $9,5 \pm 0,2$ суток. При этом средняя общая продолжительность лечения составила $165,3 \pm 1,04$ суток в основной группе и $175,5 \pm 1,02$ суток в группе сравнения. Таким образом, общая продолжительность лечения в основной группе была меньше таковой в группе сравнения на $10,2 \pm 0,02$ суток ($f=186$, $t=6,97$, $p<0,05$).

По окончании наблюдения за пациентами в основной группе наблюдалось больше на 14% отличных результатов лечения по данным опросника Харриса ($X^2=6,224$, $p<0,05$). По показателям наступления хорошего, удовлетворительного и неудовлетворительного результата статистически значимых отличий в группах не наблюдалось.

При сравнении результатов лечения пациентов в группах выявлено снижение количества таких осложнений в основной группе, как клинически значимая миграция металлоконструкции на 14,9% и несращение перелома на 10,6%.

Резюме

Одной из основных проблем, с которыми сталкивается пациент с переломом шейки бедренной кости в послеоперационном периоде, является проблема дозирования нагрузки на конечность и регуляции двигательного режима. Часть пациентов опасается негативных последствий нагрузки из-за ранней активизации, что ведет к ее замедлению, ограничению движений в суставах, ограничивает привычный круг дел пациента и в конечном итоге влияет на качество жизни в послеоперационном периоде. Часть пациентов наоборот склонна к превышению нагрузок на конечность, что нередко приводит к осложнениям со стороны металлоконструкции, вплоть до ее миграции и перелому, а также нарушению консолидации перелома и смещению отломков. Поэтому четкие указания лечащего врача относительно допустимой нагрузки на конечность, основанные на объективном расчете,

позволяют пациенту не только обезопасить себя от ошибок, но и имеют психологическую составляющую, проявляющуюся в большей уверенности в своих действиях и большей активизации пациента. По результатам проведенного наблюдения пациенты основной группы лучше адаптировались к установленной металлоконструкции за период наступления консолидации. Наблюдалось достоверное снижение количества таких осложнений в основной группе, как миграция металлоконструкции и несращение перелома. Также у пациентов основной группы улучшены функциональные результаты лечения. Все вышеизложенное показывает целесообразность применения численного расчета безопасного диапазона нагрузки на конечность в послеоперационном периоде у пациентов с переломами шейки бедренной кости, основанного на объективных критериях и индивидуального для каждого пациента.

ВЫВОДЫ

1. Величина безопасной нагрузки на конечность после остеосинтеза шейки бедра может изменяться в зависимости от типа перелома, возраста пациента, времени, прошедшего с момента операции, и прочностных характеристик остеосинтеза.

2. Степень прочности фиксации перелома шейки бедренной кости зависит от вида применяемой металлоконструкции, наименьшую прочность фиксации создает остеосинтез спицами, наибольшую – конструкции телескопических винтов с угловой стабильностью и цефаломедуллярные фиксаторы.

3. Предложенный способ расчета безопасного диапазона нагрузки на конечность после остеосинтеза шейки бедра позволяет определить интервал безопасной нагрузки на конечность в интересующий период послеоперационного лечения и проводить его корректировку в динамике.

4. Внедрение в практику автоматизированного расчета безопасного диапазона нагрузки на конечность после остеосинтеза шейки бедра с помощью программы ЭВМ позволяет составить индивидуальный план нагрузок в послеоперационном периоде с ежедневным указанием расчетных величин с точностью до 0,01 кг.

5. Применение индивидуального расчета безопасного диапазона нагрузки на конечность после остеосинтеза шейки бедра позволило снизить частоту несращений перелома на 10,6%, клинически значимой миграции металлоконструкции на 14,9% и улучшить функциональные результаты лечения.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для определения безопасного диапазона нагрузки на конечность после остеосинтеза шейки бедра рекомендовано учитывать возраст пациента, вид перелома и металлоконструкции для остеосинтеза, предоперационный и послеоперационный день.

2. С целью улучшения результатов лечения и профилактики осложнений, связанных с нерациональной нагрузкой на конечность после остеосинтеза шейки бедра, рекомендуется применять для всех пациентов расчет безопасного диапазона нагрузки с его возможной коррекцией в послеоперационном периоде.

3. После проведения остеосинтеза перелома шейки бедра целесообразно применять автоматизированный расчет безопасного диапазона нагрузки на конечность после остеосинтеза шейки бедра с помощью программы ЭВМ для составления индивидуальной программы нагрузок в послеоперационном периоде с указанием его ежедневных границ.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения

ППОБК – Перелом проксимального отдела бедренной кости

ЭВМ – Электронно-вычислительная машина

АО – Ассоциация остеосинтеза

ДБВ – Динамический бедренный винт

ТВсУС – Телескопические винты с угловой стабильностью

ЭОП – Электронно-оптический преобразователь

ЛФК – Лечебно-физическая культура

ПБГ – Проксимальный бедренный гвоздь

ЛЭК – Локальный этнический комитет

ГГ – гамма-гвоздь

ННС – Шкала Харрис (Harris Hip Score)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаджанян, В.В. Прогностическая модель потенциального риска развития осложнений у пациентов с переломами проксимального отдела бедренной кости // В.В. Агаджанян, А.Ю. Милюков, Д.Д. Устьянцев и др. // Политравма. – 2018. – № 3. – С. 6-19.
2. Азизов, М.Д. Современный взгляд на вопросы лечения переломов шейки бедренной кости у лиц пожилого и старческого возраста / М.Д. Азизов, О.Э. Валиев // Вестник экстренной медицины. – 2019. – № 4. – С. 92-99.
3. Акулич, А.Ю. Анализ основных причин несращений и способов остеосинтеза переломов шейки бедра / А.Ю. Акулич, Ю.В. Акулич, А.С. Денисов и др. / Российский журнал биомеханики. – 2016. – № 2. – С. 168-176.
4. Акулич, А.Ю. Возможности аргументированного подхода к остеосинтезу шейки бедра резьбовыми фиксаторами с учетом механических и адаптационных свойств костной ткани / А.Ю. Акулич, Ю.В. Акулич, А.С. Денисов // Гений ортопедии. – 2012. – № 2. – С. 22-26.
5. Акулич, Ю.В. Индивидуальный остеосинтез шейки бедра резьбовыми фиксаторами / Ю.В. Акулич, А.Ю. Акулич, А.С. Денисов // Российский журнал биомеханики. – 2010. – Т. 14, № 1. – С. 7-16.
6. Аллахвердиев, А.С. Проблемы лечения пострадавших с переломами шейки бедренной кости (литературный обзор) / А.С. Аллахвердиев, Ю.П. Солдатов // Гений ортопедии. – 2016. – № 1. – С. 90-95.
7. Амраев, С.А. Результаты лечения переломов проксимального отдела бедренной кости в условиях ГКБ № 7 / С.А. Амраев, У.М. Абуджазар, У.А. Абдуразаков и др. // Вестник КазНМУ. – 2018. – № 2. – С. 197-198.

8. Анкин, Л.Н. Лечение переломов проксимального отдела бедра / Л.Н. Анкин, В.Б. Левицкий, В.А. Глодис // Ортопед. травматол. – 1990. – № 2. – С. 53-54.
9. Ахтямов, И.Ф. Варианты хирургического лечения перелома шейки бедренной кости у людей пожилого возраста / И.Ф. Ахтямов, П.В. Преснов, С.В. Тараненко // Гений ортопедии. – 2002. – № 3. – С. 14-16.
10. Ахтямов, И.Ф. Современные методы лечения пострадавших с переломами проксимального отдела бедренной кости / И.Ф. Ахтямов, А.Н. Коваленко и др. // Казанский медицинский журнал. – 2012. – Т. 93, № 2. – С. 245-249.
11. Барабаш, А.П. Сравнительная характеристика линейных перемещений отломков проксимального отдела бедренной кости при чрескостной фиксации / А.П. Барабаш, А.Г. Русанов, О.А. Кауц // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2009. – № 3. – С. 399-403.
12. Белинов, Н.В. Малоинвазивный металлоостеосинтез чрезвертельных переломов у пациентов пожилого возраста / Н.В. Белинов, Н.И. Богомолов // Материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 60-летию ЧГМА. – Чита, 2013. – С. 11-12.
13. Белинов, Н.В. Эволюция оперативных методов лечения переломов шейки бедренной кости // Сибирский медицинский журнал. – Иркутск, 2013. – Т. 120, № 5. – С. 22-25.
14. Боровков, В.Н. Лечение переломов проксимального отдела бедренной кости у пациентов пожилого и старческого возраста с применением фиксатора PFN / В.Н. Боровков, Г.В. Сорокин, А.В. Еремин // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2012. – № 1. – С. 8-12.
15. Боровков, В.Н. Опыт применения фиксатора PFN для лечения переломов проксимального отдела бедренной кости у пациентов пожилого и старческого возраста / В.Н. Боровков, А.А. Хрупалов, Г.В. Сорокин // Травматология и ортопедия России. – 2010. – № 2. – С. 123-128.

16. Войтович, А.В. Оперативное лечение больных с переломами проксимального отдела бедра в системе медицинской реабилитации: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – СПб., 1994. – 32 с.

17. Войтович, А.В. Особенности однополюсного эндопротезирования тазобедренного сустава у больных с латеральными переломами шейки бедренной кости / А.В. Войтович [и др]. // Проблема остеопороза в травматологии и ортопедии: тез. конф. – М., 2000. – С. 166-168.

18. Войтович, А.В. Экстренное оперативное лечение больных пожилого и старческого возраста с переломами проксимального отдела бедренной кости // А.В. Войтович [и др.] / Травматол. и ортопедия России. – 1996. – № 3. – С. 32-33.

19. Воробьев, А.С. Особенности хирургического лечения пациентов пожилого и старческого возраста с внесуставными переломами проксимального отдела бедренной кости / А.С. Воробьев, А.Н. Богданов, А.Г. Овденко // Современные проблемы науки и образования. – 2019 . – № 6. – С. 211.

20. Воронцова, Т.Н. Структура контингента больных с переломами проксимального отдела бедра и расчет среднегодовой потребности в экстренном хирургическом лечении / Т.Н. Воронцова, А.С. Богопольская, А.Ж. Черный и др. // Травматология и ортопедия России. – 2016. – № 1 (79). – С. 7-20.

21. Воскис, Х.Я. Тазобедренный сустав и операции на нем. – М.: Медицина, 1966. – 131 с.

22. Гаркави, Д.А. Универсальный способ персонифицированной оценки результатов лечения у пациентов ортопедо-травматологического профиля / Д.А. Гаркави, А.В. Гаркави, А.В. Лычагин // Врач. – 2014. – № 7. – С. 31-34.

23. Городниченко, А.И. Лечение переломов вертельной области бедренной кости с применением современных фиксаторов /

А.И. Городниченко [и др.] // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2008. – № 6. – С. 67-72.

24. Городниченко, А.И. Хирургическое лечение пациентов с переломом проксимального отдела бедренной кости у пациентов старшей возрастной группы / А.И. Городниченко [и др.] // Кремлевская медицина. Клинический вестник. – 2011. – № 4. – С. 65-69.

25. Гуманенко, Е.К. Оптимизация тактики хирургического лечения пострадавших пожилого возраста с переломами шейки бедренной кости // Е.К. Гуманенко [и др.] // Вестник СПбГУ. Серия 11. Медицина. – 2012. – № 1. – С. 140-148.

26. Гильфанов, С.И. Внутренний остеосинтез вертельных переломов / С.И. Гильфанов, В.В. Ключевский, В.В. Даниляк // Травматология и ортопедия России. – 2009. – № 1 (51). – С. 86-90.

27. Гильфанов, С.И. Лечение переломов проксимального отдела бедра: автореф. дис. ... д-ра мед. наук / С.И. Гильфанов. – Ярославль: Ярославская гос. мед. академия, 2010.

28. Гиниятов, А.Р. Сравнительная оценка летальности при оперативном и консервативном лечении чрезвертельных переломов бедренной кости / А.Р. Гиниятов, А.Д. Доника // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 5-1. – С. 135.

29. Гладкова, Е.Н. Анализ состояния оказания медицинской помощи и исходов у больных с переломом проксимального отдела бедра (данные популяционного исследования) / Е.Н. Гладкова, В.Н. Ходырев, О.М. Лесняк // Остеопороз и остеопатии. – 2011. – Т. 14, № 3. – С. 7-10.

30. Грицанов, А.И. Оценка устройств, обеспечивающих стабильность фиксации отломков / А.И. Грицанов // Человек и его здоровье: материалы междунар. конгресса. – СПб., 1997. – С. 245.

31. Джанбахышов, Г.С. Оперативное лечение переломов проксимального конца бедренной кости аппаратами внешней фиксации /

Г.С. Джанбахышов // Азербайдж. журн. ортопедии и травматологии. – 2008. – № 2. – С. 51-53.

32. Дорофеев, Ю.Н. Сравнительная оценка различных методов лечения чрезвертельно-подвертельных переломов бедра (клинико-экспериментальное исследование): автореф. дис. ... канд. мед. наук. / Ю.Н. Дорофеев. – Курган: Тюменская гос. мед. академия, 1996.

33. Дробинина, А.В. Комплексная реабилитация больной с последствиями закрытого чрезвертельно-подвертельного перелома левой бедренной кости со смещением отломков / А.В. Дробинина, Е.С. Уколова, М.И. Бутин и др. // Научный альманах. – 2019. – № 3(53). – С. 246-249.

34. Дубров, В.Э. Оперативное лечение переломов шейки бедренной кости с использованием динамического деротационного остеосинтеза у пациентов старшей возрастной категории / В.Э. Дубров, А.В. Юдин, К.А. Сапрыкина, А.О. Рагозин, Д.А. Зюзин // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2016. – № 4. – С. 5.

35. Дулаев, А.К. Особенности хирургического лечения и реабилитации пациентов пожилого возраста с чрезвертельными переломами бедренной кости / А.К. Дулаев, А.А. Потапчук, А.Н. Цед // Ученые записки СПбГМУ им. акад. И. П. Павлова. – 2011. – Т. 18, № 3. – С. 40-43.

36. Дулаев, А.К. Результаты первичного эндопротезирования тазобедренного сустава при переломах вертельной области бедренной кости у лиц пожилого возраста / А.К. Дулаев, А.Н. Цед, Л.Н. Усубалиев и др. // Ученые записки СПбГМУ им. И.П. Павлова. – 2016. – № 1. – С. 54-58.

37. Дулаев, А.К. Способ фиксации костных отломков проволочным восьмиобразным швом / А.К. Дулаев // Патент РФ № 2610861. – 2015. – Бюл. № 5. – 5 с.

38. Епифанов, В.А. Восстановительная медицина: справочник / В.А. Епифанов. – М.: Изд-во ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 304 с.

39. Ершова, О.Б. Эпидемиология переломов проксимального отдела бедренной кости у городского населения Российской Федерации: результаты

многоцентрового исследования / О.Б. Ершова, К.Ю. Белова, М.В. Белов и др.
// Боль. Суставы. Позвоночник. – 2012. – № 3 (07).

40. Жаденов, И.И. Комплексная реабилитация больных при переломах проксимального отдела бедренной кости / И.И. Жаденов, В.М. Иванов, Р.Д. Либерзон // Актуальные проблемы здравоохранения Сибири. – 1998. – С. 87-88.

41. Завьялов, Б.Г. Отдаленные результаты оперативного лечения пациентов старческого возраста с вертельными переломами бедренной кости // Б.Г. Завьялов, Н.Н. Карчебный, В.П. Солодкий и др. // Московская медицина. – 2019. – № 2 (30). – С. 71-72.

42. Зайцева, О.П. Осложнения эндопротезирования тазобедренного сустава / О.П. Зайцева, Д.А. Колотыгин // Материалы II съезда травматологов-ортопедов УрФО. – Курган, 2008. – С. 161-162.

43. Зоря, В.И. Переломы шейки бедренной кости и тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава у лиц старческого возраста / В.И. Зоря, С.Ф. Гнетецкий // Проблема остеопороза в травматологии и ортопедии: III конф. с междунар. участием. – М., 2006. – С. 66-67.

44. Канзюба, А.И. Первичное эндопротезирование при переломах вертельной области у лиц пожилого и старческого возраста / А.И. Канзюба [и др.] // Травма. – 2017. – № 2. – С. 41-45.

45. Каплан, А.В. Достижения и перспективы гериатрической травматологии / А.В. Каплан // Ортопедия, травматология и протезирование. – 1983. – № 2. – С. 10-15.

46. Каплан, А.В. Травматология пожилого возраста / А.В. Каплан. – М.: Медицина, 1977. – 426 с.

47. Карев, Д.Б. Опыт реабилитации пациентов с переломами проксимального отдела бедренной кости / Д.Б. Карев, Б.А. Карев, С.И. Болтрукевич // Новости хирургии. – 2009. – № 2. – С. 58-64.

48. Карев, Д.Б. Системный подход в лечении медиальных переломов бедренной кости у лиц пожилого и старческого возраста / Д.Б. Карев,

Б.А. Карев, С. И. Болтрукевич и др. / Журнал ГрГМУ. – 2010. – № 4 (32). – С. 69-71.

49. Кауц, О.А. Анализ методов лечения околоуставных переломов проксимального отдела бедренной кости и их последствий (обзор литературы) / О.А. Кауц, А.П. Барабаш, А.Г. Русанов // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2010. – Т. 6, № 1. – С. 154-159.

50. Климовицкий, В.Г. Малоинвазивный остеосинтез при переломах проксимального отдела бедренной кости у больных пожилого возраста / В.Г. Климовицкий, Д.В. Бородин // Травма. – 2013. – Т. 14, № 1. – С. 6-8.

51. Клюквин, И.Ю. Опыт лечения пострадавших с переломами шейки бедренной кости / И.Ю. Клюквин, Р.С. Титов, А.Ю. Ваза и др. // Неотложная медицинская помощь. Журнал им. Н.В. Склифосовского. – 2016. – № 3. – С. 88-93.

52. Колчанов, С.Н. Дозированная тензометрическая нагрузка в восстановительном лечении больных с диафизарными переломами костей голени / С.Н. Колчанов, Л.С. Филипченков, М.Ф. Фадеев и др. // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2008. – № 4 (34). – С. 26-28.

53. Корж, А.А. Современные реальности в ортопедии и травматологии и перспективы развития специальности / А.А. Корж // Вестник травматологии и ортопедии. – 1997. – № 1. – С. 3-5.

54. Корж, А.А. Справочник по травматологии и ортопедии: учеб. пособие / А.А. Корж, Е.П. Меженина, А.Г. Печерский и др.; под ред. А.А. Коржа, Е.П. Межениной. – Киев: Изд-во Здоровье, 1980. – С. 59-60.

55. Корнилов, Н.В. Травматология и ортопедия: Руководство для врачей / под ред. Н.В. Корнилова: в 4 т. – СПб.: Гиппократ, 2004. – Т. 3: Травмы и заболевания нижней конечности / под ред. Н.В. Корнилова и Э.Г. Грязнухина. – СПб.: Гиппократ, 2006. – 896 с.

56. Котельников, Г.П. Закрытые травмы конечностей: учеб. пособие / Г.В. Котельников, С.П. Миронов, В.Ф. Мирошниченко. – М.: Изд-во ГЭОТАР-Медиа, 2013. – 494 с.

57. Котельников, Г.П. Травматология: национальное руководство / под ред. Г.П. Котельникова, С.П. Миронова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 808 с.

58. Кристеа, С. Современные методы лечения вертельных переломов и переломов шейки бедра (обучающая лекция) / С. Кристеа // Гений ортопедии. – 2014. – № 1. – С. 99-105.

59. Кувина, В.Н. Клинические перспективы компьютерного конструирования патологии опорно-двигательной системы человека / В.Н. Кувина, М.С. Кувин, В.П. Пашков и др. // Acta Biomedica Scientifica. – 2011. – № 4 (1). – С. 259-261.

60. Кувин, М.С. Применение метода конечных элементов и контактной задачи твердого деформируемого тела в моделировании фиксации кости при переломах / М.С. Кувин, В.П. Пашков, А.А. Пыхалов и др. // Acta Biomedica Scientifica. – 2010. – № 3. – С. 226-231.

61. Кузьмина, Л.И. Эпидемиология, факторы риска и медикосоциальные аспекты последствий остеопороза проксимального отдела бедренной кости у жителей г. Екатеринбурга старших возрастных групп: автореф. дис. ... канд. мед. наук / Л.И. Кузьмина. – Ярославль, 2002. – 25 с.

62. Кузьмин, И.И. Эндопротезирование тазобедренного сустава при оскольчатых переломах проксимального отдела бедра / И.И. Кузьмин, М.А. Кислицын // Человек и его здоровье: материалы XIV Российского национ. конгресса: тез. докл. – М., 2009. – С. 29.

63. Леготин, А.А. Оперативное лечение пожилых больных с переломами проксимального отдела бедра системой DHS / А.А. Леготин, С.Ю. Истомина, А.В. Светличный // Актуальные проблемы травматологии и ортопедии: материалы науч. конф., провод. в рамках Междунар. форума «Человек и травма»: в 2 ч. – Н. Новгород, 2001. – Ч. 1. – С. 65-66.

64. Лесняк, О.М. Качество жизни при остеопорозе. Проспективное наблюдение пациентов, перенесших перелом проксимального отдела бедра /

О.М. Лесняк, С.А. Бахтиярова, К.Н. Голобородько и др. // Остеопороз и остеопатии. – 2007. – № 3. – С. 18-21.

65. Лирцман, В.М. Проблема лечения переломов шейки бедра на рубеже столетий / В.М. Лирцман, В.И. Зоря, С.Ф. Гнетецкий / Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 1997. – № 2. – С. 12-19.

66. Ложкин, В.В. Переломы (разрушения) металлофиксаторов при остеосинтезе костей конечностей (обзор литературы) / В.В. Ложкин, В.И. Зоря // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2017. – № 3 (29). – С. 20-25.

67. Маланин, Д.А. Осложнения при лечении переломов (замедленно срастающиеся и несросшиеся переломы, ложные суставы): учеб. пособие для студентов мед. вузов / Д.А. Маланин, В.Б. Писарев, В.В. Новочадов, Л.Л. Черезов. – Волгоград, 2007.

68. Международная классификация функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья. Краткая версия. – Женева: Всемирная Организация Здравоохранения, 2001. – С. 1-5.

69. Меньшикова, Л.В. Ближайшие и отдаленные исходы переломов проксимального отдела бедра у лиц пожилого возраста и их медико-социальные последствия (по данным многоцентрового исследования) / Л.В. Меньшикова, Н.А. Храмцова, О.Б. Ершова, О.М. Лесняк, Л.И. Кузьмина и др. // Остеопороз и остеопатии. – 2002. – № 1. – С. 8-11.

70. Милюков, А.Ю. Предикторная оценка исходов лечения пострадавших с повреждениями вертлужной впадины / А.Ю. Милюков // Политравма. – 2015. – № 2. – С. 44-48.

71. Михайлов, Е.Е. Остеопороз. Руководство по внутренним болезням. Ревматические болезни / Е.Е. Михайлов; под ред. В.А. Насоновой, Н.В. Бунчука. – М.: Изд-во Медицина, 1997. – 446 с.

72. Михайлов, Е.Е. Эпидемиология остеопороза и переломов: руководство по остеопорозу / под ред. Е.Е. Михайлова, Л.И. Беневоленской. – М.: Изд-во БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. – С. 10-55.

73. Мурзабеков, И.А. Реабилитация больных с переломами проксимального отдела бедренной кости в пожилом и старческом возрасте / И.А. Мурзабеков // Мед.-соц. экспертиза и реабилитация. – 2007. – № 1. – С. 11-15.

74. Мюллер, М.Ф. Руководство по внутреннему остеосинтезу / М.Ф. Мюллер, М. Альговер, Р. Шнайдер и др. – М.: Изд-во Медицина, 1996. – 779 с.

75. Насыров, М.З. Медико-социальные аспекты паллиативных операций при лечении больных пожилого и старческого возраста с переломами шейки бедра / М.З. Насыров, В.В. Салдин, А.А. Чертищев // Актуальные проблемы здравоохранения: тез. докл. XXXIX науч.-практ. конф. врачей Курган. обл. – Курган, 2007. – Ч. 1. – С. 74-75.

76. Неверов, В.А. Программирование реабилитации больных после эндопротезирования тазобедренного сустава / В.А. Неверов, С.Х. Курбанов // Человек и его здоровье. Материалы: VIII Российский национальный конгресс. – СПб., 2003. – С. 62.

77. Новик, А.А. Концепция исследования качества жизни в медицине / А.А. Новик, Т.И. Ионова, П. Кайнд. – СПб.: ЭЛБИ, 1999. – 160 с.

78. Норкин, И.А. Организация и пути совершенствования хирургической реабилитации больных с травмами и их последствиями / И.А. Норкин, В.В. Чернышев, А.П. Барабаш // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2012. – Т. 8, № 2. – С. 313-317.

79. Оноприенко, Г.А. Васкуляризация костей при переломах и дефектах / Г.А. Оноприенко. – М.: Изд-во Медицина, 1995. – 223 с.

80. Павленко, С.Н. Применение DHS пластины при лечении вертельных переломов бедренной кости / С.Н. Павленко, В.Д. Малик, В.П. Евдошенко // Врачу-практику. – 2011. – Т. 12, № 4. – С. 155-157.

81. Пронских, А.А. Ошибки и осложнения в эндопротезировании тазобедренных суставов / А.А. Пронских, В.В. Агаджанян // Современные

технологии в травматологии и ортопедии: ошибки и осложнения – профилактика, лечение: тез. докл. междунар. конгр. – М., 2004. – С. 135-136.

82. Савинцев, А.М. Малоинвазивное хирургическое лечение переломов проксимального отдела бедренной кости в условиях остеопороза / А.М. Савинцев, А.В. Малько // Человек и его здоровье: материалы XIV Рос. национ. конгресса: тез. докл. – 2009. – № 3 (37). – С. 56.

83. Слободской, А.Б. Первичное эндопротезирование при переломах проксимального отдела бедренной кости / А.Б. Слободской, А.Г. Лежнев, И.С. Бадак и др. // Гений ортопедии. – 2011. – № 1. – С. 23-27.

84. Стадников, В.В. Применение винтовых устройств для остеосинтеза переломов проксимального отдела бедренной кости / В.В. Стадников, А.Г. Русанов // Политравма. – 2009. – № 2. – С. 22-27.

85. Стешина, Т.Э. Анализ опыта эффективной реабилитации пациентов старческого возраста с тяжелым течением остеопороза после оперативного лечения переломов проксимальных отделов бедра / Т.Э. Стешина, Т.В. Шаповаленко, К.В. Лядов // Остеопороз и остеопатии. – 2016. – № 2. – С. 25-26.

86. Суслов, Е.Н. Возрастные особенности микроциркуляции / Е.Н. Суслов // Ультразвуковая структура микроциркуляторных путей в патологии. – 1974. – С. 5-11.

87. Тальшинский, Р.Р. Остеосинтез чрезвертельных и подвертельных переломов бедренной кости стержневыми аппаратами наружной фиксации у лиц пожилого возраста / Р.Р. Тальшинский, Ш.Ш. Гаджиев // Новости хирургии. – 2011. – № 3. – С. 82-85.

88. Ткаченко, С.С. Погружной компрессионный и внеочаговый остеосинтез при диафизарных переломах длинных трубчатых костей / С.С. Ткаченко, В.М. Демьянов, С.И. Кравченко и др. // III Всесоюзный съезд травматологов-ортопедов: тез. докл. – М., 1975. – Ч. 1. – С. 189-190.

89. Турнер, Г.И. О лечении переломов шейки бедра в пожилом возрасте / Г.И. Турнер // Новый хирургический архив. – 1930. – № 21 (3). – С. 382-395.

90. Уринбаев, П.У. Лечение переломов шейки бедренной кости у детей перкутанном остеосинтезом / П.У. Уринбаев, И.Г. Жураев, Ш.Б. Абдурахмонов // Неотложная детская хирургия и травматология: материалы I Всерос. конф.; Актуальные проблемы педиатрии: материалы XVII съезда педиатров России. – М., 2013. – С. 153.

91. Устьянцев, Д.Д. Оценка клинического применения прогностической модели риска развития осложнений для эффективного хирургического лечения пациентов с переломами проксимального отдела бедренной кости / Д.Д. Устьянцев, А.Ю. Милюков, В.В. Агаджанян [и др.] // Политравма. – 2019. – № 1. – С. 11-22.

92. Федеральные клинические рекомендации. Патологические переломы, осложняющие остеопороз. – М.: МЗ РФ, 2018.

93. Федеральные клинические рекомендации: Переломы проксимального отдела бедренной кости. – М.: МЗ РФ, 2019. – 79 с.

94. Фролов, А.В. Остеосинтез вертельных и подвертельных переломов бедренной кости на современном этапе / А.В. Фролов, Н.В. Загородний, А.Ю. Семенистый // Вестник Российского университета дружбы народов. Сер. Медицина. – 2008. – № 2. – С. 98-100.

95. Цыкунов, М.Б. Программа реабилитации при повреждениях и заболеваниях крупных суставов / М.Б. Цыкунов // Человек и его здоровье. материалы: VIII Российский национальный конгресс. – СПб., 2003. – С. 31.

96. Шаров, Д.В. Основы реабилитации: реабилитация после переломов и травм: Научная книга / Д.В. Шаров, А.С. Иванюк. – М.: Изд-во Т8, 2020. – 250 с.

97. Шен, В.И. Осложнения при использовании стандартного и длинного гамма-гвоздей и способы их предотвращения / В.И. Шен // Остеосинтез. – 2007. – № 1. – С. 17-25.

98. Шестаков, Д.Ю. Оперативное лечение внутрисуставных переломов мыщелков большеберцовой кости методом ЧКОС: автореф. дис. ... канд. мед. наук / Д.Ю. Шестаков. – М.: Центр. науч.-исслед. ин-т травматологи и ортопедии им. Н.Н. Приорова МЗ РФ, 2003. – 21 с.

99. Шуголь, Г.Б. Остеосинтез переломов шейки бедренной кости, основанный на использовании принципа активной фиксации стягиванием / Г.Б. Шуголь, С.Л. Демаков, И.Г. Шуголь. – Екатеринбург: УГМУ, 2014. – 141 с.

100. Шубняков, И.И. Остеосинтез переломов проксимального отдела бедренной кости в порядке экстренной помощи: автореф. дис. ... канд. мед. наук / И.И. Шубняков. – СПб., 1999. – 19 с.

101. Шулятьев, А.Ф. 3D-моделирование остеосинтеза перелома шейки бедра / А.Ф. Шулятьев, Ю.В. Акулич, А.Ю. Акулич, А.С. Денисов // Экспериментальная и компьютерная биомедицина: материалы Рос. конф. с междунар. участием. – 2016. – С. 37.

102. Щукин, В.М. Накостный остеосинтез в лечении диафизарных переломов голени. История и пути развития / В.М. Щукин, А.В. Муратов, О.В. Зорохович // Вятский медицинский вестник. – 2013. – № 1 (13). – С. 12-15.

103. Эркинович, А.М. Современный взгляд на вопросы лечения переломов шейки бедренной кости у лиц пожилого и старческого возраста / А.М. Эркинович // Вестник экстренной медицины. – 2019. – № 4. – С. 92-99.

104. Юмашев, Г.С. Травматология и ортопедия: учеб. пособие / Г.С. Юмашев. – М.: Изд-во Медицина, 1983. – 576 с.

105. Ямщиков, О.Н. Макет программно-информационного комплекса для травматологии и ортопедии / О.Н. Ямщиков и др. // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2011. – Т. 16, № 1. – С. 336-338.

106. Ямщиков, О.Н. Результаты лечения переломов проксимального отдела бедренных костей с учетом отдаленных последствий травмы и оперативного вмешательства / О.Н. Ямщиков // Вестник Тамбовского

университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2014. – Т. 19, № 6. – С. 1971-1973.

107. Astrand, J. One fracture is enough! Experience with a prospective and consecutive osteoporosis screening program with 239 fracture patients / J. Astrand, K.G. Thorngren, M. Tegil // *Acta Orthop.* – 2006. – № 77 (1). – P. 3-8.

108. Ballal, M.S.G. Proximal femoral nail failures in extracapsularis fractures of the hip / M.S.G. Ballal, N. Emms, M. Ramakrishan, G. Thomas // *J. Orthop. Surg.* – 2008. – Vol. 16, № 2. – P. 146 -149.

109. Bao, N.R. Complications of bipolar hemiarthroplasty for the treatment of unstable intertrochanteric fractures in the elderly / N.R. Bao, J.N. Zhao, L.W. Zhou // *Zhongguo Gu Shang.* – 2010. – Vol. 23, № 5. – P. 329-331.

110. Bhandari, M. Internal fixation compared with arthroplasty for displaced fractures of the femoral neck. A meta-analysis // M. Bhandari, P.J. Devereaux, M.F. Swiontkowski, P. Tornetta, W. Obremskey, K.J. Koval, S. Nork, S. Sprague, E.H. Schemitsch, G.H. Guyatt // *J Bone Joint Surg Am.* – 2003 Sep. – Vol. 85, № 9. – P. 1673-1681.

111. Bonnaire, F. Trochanteric femoral fractures: anatomy, biomechanics and choice of implants / F. Bonnaire, T. Lein, P. Bula // *Unfallchirurg.* – 2011. – Vol. 114, № 6. – P. 491-500.

112. Borgstrom, F. Costs and quality of life associated with osteoporosis-related fractures in Sweden / F. Borgstrom, N. Zethraeus, O. Johnell, [et al.] // *Osteoporos In.* – 2006. – Vol. 17. – P. 637-650.

113. Calder, S.J. A subjective health indicator for follow-up. A randomised trial after treatment of displaced intracapsular hip fractures / S.J. Calder, G.H. Anderson, W.M. Harper, C. Jagger, P.J. Gregg // *J Bone Joint Surg Br.* – 1995. – Vol. 77, № 3. – P. 494-496.

114. Calder, S.J. Unipolar or bipolar prosthesis for displaced intracapsular hip fracture in octogenarians: a randomised prospective study / S.J. Calder, G.H. Anderson, C. Jagger, W.M. Harper, P.J. Gregg // *J Bone Joint Surg Br.* – 1996. – Vol. 78, № 3. – P. 391-394.

115. Cooper, C. Hip fracture in the elderly: world wide projections / C. Cooper, C. Campion, U. Melton // *Osteoporos Int.* – 1992. – Vol. 2. – P. 285-289.

116. Cornell, C.N. Unipolar versus bipolar hemiarthroplasty for the treatment of femoral neck fractures in the elderly / C.N. Cornell, D. Levine, J. O'Doherty, J. Lyden // *Clin Orthop Relat Res.* – 1998. – Vol. 348. – P. 67-71.

117. Dan-Feng, X. A systematic review of undisplaced femoral neck fracture treatments for patients over 65 ears of age, with a focus on union rates and avascular necrosis / X. Dan-Feng, B. Fang-Gang, M. Chi-Yuan et al. // *Orthopaedic Surgery and Research.* – 2017. – Vol. 1. – P. 85-90.

118. Davison, J.N. Treatment for displaced intracapsular fracture of the proximal femur. A prospective, randomised trial in patients aged 65 to 79 years / J.N. Davison, S.J. Calder, G.H. Anderson et al. // *The Journal of bone and joint surgery. British volume.* – 2001. – Vol. 83. – P. 206-212.

119. Deangelis, J.P. Cemented versus uncemented hemiarthroplasty for displaced femoral neck fractures: a prospective randomized trial with early follow-up / J.P. Deangelis, A. Ademi, I. Staff, C.G. Lewis // *J Orthop Trauma.* – 2012. – Vol. 26, № 3. – P. 135-140.

120. Debrauwer, S. Anterograde femoral nailing with a reamed interlocking titanium alloy nail / S. Debrauwer, K. Hendrix, R. Verdonk // *Acta Orthop. Belg.* – 2000, Dec. – Vol. 66, № 5. – P. 484-489.

121. Douša, P. Trochanterické zlomeniny femuru [Trochanteric femoral fractures] / P. Douša, O. Čech, M. Weissinger [et al.] // *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* – 2013. – Vol. 80, № 1. – P. 15-26.

122. Dubrana, F. Long gamma nail for the treatment of subtrochanteric fracture of the femur / F. Dubrana [et al.] // *Rev. Chir. Orthop. Reparatrice Appar.* – Mot. 2002, May. – Vol. 88 (3). – P. 264-270.

123. Figved, W. Cemented versus uncemented hemiarthroplasty for displaced femoral neck fractures / W. Figved, V. Opland, F. Frihagen, T. Jervidallo,

J.E.Madsen, L. Nordsletten // Clin Orthop Relat Res. – 2009. – Vol. 467, № 9. – P. 2426-2435.

124. Garden, R.S. Low-angle fixation in fractures of the femoral neck / R.S. Garden // Bone Joint Surg (Br). – 1961. – Vol. 43. – P. 647-663.

125. Gaine, W.J. The Charnley–Hastings bipolar prosthesis in femoral neck fractures – a study of dynamic motion / W.J. Gaine, P.R. Sanville, D.J. Bamford // Injury. – 2000, May. – Vol. 31, № 4. – P. 257-263.

126. Gefen, A. Optimizing the biomechanical compatibility of orthopedic screws for bone fracture fixation / A. Gefen // Med. Eng. Phys. – 2002. – Vol. 24, № 5. – P. 337-347.

127. Gehrchen, P.M. Poor reproducibility of Evans classification of the trochanteric fracture: Assessment of 4 observers in 52 cases / P.M. Gehrchen, J.O. Nielsen, B. Olesen // Acta Orthopaedica Scandinavica. – 1993. – Vol. 64. – P. 71-72.

128. Giannotti, S. Clinical and surgical approach of severe bone fragility fracture: clinical case of 4 fragility fracture in patient with heavy osteoporosis / S. Giannotti, V. Bottai, E. Pini et al. // Clin. Cases Miner. Bone Metab. – 2013. – Vol. 10, № 1. – P. 52-55.

129. Gok, K. Biomechanical comparison using finite element analysis of different screw configurations in the fixation of femoral neck fractures / K. Gok, S. Inal // Mech. Sci. – 2015. – Vol. 6. – P. 173-179.

130. Gregory, R.J.H. Treatment of displaced subcapital femoral fractures with total hip replacement / R.J.H. Gregory, D.J. Wood, J. Stevens // Injury. – 1992. – Vol. 23. – P. 168-170.

131. Harris, T. Longitudinal study of physical ability in the oldest old / T. Harris, M.G. Kovar, R. Suzman et al. // Am. J. Public Health. – 1989. – Vol. 79. – P. 698-702.

132. He, J.H. Meta-analysis comparing total hip arthroplasty with hemiarthroplasty in the treatment of displaced femoral neck fractures in patients

over 70 years old / J.H. He, C.P. Zhou, Z.K. Zhou et al. // Chin J Traumatol. – 2012. – Vol. 15, № 4. – P. 195-200.

133. Hedbeck, C.J. Comparison of bipolar hemiarthroplasty with total hip arthroplasty for displaced femoral neck fractures: a concise four-year follow-up of a randomized trial / C.J. Hedbeck, A. Enocson, G. Lapidus // J Bone Joint Surg Am. – 2011. – Vol. 93, № 5. – P. 445-450.

134. Hedbeck, C.J. Unipolar hemiarthroplasty versus bipolar hemiarthroplasty in the most elderly patients with displaced femoral neck fractures: a randomised, controlled trial / C.J. Hedbeck, R. Blomfeldt, G. Lapidus, H. Tornkvist, S. Ponzer, J. Tidermark // Int Orthop. – 2011. – Vol. 35. – P. 1703-1711.

135. Hollensteiner, M. Biomechanics of Osteoporotic Fracture Fixation / M. Hollensteiner, S. Sandriesser, E. Bliven [et. al.] // Current osteoporosis reports. – 2019 Dec. – Vol. 17, № 6. – P. 363-374.

136. Jeffcote, B. Roentgen stereophotogrammetric analysis and clinical assessment of unipolar versus bipolar hemiarthroplasty for subcapital femur fracture: a randomized prospective study / B. Jeffcote, M.G. Li, A. Barnet-Moorcroft, D. Wood, B. Nivbrant // ANZ J Surg. – 2010. – Vol. 80, № 4. – P. 242-246.

137. Johansson, T. Fixation of fractures of the femoral neck / T. Johansson // J. Bone Joint Surg. – 2004. – Vol. 86-B, № 2. – P. 308-309.

138. Johnell, O. An estimate of the worldwide prevalence, mortality and disability associated with hip fracture / O. Johnell, J.A. Kanis // Osteoporos Int. – 2004. – Vol. 15, № 11. – P. 892-902.

139. Kamble, K.T. External fixation in unstable intertrochanteric fractures of femur / K.T. Kamble [et al.] // Injury. – 1996. – Vol. 2, № 7. – P. 139-142.

140. Kammerlander, C. Inability of Older Adult Patients with Hip Fracture to Maintain Postoperative Weight-Bearing Restrictions / C. Kammerlander, D. Pfeufer, L.A. Lisitano, S. Mehaffey, W. Böcker, C. Neuerburg // J Bone Joint Surg Am. – 2018 Jun 6. – Vol. 10, № 11. – P. 936-941.

141. Keating, J.F. Displaced intracapsular hip fractures in fit, older people: a randomised comparison of reduction and fixation, bipolar hemiarthroplasty and total hip arthroplasty / J.F. Keating, A. Grant, M. Masson, N.W. Scott, J.F. Forbes // *Health Technol Assess.* – 2005. – Vol. 9, № 41. – P. 1.

142. Koval, K.J. Hip Fractures: I. Overview and Evaluation and Treatment of Femoral-Neck Fractures / K.J. Koval, J.D. Zuckerman // *J Am Acad Orthop Surg.* – 1994 May. – Vol. 2, № 3. – P. 141-149.

143. Kenzora, J.E. Hip fracture mortality: Relation to age, treatment, preoperative illness, time of surgery, and complications / J.E. Kenzora, R.E. McCarthy, J.D. Lowell // *Clin. Orthop.* – 1984. – Vol. 186. – P. 45-56.

144. Kuzyk, P.R.T. Intracapsular femoral neck fracture: how does delay in surgery affect complication rate? / P.R.T. Kuzyk, E.H. Schemitsch // Wright J.G. *Evidence-based orthopedics: the best answers to clinical questions.*– Philadelphia: Saunders Co, 2009. – P. 396-400.

145. Lee, C.H. Surgical treatment of displaced stress fractures of the femoral neck in military recruits: a report of 42 cases / C.H. Lee // *Arch. Orthop. Trauma Surg.* – 2003. – Vol. 123. – P. 527-533.

146. Lennox, I.A. Comparing the mortality and morbidity of cemented and uncemented hemiarthroplasties / I.A. Lennox, J. McLauchlan // *Injury* 1993. – Vol. 24, № 3. – P. 185-186.

147. Macaulay, W. Total hip arthroplasty is less painful at 12 months compared with hemiarthroplasty in treatment of displaced femoral neck fracture / W. Macaulay, K.W. Nellans, R. Iorio, K.L. Garvin, W.L. Healy, M.P. Rosenwasser // *HSS J.* – 2008. – Vol. 4, № 1. – P. 48-54.

148. Majerníček, M. Osteosynthesis of intracapsular femoral neck fractures by dynamic hip screw (DHS) fixation / M. Majerníček, P. Dungl, J. Kolman et al. // *Acta Chir. Orthop. Traumatol. Cech.* – 2009. – Vol. 76, № 4. – P. 319-325.

149. Marques, A. The burden of osteoporotic hip fractures in Portugal: costs, health related quality of life and mortality / A. Marques, O. Lourenço, J.A.P. da Silva // *Osteoporos Int.* – 2015. – Vol. 26, № 11. – P. 2623-2630.

150. Meinberg, E. Fracture and Dislocation Classification Compendium 2018 // E. Meinberg, J. Agel, C. Roberts et al. // *Journal of Orthopaedic Trauma*. – 2018. – № 1. – P. 142-153.

151. Meller, M.M. Surgical risks and costs of care are greater in patients who are super obese and undergoing THA / M. Meller, N. Toossi, M.H. Gonzalez et al. // *Johanson N Clin Orthop Relat Res*. – 2016. – P. 474-480.

152. Meyer, H.E. Factors associated with mortality after hip fracture / H.E. Meyer, A. Tverdal, J.A. Falch et al. // *Osteoporosis Int*. – 2000. – Vol. 11, № 3. – P. 228-232.

153. Miura, N. Leg loading during quiet standing and sit-to-stand movement for one year after total hip arthroplasty / N. Miura, K. Tagomori, H. Ikutomo et al. // *Physiotherapy Theory and Practice*. – 2018. – Vol. 34, № 7. – P. 1-5.

154. National Clinical Guideline Centre. The Management of Hip Fracture in Adults. London: National Clinical Guideline Centre, 2013.

155. Norwegian National Advisory Unit on Arthroplasty and Hip Fractures. – Norwegian Hip Fracture Register Report, 2016.

156. Mundi, S. Similar mortality rates in hip fracture patients over the past 31 years / S. Mundi, B. Pindiprolu, N. Simunovic, M. Bhandari // *Acta Orthop*. – 2014. – Vol. 85. – P. 54-59.

157. Parker, M.J. Choice of implant for internal fixation of femoral neck fractures – meta analysis of 25 randomised trials including 4925 patients / M.J. Parker, C. Blundell // *Acta Orthop Scand*. – 1998. – Vol. 69, № 2. – P. 138-143.

158. Parker, M.J. Internal fixation of intracapsular fractures of the hip using a dynamic locking plate Two-year follow-up of 320 patients / M.J. Parker, S. Cawley, V. Palial // *Bone Joint J*. – 2013. – Vol. 95. – P. 1402-1405.

159. Pfeufera, D. Weight bearing in patients with femoral neck fractures compared to pertrochanteric fractures: A postoperative gait analysis / D. Pfeufera, C. Grabmannb, S. Mehaffeyb, A. Kepplerb // *Injury*. 2019. – № 50 (7). – C. 1324-1328.

160. Pipkin, A. Treatment of grade fracture dislocation of the hip / A. Pipkin // *Bone Joint Surg.* – 1957. – № 39. – P. 1027-1042.

161. Raaymakers, E.L. Non-operative treatment of impacted femoral neck fractures. A prospective study of 170 cases / E.L. Raaymakers, R.K. Marti // *J Bone Joint Surg Br.* – 1991. – Vol. 73, № 6. – P. 950-954.

162. Raia, F.J. Unipolar or bipolar hemiarthroplasty for femoral neck fractures in the elderly? / F.J. Raia, C.B. Chapman, M.F. Herrera, M.W. Scheweppe, C.B. Michelsen, M.P. Rosenwasser // *Clin Orthop Relat Res.* – 2003. – Vol. 414. – P. 259-265.

163. Rubenstein, L. Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention / L. Rubenstein // *Age Ageing.* – 2006.

164. Ruecker, A.H. The treatment of intertrochanteric fractures: results using an intramedullary nail with integrated cephalocervical screws and linear compression / A.H. Ruecker [et al.] // *J. Orthop. Trauma.* – 2009. – Vol. 23, № 1. – P. 22-30.

165. Ruedi T.P., Buckley R.E., Moran C.G. *AO Principles of Fracture Management.* – 2007.

166. Samsami, S. Comparison of three fixation methods for femoral neck fracture in young adults: Experimental and numerical investigations / S. Samsami, S. Saberi, S. Sadighi / *Journal of Medical and Biological Engineering.* – 2015. – Vol. 35, № 5. – P. 566-579.

167. Santini, S. Hip fractures in elderly patients treated with bipolar hemiarthroplasty: Comparison between cemented and cementless implants / S. Santini, A. Rebeccato, I. Bolgan, G. Turi // *Journal of Orthopaedics and Traumatology.* – 2005. – Vol. 6, № 2. – P. 80-87.

168. Schick, C.H. Possibilities for early ambulation and long-term outcome of treatment of trochanteric fractures with the dynamic hip screw and gamma nail / C.H. Schick, R. Wolfel., M. Walther [et al.] // *Langenbecks Arch. Chir. Suppl. Kongressbd.* – 1996. – Vol. 113. – P. 991-993.

169. Selvan, V.T. Optimum configuration of cannulated hip screws for the fixation of intracapsular hip fractures: a biomechanical study / V.T. Selvan, M.J. Oakley, A. Rangan, M.K. Al-Lami // *Injury*. – 2004. – Vol. 35, № 2. – P. 136-141.
170. Serra, J.A. Epidemiology of hip fracture in elderly in Spain / J.A. Serra [et al.] // *An Med Interna*. – 2008. – № 42. – P. 278-285.
171. Shepherd, L.E. Prospective randomized study of reamed versus undreamed femoral intramedullary nailing: an assessment of procedures / L.E. Shepherd, C.J. Shean, I.D. Gelalis, J. Lee, V.S. Carter // *J. Orthop. Trauma*. – 2001, Jan. – Vol. 15, № 1. – P. 28-32.
172. Taha, M.E. Factors predicting secondary displacement after non-operative treatment of undisplaced femoral neck fractures / M.E. Taha, L. Audige, G. Siegel, N. Renner // *Arch Orthop Trauma Surg*. – 2015. – Vol. 135. – № 2. – P. 243-249.
173. Tian, P. Partial versus early full weight bearing after uncemented total hip arthroplasty: a meta-analysis / P. Tian, Z. Li, G. Xu, X. Sun, X. Ma // *J. Orthop Surg Res*. – 2017. – Vol. 12. – P. 31.
174. Taylor, F. Hemiarthroplasty of the Hip with and without Cement: A Randomized Clinical Trial / F. Taylor, M. Wright, M. Zhu // *J Bone Joint Surg Am* – 2012. – Vol. 999. – № 2. – P. 577-583.
175. Thakkar, C. Calcar femorale grafting in the hemiarthroplasty of the hip for unstable inter trochanteric fractures / C. Thakkar, R. Kathalgere, M. Kumar // *J. Orthop*. – 2015. – Vol. 49. – P. 602-609.
176. Thierry, P. Management of femoral neck fractures in the young patient: A critical analysis review / P. Thierry, D. Justin, A. Anthony, J. Edward // *World J Orthop*. – 2014, July 18. – Vol. 5. – № 3. – P. 204-217.
177. Thorngren, K.G. National Registration of Hip Fractures in Sweden / K.G. Thorngren // *European Instructional Course Lectures*. – 2009. – Vol. 9. – P. 11-18.

178. Tornetta 3rd, P. Antegrade or retrograde reamed femoral nailing. A prospective, randomized trial / P. Tornetta (3rd), D. Tiburzi // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 2000, Jul. – Vol. 82. – № 5. – P. 652-654.

179. Tosounidis, T.H. Common complications in hip fracture surgery: Tips/tricks and solutions to avoid them / T.H. Tosounidis, R. Castillo, N.K. Kanakaris [et al.] // *Injury.* – 2015. – Vol. 1383. – № 15. – P. 478-477.

180. Umarji, S.I. Recovery after hip fracture / S.I. Umarji, B.J. Lankester, D. Prothero et al. // *Injury.* – 2006. – Vol. 37. – № 8. – P. 712-717.

181. Urist, M.R. Bone cell differentiation and growth factors / M.R. Urist, R.J. Lange, G.A. Finerman // *Science.* – 1983. – Vol. 220. – P. 420-429.

182. Valverde, J.A. Use of the gamma nail in the treatment of fractures of the proximal femur / J.A. Valverde, M.G. Alonso, J.G. Porro et al. // *Clin. Orthop.* – 1998. – Vol. 350. – P. 56-61.

183. Van den Bekerom, M.P. A comparison of hemiarthroplasty with total hip replacement for displaced intracapsular fracture of the femoral neck: a randomised controlled multicentre trial in patients aged 70 years and over / M.P. Van den Bekerom, E.F. Hilverdink, I.N. Sierevelt [et al.] // *J Bone Joint Surg Br.* – 2010. – Vol. 92. – № 10. – P. 1422-1428.

184. Varti, M. Blood supply of the femoral head / M. Varti // *Br. Med. J.* – 1956. – № 2. – P. 1236-1248.

185. Vecsei, V. Borderline indications for locked intramedullary nailing of femur and tibia / V. Vecsei, H. Seitz, M. Greitbauer, [et al.] // *Orthopade.* – 1996, Jun. – Vol. 25. – № 3. – P. 234-246.

186. Visser, A. Patient education in Europe: united differences / A. Visser, A. Deccache, J. Bensing // *Patient Educ. Couns.* 2001. – Vol. 44. – P. 1-5.

187. Verheyen, C.C. High secondary displacement rate in the conservative treatment of impacted femoral neck fractures in 105 patients / C.C. Verheyen, T.C. Smulders, A.D. van Walsum // *Arch Orthop Trauma Surg.* – 2005. – Vol. 125, № 3. – P. 166-168.

188. Vogelyb, C.H. Real-time visual biofeedback to improve therapy compliance after total hip arthroplasty: A pilot randomized controlled trial Marco Raabena / C.H. Vogelyb , T.J. Blokhuis // *Gait & Posture*. – 2018. – Vol. 61. – P. 306-310.

189. Vossinakis, I.C. Management of pertrochanteric fractures in high-risk patients with an external fixator / I.C. Vossinakis, L.S. Badras // *Orthop*. – 2001. – Vol. 25. – P. 219-222.

190. Xu, D.F. A systematic review of undisplaced femoral neck fracture treatments for patients over 65 years of age, with a focus on union rates and avascular necrosis / D.F. Xu, F.G. Bi, C.Y. Ma, Z.F. Wen, X.Z. Cai // *J. Orthop Surg Res*. – 2017, Feb. 10. – Vol. 12, № 1. – P. 28.

191. Walcher, F. Retrograde Nailing of Distal Femoral Fracture Clear and Potential Indications / F. Walcher, T. Frank , I. Marzi // *Eur. J. Trauma*. – 2000. – Vol. 4. – № 26. – P. 155-168.

192. Watson J. Ipsilateral femoral neck and shaft fractures / J. Watson et al. // *Clin. Orthop*. – 2002. – № 399. – P. 78-86.

193. Webb, M.L. Comparison of perioperative adverse event rates after total knee arthroplasty in patients with diabetes: insulin dependence makes a difference / M.L. Webb, N.S. Golinvaux, I.K. Ibe et al. – 2017. – № 32. – P. 2947-2951.

194. White, B.L. Rate of mortality for elderly patients after fracture of the hip / B.L. White, W.D. Fisher , C.A. Laurin // *J. Bone Jt. Surg*. – 1987. – Vol. 69A, № 9. – P. 1335-1340.

195. Whitfield, J.F. The bone-building action of the parathyroid hormone: implications for the treatment of osteoporosis / J.F. Whitfield, P. Morley, G.E. Willick // *Aging*. –1999. – Vol. 15, № 2. – P. 117-129.

196. Wild, M. The effect of bone marrow concentrate and hyperbaric oxygen therapy on bone repair / M. Wild [et al.] // *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*. – 2015. – T. 26, № 1. – P. 1-11.

197. Wildburger, R. Management of femoral neck fractures with the spongiose screw and the dynamic hip screw / R. Wildburger, H.P. Hofer // *Actuelle Traumatol.* – 1994, Aug. – Vol. 22, № 4. – P. 135-143.
198. Wu, C.C. Using biomechanics to improve the surgical technique for internal fixation of intracapsular femoral neck fractures / C.C. Wu // *Chang. Gung. Med.* – 2010. – Vol. 33, № 3. – P. 241-251.
199. Yokoyama, K. Deep infection and fracture healing in immediate and delayed locked intramedullary nailing for open femoral fractures / K. Yokoyama, M. Itoman, M. Shindo et al. // *Orthopedics.* – 1999. – Vol. 22, № 5. – P. 485-490.
200. Yoo, M.C. Treatment of unstable peritrochanteric femoral fractures using a 95 degrees angled blade plate / M.C. Yoo, Y.J. Cho, K.I. Kimet [et al.] // *J. Orthop. Trauma.* – 2005. – Vol. 19, № 10. – P. 687-692.
201. Yoshimini, F. Sliding characteristics of Compression Hip Screws in the intertrochanteric fracture: a clinical study / F. Yoshimini, L. Latta, E.L. Milne // *J. Orthop. Trauma.* – 1993. – Vol. 7. – P. 348-353.
202. Zhao, F. Effect of fixation on neovascularization during bone healing / F. Zhao, Z. Zhou, Y. Yan, Z. Yuan, G. Yang, H. Yu et al. // *Med Eng Phys.* – 2014. – Vol. 36, № 11. – P. 1436-1442.
203. Zielinski, S.M. The societal costs of femoral neck fracture patients treated with internal fixation / S.M. Zielinski et al. // *EM Osteoporos Int.* – 2014. – Vol. 25, № 3. – P. 875-885.
204. Zlowodzki, M. Operative treatment of acute distal femur fractures: systematic review of 2 comparative studies and 45 case series (1989 to 2005) / M. Zlowodzki, M. Bhandari, D.J. Marek et al. // *J. of Orthop. Trauma.* – 2006. – Vol. 20, № 5. – P. 366-371.
205. Zuckerman, J.D. A functional recovery score for elderly hip fracture patients : II. Validity and reliability / J.D. Zuckerman, K.J Koval, G.B. Aharonoff [et al.] // *J. Orthop. Trauma.* – 2000. – Vol. 14. – P. 26-30.

206. Zweymuller, K.A. 20 years of Zweymuller hip Endoprosthesis /
K.A. Zweymuller. – Bern: Verlag Hans Huber, 2001. – 206 p.