

На правах рукописи



ЯМЩИКОВ ОЛЕГ НИКОЛАЕВИЧ

**ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПЕРЕЛОМОВ БЕДРЕННОЙ КОСТИ
НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

14.01.15 – травматология и ортопедия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора медицинских наук

Новосибирск

2019

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»

Научный консультант:

Доктор медицинских наук, профессор,
заслуженный врач Российской Федерации

Норкин Игорь Алексеевич

Официальные оппоненты:

Иванников Сергей Викторович - доктор медицинских наук, профессор кафедры травматологии и ортопедии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации

Ардашев Игорь Петрович - доктор медицинских наук, профессор кафедры анестезиологии, реаниматологии, травматологии и ортопедии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Белинов Николай Владимирович – доктор медицинских наук, доцент кафедры общей и специализированной хирургии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Читинская государственная медицинская академия Министерства здравоохранения Российской Федерации

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита диссертации состоится «_____» декабря 2019 года в _____ часов на заседании диссертационного совета Д 208.064.02 при Федеральном государственном бюджетном учреждении «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Министерства здравоохранения Российской Федерации по адресу: 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России по адресу: 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17, и на официальном сайте организации.

Автореферат разослан «_____» _____ 2019 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 208.064.02
доктор медицинских наук



И.А. Кирилова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Проблема лечения переломов бедренной кости не только остается одной из наиболее актуальных в травматологии, но и углубляется вследствие тенденции к учащению данных видов травм на фоне увеличения количества дорожно-транспортных катастроф, а также увеличения продолжительности жизни. В настоящий момент переломы бедра являются одними из самых тяжелых и распространенных [Сепиашвили Г.Г., 2004; Белинов Н.В., 2016].

На современном этапе развития медицины лечение абсолютного большинства переломов бедренной кости осуществляется хирургическими методами. Для фиксации переломов бедренной кости различных уровней предложено множество металлоконструкций и способов остеосинтеза, однако все они не универсальны и далеки от совершенства, что подталкивает к постоянному поиску новых фиксаторов, устраняющих недостатки существующих конструкций. Именно поэтому стандартного подхода к лечению больных с данным видом травмы нет, существуют лишь общие рекомендации, которые базируются на опыте применения тех или иных конструкций, предложенных различными авторами [Гиршин С.Г., 2004; Афанасьев Д.В., 2009; Белинов Н.В., 2016 и др.].

В настоящее время существует огромное количество фиксаторов для остеосинтеза бедра, а также большое количество показаний и противопоказаний к каждому методу, следовательно, хирургу самостоятельно тяжело определиться с выбором метода фиксации, и выбор сводится к более привычному для него методу, а не наиболее оптимальному для больного. Усложняет данную задачу и наличие у пациента индивидуальных анатомических особенностей строения бедренной кости, способных влиять на качество остеосинтеза [Бейдик О.В., 2006; Мельниченко С.Ю., 2008; Беленький И.Г., 2014]. Указанное выше приводит к тому, что в ряде случаев хирург, запланировав применение определенной металлоконструкции для остеосинтеза в ходе операции, переходит на использование совершенно другой, поскольку в ходе операции выясняется, что ее фиксационные свойства не отвечают предъявляемым требованиям. В связи с этим повышается длительность хирургического вмешательства и интраоперационные риски [Новиков С.В., 2012 и др.].

Данная ситуация заставляет нас разрабатывать объективную методику определения оптимального фиксатора индивидуально для каждого больного на основе предоперационного компьютерного моделирования смещений и напряжений, возникающих в зоне остеосинтеза, что позволит сократить время оперативного вмешательства, осуществляя при этом выбор наиболее оптимальных металлофиксаторов. По-прежнему актуально совершенствование существующих методик остеосинтеза и разработка новых металлоконструкций, а также поиск новых подходов к лечению переломов проксимального отдела бедра, включая артропластику.

В то же время оперативное вмешательство, наряду с его неоспоримой важностью, является лишь звеном в процессе лечения пациента, которое начинается с момента оказания пациенту первой помощи. Состояние медицинской помощи на догоспитальном этапе определяется многими медико-социально-экономическими факторами конкретной территории, которые требуют детального анализа с целью совершенствования лечения данной категории больных [Соломин Л.Н., 2000; Сепиашвили Г.Г., 2005; Ершова О.Б., 2012].

Восстановительное лечение после операции остается сложной и актуальной проблемой. Это обусловлено тем, что после оперативного вмешательства требуется восстановление не только структуры, но и функции поврежденных сегментов опорно-двигательного аппарата [Двойников С.И., 2002; Рябчиков И.В., 2013 и др.]. Однако программы восстановительного лечения, подбора физических нагрузок и двигательного режима нестандартизированы, зачастую субъективны и требуют индивидуализации и объективизации расчетов. Таким образом, разработка современных высокотехнологичных методов восстановительного лечения, основанных на объективных данных компьютерного моделирования, является в настоящее время одним из перспективных направлений в лечении переломов бедра.

В целом, можно констатировать, что решение проблемы выбора тактики оперативного лечения пациентов с переломами бедра должно носить комплексный характер и включать в себя совершенствование всех звеньев лечебного процесса.

Цель исследования: на основе компьютерного моделирования предложить систему автоматизированного выбора металлоконструкций, программ реабилитации и разработать принципиально новые фиксаторы для остеосинтеза переломов бедренной кости.

Задачи исследования:

1. Изучить результаты лечения и определить пути совершенствования хирургической помощи больным с переломами бедренной кости.
2. Разработать методику автоматизированного выбора металлоконструкции для хирургического лечения переломов бедренной кости.
3. Применить и внедрить в практику методику проведения предоперационного планирования, основанную на компьютерном моделировании перелома и остеосинтеза бедренной кости с целью выбора оптимальной металлоконструкции для хирургического лечения.
4. Провести сравнительный анализ результатов оперативного лечения переломов бедренной кости с применением предоперационного компьютерного моделирования остеосинтеза и с использованием традиционного подхода к выбору метода остеосинтеза.
5. Разработать и предложить принципиально новые конструкции, сочетающие в себе одновременно принципы стабильности и динамичности остеосинтеза переломов проксимального отдела бедра и сравнить их с известными конструкциями.

6. Предложить критерии и метод выбора оптимальных физических нагрузок в различные периоды послеоперационного лечения пациентов с переломами бедренной кости на основе расчета напряжений и смещений в зоне остеосинтеза.

7. Разработать метод прогнозирования результатов лечения переломов бедренной кости через 1 год наблюдения, базирующийся на динамической оценке качества жизни пациента.

Научная новизна исследования

1. На примере Тамбовской области определена потребность и ее тенденции в оказании медицинской помощи больным с переломами бедренной кости, определены ее недостатки и предложены организационные меры для улучшения качества и доступности медицинской помощи.

2. Апробирован универсальный математический подход к оценке возможных напряжений в зоне остеосинтеза при использовании определенного метода фиксации у конкретного пациента, что позволяет прогнозировать риск возможных смещений и, тем самым, снизить риск использования способа неэффективной фиксации костных фрагментов.

3. Предложенная методика выбора оптимальной тактики остеосинтеза для конкретного пациента на основе компьютерного моделирования при широком использовании может частично решить проблему объективизации и персонализации в выборе тактики хирургического лечения переломов бедренной кости.

4. Впервые исследованы методики остеосинтеза конструкциями с анкерной фиксацией, винтами с двойной разношаговой резьбой (патенты РФ №2225180, №155662, №38579), позволяющие улучшить характеристики остеосинтеза известными конструкциями.

5. Впервые предложена формула расчета допустимых нагрузок на конечность в послеоперационном периоде после остеосинтеза бедренной кости, учитывающая данные компьютерного моделирования и степени консолидации перелома (заявка на изобретение №2019115753; заявл. 22.05.2019).

6. Впервые разработаны критерии, позволяющие с помощью опросника SF-36 прогнозировать результаты остеосинтеза у больных с переломами бедренной кости спустя 1 год после операции, а также сравнивать медико-социальную эффективность различных методов фиксации в ходе динамического наблюдения за больными.

Практическая значимость

1. В практическую работу лечебных учреждений Тамбовской области внедрена система маршрутизации пациентов с переломами шейки бедренной кости для оказания специализированной травматологической помощи, расширены показания и сужены противопоказания для оперативного лечения переломов шейки бедра (приказ Управления здравоохранения Тамбовской области №135 от 05.02.2019 г.)

2. В практику травматологии и ортопедии внедрено компьютерное моделирование остеосинтеза бедренной кости для автоматизированного выбора оптимальной металлоконструкции для лечения перелома у конкретного больного, что позволило увеличить частоту консолидации переломов в срок до 180 суток после операции на 14,55% и снизить количество неудовлетворительных результатов лечения на 7,28%.

3. Апробирована система проведения компьютерного моделирования остеосинтеза с использованием компьютерной базы данных бедренных костей, позволяющая более дифференцированно подойти к процессу моделирования остеосинтеза и приблизить компьютерную модель кость-фиксатор к реальному объекту, в результате чего удалось наиболее рационально подобрать металлоконструкции для остеосинтеза и снизить количество послеоперационных осложнений на 8,5%.

4. Внедрен в практику метод построения индивидуальной модели бедренной кости пациента с учетом минеральной плотности костной ткани в различных отделах кости, что позволяет провести моделирование остеосинтеза и визуализировать распределение напряжений в системе кость-металлофиксатор при наличии значительных индивидуальных анатомических особенностей пациента.

5. Впервые проведено компьютерное моделирование остеосинтеза шейки бедренной кости оригинальными конструкциями компрессирующего винта с анкерной фиксацией и винтами с двойной разношаговой резьбой, в результате которого выявлены лучшие характеристики остеосинтеза предложенными конструкциями в 66,7% случаев.

6. Впервые применен метод индивидуального расчета нагрузок на конечность на основании данных компьютерного моделирования и степени консолидации перелома у пациентов в различные периоды восстановительного лечения после остеосинтеза бедренной кости для коррекции допустимых нагрузок на конечность по предложенной формуле, что позволило увеличить частоту консолидации переломов в срок до 180 суток после операции на 10%, уменьшить дефицит объема движений в суставах на 150 сутки после операции на 8%, снизить посттравматическую гипотрофию мягких тканей бедра на 15,8%, увеличить прирост качества жизни пациентам по шкалам физического функционирования SF-36 на 29,5% в срок 3–6 месяцев после операции.

7. Апробирован метод динамической количественной оценки результатов оперативного лечения переломов бедренной кости на основе определения прироста качества жизни пациентов по шкалам физического функционирования и жизненной активности опросника SF-36 в первые 6 месяцев после операции для прогнозирования вероятности хороших результатов лечения в отсроченном периоде, что позволяет формировать группы риска пациентов с низкой (менее 75%) вероятностью наступления хороших результатов лечения и группу пациентов с высокой (более

90%) вероятностью наступления хороших результатов лечения и корректировать процесс лечения в динамике.

Положения, выносимые на защиту:

1. Использование разработанной универсальной методики проведения компьютерного моделирования остеосинтеза позволяет количественно оценить риск возникновения возможных смещений при использовании определенного метода фиксации у конкретного пациента, что дает возможность выбрать оптимальную тактику лечения до оперативного вмешательства.

2. Применение для остеосинтеза шейки бедренной кости разработанных оригинальных конструкций компрессирующего винта с анкерной фиксацией и винтов с двойной разношаговой резьбой способно улучшить характеристики остеосинтеза в сравнении с традиционными металлоконструкциями.

3. Компьютерное моделирование допустимых физических нагрузок на бедренную кость и зону остеосинтеза на основе расчета напряжений и смещений позволяет индивидуально подойти к восстановительному лечению и включает выбор оптимального для пациента уровня физической активности и двигательного режима, что улучшает качество его жизни.

4. Результаты хирургического лечения переломов бедренной кости в отсроченном периоде ассоциированы с приростом показателей качества жизни больного по шкалам физического функционирования и жизненной активности опросника SF-36 в первые месяцы после остеосинтеза, что позволяет прогнозировать отсроченные результаты лечения и оптимизировать тактику реабилитационных мероприятий, сравнивать эффективность лечения у пациентов в раннем послеоперационном периоде в плане конечных результатов лечения.

Внедрение результатов в практику здравоохранения

Результаты диссертационного исследования внедрены в практику работы клинических отделений НИИТОН ФГБОУ ВО СГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России, травматолого-ортопедических отделений ГБУЗ «Тамбовская областная клиническая больница им. В.Д. Бабенко», ТОГБУЗ «Городская клиническая больница им. Арх. Луки г. Тамбова», ТОГБУЗ «Городская клиническая больница г. Котовска», а также ТОГБУЗ «Моршанская ЦРБ», ТОГБУЗ «Городская больница им. С.С. Брюхоненко г. Мичуринска», ТОГБУЗ «Уваровская ЦРБ», ТОГБУЗ «Токаревская ЦРБ», ТОГБУЗ «Пичаевская ЦРБ», ТОГБУЗ «Знаменская ЦРБ», ТОГБУЗ «Сампурская ЦРБ», в учебный процесс кафедры травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России, кафедры госпитальной хирургии с курсом травматологии Медицинского института ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина».

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы представлены в виде докладов на Юбилейной межрегиональной научно-практической конференции «Актуальные вопросы травматологии, ортопедии и комбустиологии», посвященной 80-летию кафедры травматологии и ортопедии ВГМА им. Н.Н. Бурденко и 40-летию научно-практического общества травматологов-ортопедов г. Воронежа и Воронежской области (Воронеж, 2014); I Международной конференции ортопедов-травматологов в Крыму «Новые технологии реабилитации в травматологии и ортопедии, неврологии и вертебрологии» (Ялта, 2015); Тамбовской региональной конференции «День травматолога» (Тамбов, 2018) и публикаций по материалам X Юбилейного Всероссийского съезда травматологов-ортопедов (Москва, 2014); Международной научно-практической конференции «Современные концепции развития науки» (Уфа, 2014); VI Международной научно-практической конференции «Теоретические и прикладные аспекты современной науки» (Белгород, 2014); I Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы естественных и технических наук» (Тамбов, 2014); Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные научные исследования» (Москва, 2015); Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Современные принципы и технологии остеосинтеза костей конечностей, таза и позвоночника (Санкт-Петербург, 2015); I Международной научно-практической конференции «Современные тенденции развития науки и технологий» (Белгород, 2015); Международной конференции «Травма 2016» (Москва, 2016), Травматологического форума Сибири и Дальнего Востока (Красноярск, 2017); XI Всероссийского съезда травматологов-ортопедов (Санкт-Петербург, 2018).

Публикации результатов исследования: по материалам диссертации опубликованы 43 печатные работы, в том числе 26 статей в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ. Получено 3 патента РФ: №2225180, №155662, №38579. Подана заявка на изобретение №2019115753; заявл. 22.05.2019.

Структура и объем работы. Диссертационная работа изложена на 316 страницах, состоит из введения, 7 глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, указателя литературы, включающего 330 источников литературы, в том числе 189 отечественных и 141 иностранных авторов. Иллюстративный материал представлен 42 таблицами, 16 диаграммами и 92 рисунками.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Первая глава «Обзор литературы» представляет современное состояние проблемы лечения переломов бедренной кости. Описаны особенности, эпидемиология переломов бедренной кости. Проанализированы публикации, посвященные анатомическим особенностям и индивидуально-типологической изменчивости бедренной кости, а также возможностям компьютерного

моделирования в травматологии. Описаны возможности, преимущества и недостатки различных методик оперативного лечения. Показано, что имеется высокая частота осложнений при проведении хирургического лечения, обуславливающая важность разработки новых методик предоперационного планирования, хирургического и восстановительного лечения переломов бедренной кости.

Во **второй** главе «**Материал и методы исследования**» подробно охарактеризованы материал и методы исследования.

Под наблюдением находилось 360 пациентов в возрасте от 18 до 88 лет с переломами бедренной кости. Отбор пациентов осуществлялся ретроспективно в группах сравнения и проспективно в группах исследования. В исследование включались пациенты с переломом бедренной кости, оперативное лечение которым возможно было провести в первые 2 недели после получения травмы. Проводился анализ медицинской документации, данных годовых статистических отчетов по Тамбовской области, данных региональной медицинской информационной системы (РМИС).

В современных условиях в арсенале у травматолога находится множество металлоконструкций, предназначенных для остеосинтеза переломов бедренной кости. Подбор подходящего метода лечения и металлоконструкции является задачей лечащего врача. Решение этой задачи может вызывать затруднения и зависит от опыта и квалификации хирурга, его предпочтений, субъективных взглядов, поэтому выбор сводится к более привычному для него методу, а не более оптимальному для больного. Данная ситуация заставила нас разработать объективную методику определения оптимального фиксатора индивидуально для каждого больного на основе компьютерного моделирования.

Для решения поставленных задач был создан программно-информационный комплекс (ПИК), базирующийся на математических методах компьютерного моделирования с использованием технологий параллельных вычислений на многопроцессорных системах для оценки степени повреждения костной ткани и выбора тактики хирургического вмешательства. При создании ПИК для виртуального моделирования остеосинтеза необходимо наличие компьютерных моделей бедренных костей и металлофиксаторов. Поэтому в ходе выполнения работы была создана как программа импорта геометрических примитивов ANSISTLtoSALOMEpy (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2010620381 от 14.05.2010 г.), так и компьютерные анатомические базы данных бедренных костей (свидетельство о регистрации базы данных «Анатомическая база данных по кровоснабжению бедренной кости человека» №2010620381 от 15.07.2010 г., «База данных по бедренной кости человека» №2010620380 от 15.07.2010 г.) и база данных металлоконструкций, применяемых для остеосинтеза. Материалом для создания компьютерной анатомической базы данных послужили 100 бедренных костей



Рисунок 2 – Основной интерфейс MIMICS

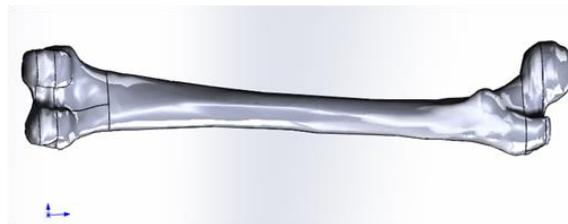


Рисунок 3 – Итоговая модель бедренной кости

В случае применения данной методики построения модели появляется возможность задать определенным частям модели бедренной кости различные значения минеральной плотности. Различия в минеральной плотности кости в различных ее областях, а также кортикальном и губчатом слое определяют актуальность построения не монолитной модели, а максимально приближенной к реальной кости с учетом вариации минеральной плотности костной ткани на различных участках. Определение минеральной плотности интересующих участков возможно по КТ поврежденной кости пациента. Таким образом, построенная компьютерная модель максимально приближена к реальной и отражает не только форму, но и структуру кости.

Наиболее актуальным представляется такой персонализированный подход у пациентов с нарушением структуры кости вследствие различных патологических процессов, приводящих к снижению минеральной плотности костной ткани в различных ее частях или всей кости в целом.

Так, в ходе работы проведен ретроспективный анализ компьютерного моделирования остеосинтеза у трех пациентов с аналогичными переломами шейки бедренной кости, имеющих разную минеральную плотность костной ткани (остеопороз, остеопения и норма), которым проведен остеосинтез 3 винтами АО. По данным компьютерного моделирования выявлено, что в

случае с остеопорозом более рационально было бы применить компрессирующий винт с анкерной фиксацией, а в случае наличия остеопении – PFN.

В результате компьютерного моделирования оценивали напряженно-деформированное состояние (НДС) (распределение значений деформации и эквивалентных напряжений (ЭН)) тканей бедренной кости без патологии и при наличии перелома с установленной металлоконструкцией. На основании данных моделирования подбиралась наиболее оптимальная металлоконструкция. Кроме того, данные о распределении нагрузок и напряжений при моделировании остеосинтеза учитывались в плане послеоперационного лечения пациента, определении сроков и величин нагрузок на конечность. Таким образом, данные компьютерного моделирования служили не только для определения наиболее оптимального метода остеосинтеза, но и позволяли формировать и корректировать программу активизации пациента.

В результате были построены все применяемые в исследовании металлоконструкции, перечень которых представлен ниже. Примеры новых моделей металлоконструкций представлены на рисунках 4, 5.

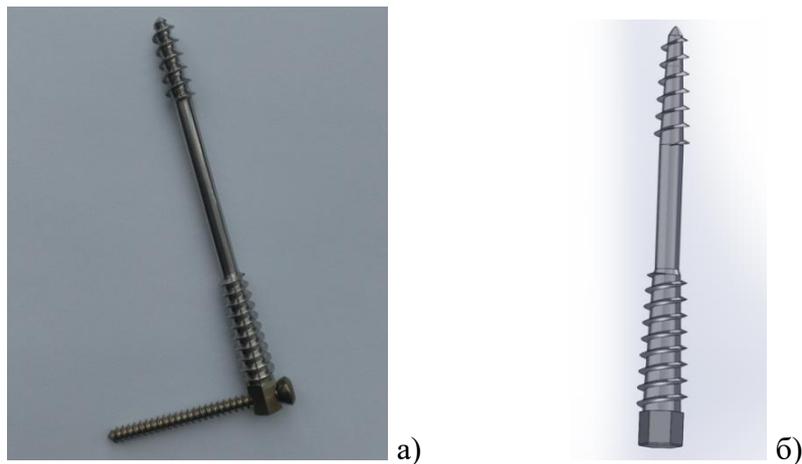


Рисунок 4 – а) винт с двойной разношаговой резьбой в собранном виде (патент РФ №38579); б) компьютерная модель металлоконструкции

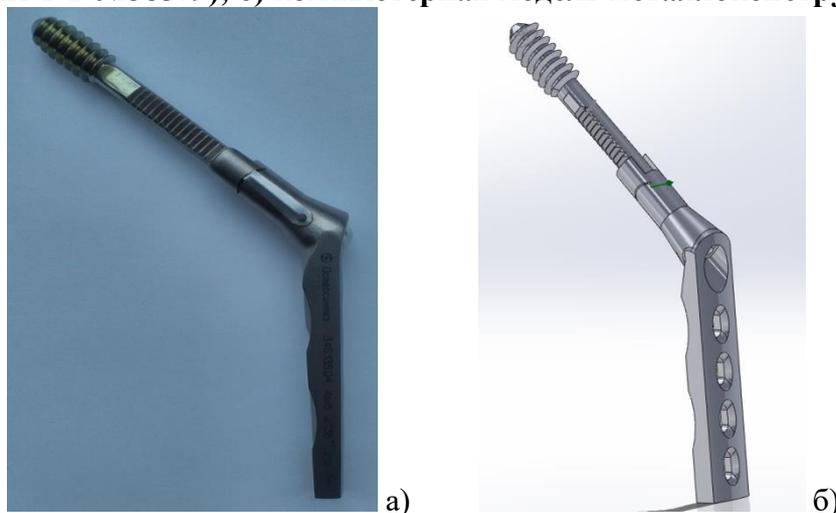


Рисунок 5 – а) компрессирующий винт с анкерной фиксацией в собранном виде (патент РФ №155662); б) компьютерная модель металлоконструкции

Итогом построения всех рассматриваемых моделей стало создание сборки моделей бедренной кости и металлоконструкции, применяемой для ее остеосинтеза (рисунок 6).

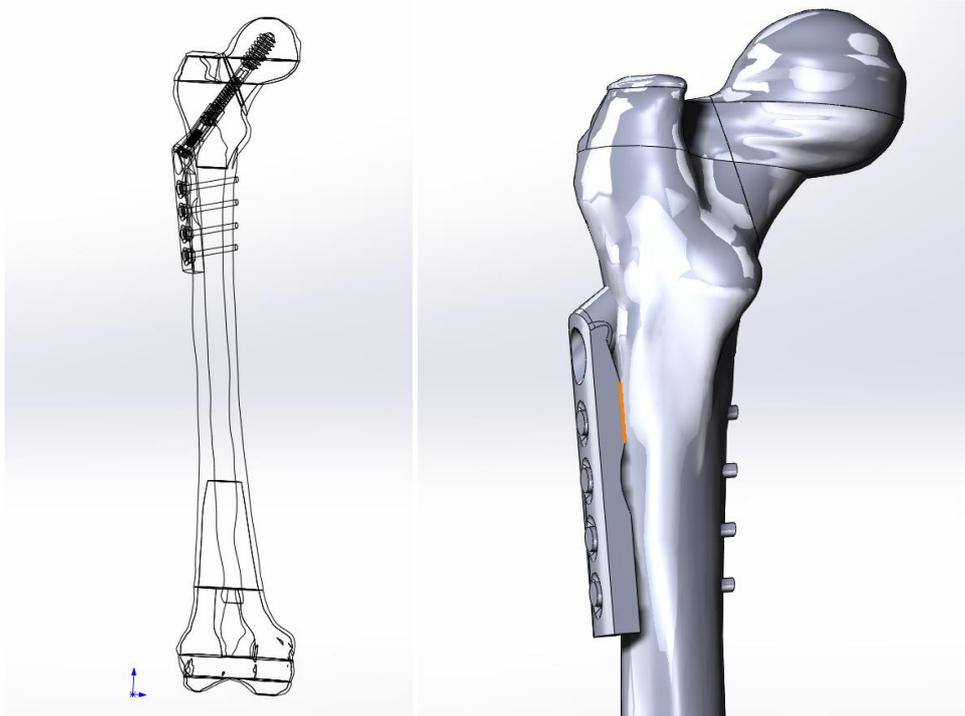


Рисунок 6 – Пример сборки моделей бедренной кости и металлоконструкции для проксимального отдела бедра

Для описания поведения костных отломков и металлоконструкции в Ansys Workbench используется уравнение движения сплошной среды (Навье–Ламе). Для импортированных моделей, для каждого материала, были заданы механические свойства.

Модели были разбиты на тетраэдрическую нерегулярную сетку с ребром 0,005 м для костей и 0,002 м для металлоконструкций (рисунок 7).

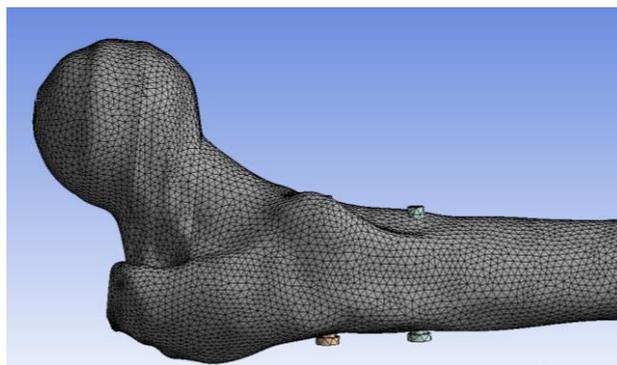
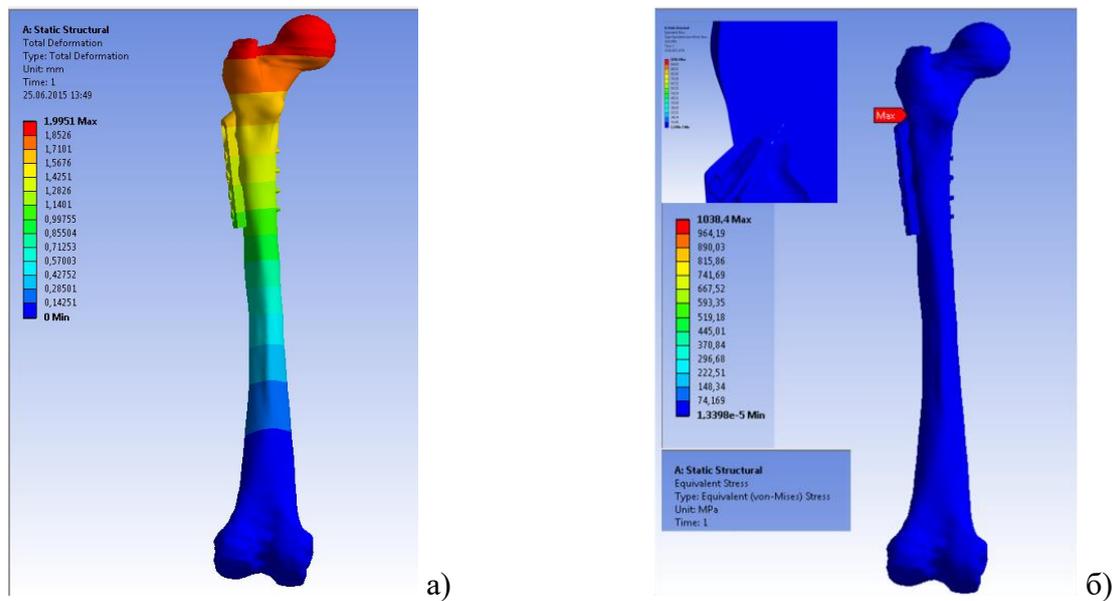


Рисунок 7 – Тетраэдрическая сетка на модели бедренной кости

После проведения математических расчетов на сервере высокопроизводительных вычислений получали визуализацию расчетов смещений и напряжений в межотломковом пространстве при остеосинтезе. Во время проведения исследования мы пользовались широким спектром общепринятых для остеосинтеза переломов бедренной кости различных локализаций методов, а

также новых разработанных металлоконструкций. На рисунке 8 приведен пример визуализации данных проведенного компьютерного моделирования (КЭМ).



**Рисунок 8 – КЭМ бедренной кости с компрессирующим винтом с анкерной фиксацией:
а) распределение значений деформации; б) распределение значений ЭН**

Для проведения остеосинтеза использовались следующие металлоконструкции: винты АО, динамический бедренный винт (DHS), проксимальный бедренный гвоздь (PFN), аппарат внешней фиксации (АВФ), динамическая мышцелковая система (DCS), блокируемый интрамедуллярный остеосинтез (БИОС), реконструктивный БИОС, наkostная пластина, пластина опорная мышцелковая. В схематическом виде многообразии возможных к применению металлоконструкций представлено на рисунке 9.

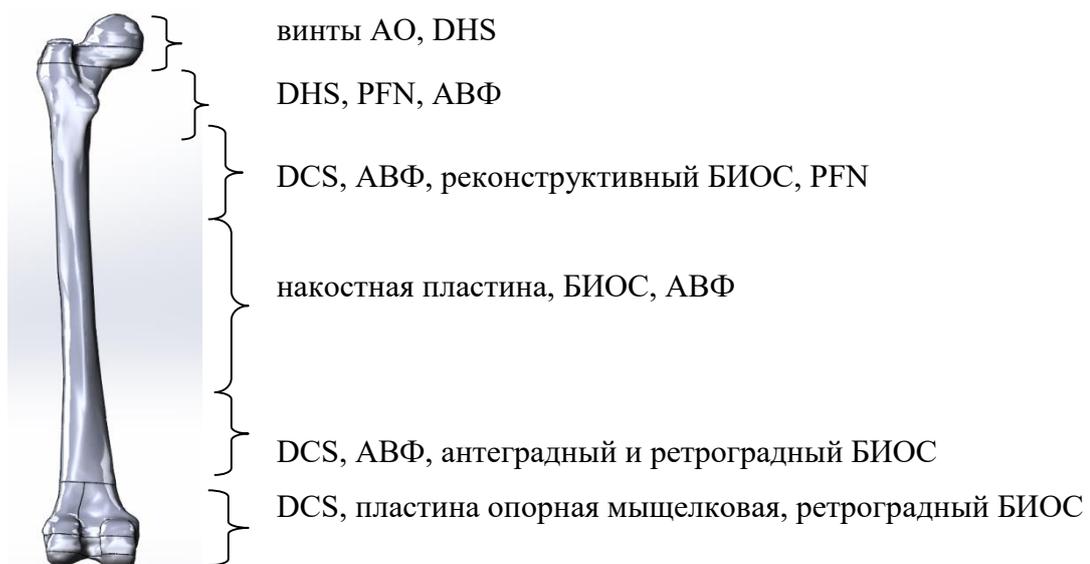


Рисунок 9 – Металлоконструкции, применяемые для остеосинтеза переломов различных отделов бедренной кости

В нашем исследовании мы впервые провели компьютерное моделирование остеосинтеза разработанными нами металлоконструкциями для лечения переломов шейки бедренной кости (патенты РФ №2225180, №155662, №38579). При остеосинтезе компрессирующими винтами с анкерной фиксацией при резорбции в зоне перелома под действием тяги мышц и дозированной нагрузки на конечность происходит сближение отломков и фиксация их анкерным механизмом, в результате чего не происходит обратного соскальзывания вертельной области по винту и устраняется люфт. При этом не происходит дополнительной травматизации костной ткани в месте перелома и подвижности, что способствует сращению. Впервые предложенный нами компрессирующий винт с анкерной фиксацией позволяет создать однонаправленную динамическую компрессию. Втулка снабжена пластиной с отверстиями под кортикальные винты, жестко скрепленной с втулкой. Ось пластины расположена под углом 135° к оси втулки.

При остеосинтезе винтами с двойной разношаговой резьбой укорочения шейки бедра не происходит, так как вертельная область фиксируется проксимальной резьбой винта, что соответствует статической концепции фиксации отломков. Остеосинтез компрессирующими винтами с двойной разношаговой резьбой дополняется применением резьбового винта-деротатора (патент РФ №38579). За счет увеличения прочности задела в кости компрессирующего винта с конусными резьбами и дополнительного соединения стержня с винтом-деротатором обеспечивается высокая прочность фиксации фрагментов перелома. Применение винта деротатора позволяет применять конструкцию не только при медиальных переломах шейки бедра, но и при латеральных, когда линия перелома проходит параллельно прикреплению капсулы сустава. Также винт-деротатор исключает возможность миграции или самостоятельного вывинчивания компрессирующих винтов, а также варусной деформации шейки бедра при избыточной нагрузке на конечность.

Для исследования лечения переломов бедренной кости с применением автоматизированного выбора металлоконструкции для остеосинтеза на основе предоперационного компьютерного моделирования пациенты были разделены на 2 группы. В группу сравнения вошло 110 пациентов, лечение которым проводилось по стандартным методикам с применением общепринятых металлоконструкций. Тактика ведения пациентов соответствовала общепринятым стандартам. В основную группу вошло также 110 пациентов. Метод остеосинтеза и вид металлоконструкции для данной группы больных подбирался согласно данным компьютерного моделирования.

В исследование с проведением компьютерного моделирования остеосинтеза новыми металлоконструкциями были включены 24 пациента с трансцервикальными переломами шейки бедра из 110 пациентов с переломами бедренных костей различных локализаций, которым про-

водилось компьютерное моделирование остеосинтеза с целью выбора наиболее оптимальной металлоконструкции. В случае выбора в качестве оптимальной одной из предложенных нами новых металлоконструкций, результаты моделирования учитывались в плане оценки их характеристик, однако операция проводилась с одной из общепринятых металлоконструкций, результаты моделирования которой были наиболее близки к оптимальной. Таким образом, кроме таких общепринятых металлоконструкций, как винты АО, PFN, DHS, в моделирование были включены винты с двойной разношаговой резьбой (ДРР), компрессирующий винт с анкерной фиксацией (КВ с АФ) и компрессирующий винт с анкерной фиксацией с втулкой и пластиной (КВ с АФП).

Для исследования результатов лечения переломов шейки бедренной кости с применением остеосинтеза и артропластики пациенты были разделены на 3 группы. В группу сравнения вошло 40 пациентов с трансцервикальными и субкапитальными переломами бедренной кости, которым проведена артропластика биполярным эндопротезом. В группу исследования №1 вошло 30 пациентов с субкапитальными переломами бедренной кости, которым проведен остеосинтез винтами АО. В группу исследования №2 вошло 30 пациентов с трансцервикальными переломами бедренной кости, которым проведен остеосинтез винтами АО.

Комплекс восстановительных мероприятий в послеоперационном периоде у пациентов группы сравнения был динамичным с постепенным увеличением физической нагрузки, подбираемой лечащим врачом. Однако в ряде случаев возникают проблемы с подбором оптимальной нагрузки на конечность в послеоперационном периоде, связанные с субъективной оценкой степени консолидации перелома, прочности фиксации отломков кости металлоконструкцией, прочностными характеристиками самой кости.

Решить упомянутые проблемы возможно путем проведения моделирования нагрузок на кость в условиях остеосинтеза с целью определения максимально допустимых нагрузок.

Для исследования лечения переломов бедренной кости с применением расчета дозирования нагрузки на оперированную конечность пациенты были разделены на 2 группы. В основную группу вошло 20 пациентов. Пациентам основной группы проводилось компьютерное моделирование после остеосинтеза с построением индивидуальной модели бедренной кости на основе компьютерной томографии поврежденного сегмента. После построения модели бедренной кости пациента определяли начальное предельно допустимое значение нагрузки на конечность в условиях остеосинтеза сразу после операции. Далее, после остеосинтеза, проводили расчет текущих нагрузок на конечность по предложенной методике на протяжении всего периода восстановительного лечения. В группу сравнения вошло 20 пациентов, восстановительное лечение которым проводилось по стандартным методикам без применения компьютерного моделирования.

При проведении компьютерного моделирования в предоперационном периоде рассчитывались значения напряжения и смещения в межотломковом пространстве после фиксации перелома. Максимально допустимой считали нагрузку на кость, которая не приводила к возникновению смещения, превосходящего смещение, определенное для модели бедренной кости без перелома, при этом значения эквивалентного напряжения в зоне перелома не превышали соответствующие показатели той же зоны кости без перелома. Определенная таким образом величина максимально допустимой нагрузки на кость непосредственно после операции варьирует в зависимости от множества факторов, таких как пол, возраст, конституция пациента, наличие сопутствующих заболеваний и т.д., определяющих структурные и анатомические особенности кости, а также от вида перелома и определялась индивидуально для каждого пациента. В зависимости от сроков, прошедших с момента операции, величина нагрузки на конечность увеличивается по мере консолидации перелома. Встает вопрос, какую нагрузку выбрать в тот или иной период восстановительного лечения для пациента, ведь сроки, прошедшие с момента операции, лишь косвенно могут говорить о степени консолидации перелома? Следовательно, рассчитывать максимально допустимые нагрузки на кость в различные сроки послеоперационного периода следует не по сроку, прошедшему с момента операции, а по степени консолидации перелома. Мы применяли методику определения степени консолидации перелома согласно значениям оптической плотности зоны перелома и кортикального слоя кости (Слободской А.Б., 3003; Попов А.Ю., 2006). На рисунках 10–11 представлен пример визуализации измерений оптической плотности в зоне перелома сразу после проведения остеосинтеза и спустя 180 дней после операции при наступлении консолидации перелома.

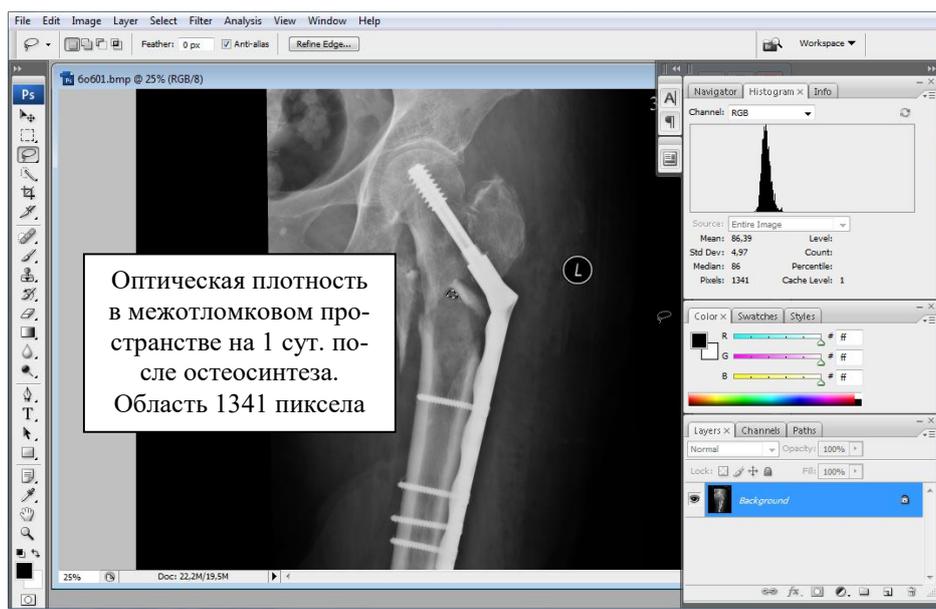


Рисунок 10 – Визуализация результатов измерений оптической плотности в межотломковом пространстве в первые сутки после проведения остеосинтеза

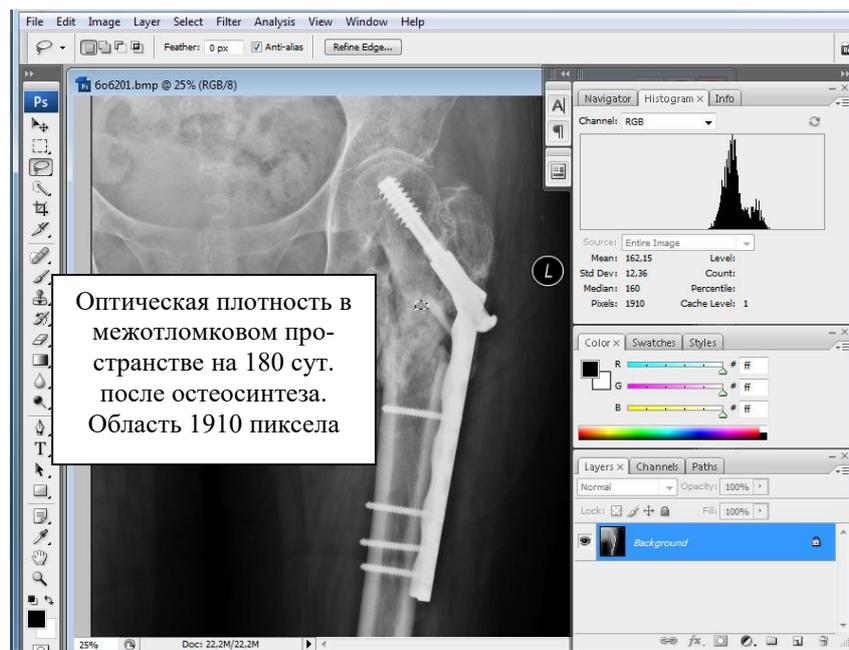


Рисунок 11 – Визуализация результатов измерений оптической плотности в межотломковом пространстве через 180 дней после проведения остеосинтеза

В период, когда наступила консолидация перелома, показатель разницы оптической плотности зоны перелома (РОП) составлял 1,2–1,0, допускалась полная нагрузка на конечность, равная массе тела пациента.

Для определения расчетной максимальной нагрузки (РМН) на конечность по предложенной нами методике в интересующий период восстановительного лечения проводили следующие действия. Сначала вычисляли разницу нагрузок (РН), равную разнице между начальной максимально допустимой нагрузкой (НМН) в раннем послеоперационном периоде, определенной в результате компьютерного моделирования, и полной нагрузкой (ПН) на конечность, равной массе тела пациента по завершению консолидации перелома $RH = PH - NMN$. Вычисляли коэффициент консолидации α по формуле: $\alpha = 2 - РОП$. Далее вычисляли итоговую расчетную максимальную величину нагрузок на конечность (РМН) по формуле: $PMN = NMN + (RH \times \alpha)$. Причем при коэффициенте $\alpha \leq 0,1$ считали, что консолидация перелома отсутствует, и нагрузка соответствовала начальной максимально допустимой нагрузке, при коэффициенте $\alpha \geq 0,8$ считали консолидацию перелома завершённой и разрешали полную нагрузку на конечность.

Эффект от лечения оценивали по параметрам: срок консолидации перелома, продолжительность лечения, дефицит объема движений в суставах, динамика показателя отека мягких тканей бедра, показателя посттравматической гипотрофии мягких тканей бедра. Выраженным эффектом (+++) от хирургического лечения считали, когда консолидация перелома наступала в сроки до 180 суток с момента операции, сроки лечения не превышали 8 месяцев и наступало

выздоровление, дефицит объема движений в суставах не превышал статистической погрешности, динамический показатель отека мягких тканей бедра (ДПО) снижался к 9 суткам на 50% и более по сравнению с первыми сутками после операции, посттравматическая гипотрофия мягких тканей на 90 сутки после операции была не более 10% от нормальных значений. Эффект от хирургического лечения считали умеренно выраженным (++) в случае наступления консолидации перелома в сроки 180–360 суток с момента операции, наступлении выздоровления при продолжительности лечения, превышающем 8 месяцев, дефиците объема движений в суставах не более 1/3 от нормы, снижении ДПО к 9 суткам до 50% по сравнению с первыми сутками после операции, посттравматической гипотрофии мягких тканей на 90 сутки после операции не более 20% от нормальных значений. Низким эффект (+) от хирургического лечения считали, когда консолидация наступала в сроки, превышающие 360 суток, или консолидации не наступало вообще, продолжительность лечения превышала 8 месяцев и/или наступала инвалидность, дефицит объема движений в суставах составлял более 1/3 от нормы, ДПО не снижался к 9 суткам или возрастал, посттравматическая гипотрофия мягких тканей на 90 сутки после операции составляла более 20% от нормальных значений.

Объективизация результатов проведенного лечения – одна из основных проблем в травматологии и ортопедии. В настоящее время в распоряжении травматолога-ортопеда находится множество шкал и методов оценки оперативного лечения переломов костей, однако, в качестве «золотого стандарта» мы применяли шкалу SF-36. Эту шкалу используют как стандарт при определении валидности вновь разрабатываемых шкал оценки. В связи с этим мы проводили оценку качества жизни пациентов, перенесших оперативное лечение по поводу перелома бедренной кости, по шкале SF-36 в различные периоды лечения: после операции, спустя 3 и 6 месяцев после операции. Динамику восстановления качества жизни пациентов оценивали по шкалам опросника SF-36. Для этого вычисляли прирост показателей качества жизни за прошедший период в % отдельно по психологическому и физическому компоненту здоровья.

Расчет описательной статистики и статистический анализ полученных данных проводили в соответствии со шкалой измерения признака и видом его распределения. Статистический анализ осуществлен посредством статистических программ SPSS Statistics 21. Произведен расчет средней арифметической, средней ошибки средней арифметической, t-критерия достоверности разности двух величин. Мера линейной связи определялась с помощью коэффициентов корреляции (r). Критический уровень значимости (p) при проверке статистических гипотез в данном исследовании принимался равным 0,05. Для показателей, представленных в порядковой шкале, использовали критерий Манна–Уитни (для независимых выборок) и критерий Вилкоксона (для зависимых выборок).

РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В третьей главе проведен анализ структуры травматизма и состояние медицинской помощи пациентам с переломами бедренной кости в Тамбовской области, определены пути её совершенствования. При анализе распространенности переломов бедренных костей в Тамбовской области выявлено, что в среднем частота переломов бедренных костей составляет 11,2% от всех переломов трубчатых костей. При анализе структуры переломов бедренных костей по Тамбовской области выявлено, что наибольшее количество переломов приходится на проксимальный отдел – 73,4%. В среднем по области переломы диафиза составили 21% всех переломов бедренных костей, переломы дистального отдела – 5,6%. Основными причинами переломов бедренных костей в составе множественной травмы в Тамбовской области являются дорожно-транспортные происшествия – до 66%. Частота автодорожных травм имеет тенденцию к увеличению. С 2012 по 2014 г. частота дорожно-транспортных травм выросла на 18,5%. Более чем в 2 раза увеличилось число пациентов с тяжелыми травмами скелета, требующими оперативного лечения.

С 2010 года в Тамбовской области существуют 6 отделений, в которых оказывается специализированная помощь пострадавшим с травмами и заболеваниями костно-мышечной системы. Во всех травматологических отделениях области проводился только накостный остеосинтез при переломах диафиза бедренной кости. Количество несращения составило 9%, замедленная консолидация 18%, в 8% случаев наблюдалась миграция металлоконструкции и перелом винтов, в 2% повторные переломы. Иная ситуация наблюдается в ТОГБУЗ «Городская клиническая больница им. Арх. Луки г. Тамбова», где спектр применяемых металлоконструкций гораздо шире и наряду с накостным остеосинтезом применяется интрамедуллярный блокируемый и внеочаговый остеосинтез. Нарушения консолидации переломов наблюдались в 15% случаев, а переломов металлофиксаторов не наблюдалось. Чрескостный остеосинтез с применением аппаратов внешней фиксации выполнялся лишь у 7% пациентов с диафизарными переломами бедренной кости, причем в 85% случаев в ходе лечения производилась замена аппаратов внешней фиксации на погружной остеосинтез. Таким образом, можно говорить о том, что, несмотря на обилие конструкций, предложенных для лечения переломов бедренной кости, вопрос о предпочтительном способе фиксации является нерешенным. Неудовлетворительные результаты, осложнения и замедленная консолидация при применении одной методики остеосинтеза для всех диафизарных переломов достигают 37%. В ТОГБУЗ «Городская клиническая больница им. Арх. Луки г. Тамбова», где перечень применяемых металлоконструкций шире, число неудовлетворительных результатов хоть и меньше, но также сохраняется на высоком уровне в связи с тем, что выбор метода осуществляется лечащим врачом на основании собственного опыта. По-

этому нами предложено расширить спектр применяемых методик остеосинтеза бедренной кости, а также внедрить систему объективного выбора наиболее подходящих металлоконструкций на основе компьютерного моделирования остеосинтеза.

В различных районах Тамбовской области частота переломов проксимального отдела бедра значительно различается от среднего значения 73,4%. Кроме того, существенные различия наблюдаются не только в относительной частоте переломов проксимального отдела среди всех переломов бедра, но и в частоте их выявляемости в разных районах. Для анализа частоты выявляемости и госпитализации пациентов с переломами проксимального отдела бедренной кости мы сравнили показатели по Тамбовской области за 2017 г. с данными для аналогичных областей центральной части России (Ершова О.Б., 2012), приняв их за ориентировочный усредненный показатель, равный 225,35 на 100 тыс. населения. Таким образом, можно констатировать, что более трети пациентов прикрепленных районов с переломами проксимального отдела бедра вообще не получали медицинскую помощь, так как распространенность переломов проксимального отдела бедра в Тамбовской области составила 140,5 на 100 тыс. населения, что на 38% меньше ориентировочного усредненного показателя для региона.

В среднем по Тамбовской области 87% госпитализированных с переломами проксимального отдела бедра пациентов получили оперативное лечение. Однако если анализировать данные о лечении переломов проксимального отдела бедра по лечебным учреждениям, то видно, что количество прооперированных пациентов в отдельных больницах крайне мало (таблица 1).

Таблица 1 – Оперативное лечение переломов проксимального отдела бедра (латеральные и медиальные переломы шейки бедра)

Лечебное учреждение (ЛПУ)	Численность прикрепленного населения (n)	Количество госпитализированных пациентов (n)	Количество случаев оперативного лечения (n)
ТОГБУЗ «Городская клиническая больница им. Арх. Луки г. Тамбова»	293661	203	194*
ГБУЗ «Тамбовская областная клиническая больница им. В.Д. Бабенко»	267492	29	29
ТОГБУЗ «Моршанская ЦРБ»	108064	37	15
ТОГБУЗ «Городская клиническая больница г. Котовска»	74033	145	142
ТОГБУЗ «Городская больница им. С.С. Брюхоненко г. Мичуринска»	71082	36	20
ТОГБУЗ «Уваровская ЦРБ»	66151	13	4

Примечание: * – с учетом артропластики.

Как видно из таблицы 1, в ТОГБУЗ «Уваровская ЦРБ» оперативное лечение получили лишь 30% госпитализированных в стационар, т. е. единичные пациенты с переломами проксимального отдела бедра. В ТОГБУЗ «Городская больница им. С.С. Брюхоненко г. Мичуринска» оперативное лечение по поводу перелома проксимального отдела бедра получили 55,5% госпитализированных, причем пациентов старше 75 лет не было. В ГБУЗ «ТОКБ им. В.Д. Бабенко» прооперированы все госпитализированные пациенты, однако, количество операций при переломах проксимального отдела бедра в десятки раз меньше расчетной потребности в операциях для населения прикрепленных районов. Это обусловлено тем, что лишь малая часть больных направляется из ЦРБ в ГБУЗ «ТОКБ им. В.Д. Бабенко», а большая часть либо получает консервативное лечение в стационаре, либо не госпитализируется и лечится на дому.

Более оптимистично складывается ситуация с оказанием помощи пациентам с переломами проксимального отдела бедра в ТОГБУЗ «Городская клиническая больница им. Арх. Луки г. Тамбова», однако наиболее стабильная ситуация с оперативным лечением переломов проксимального отдела бедра сложилась в ТОГБУЗ «Городская клиническая больница г. Котовска», где на протяжении 10 лет проводятся исследования, освещенные в настоящем диссертационном исследовании.

Следовательно, в масштабах Тамбовской области проблема оказания травматологической помощи пациентам с переломами проксимального отдела бедра остается наиболее острой, а данные, полученные в результате настоящего исследования, обусловили необходимость срочного решения данной проблемы. Нами предложены пути совершенствования оказания травматологической помощи, в том числе план маршрутизации пациентов для оптимизации лечения пациентов с переломами проксимального отдела бедра. Предложено расширить показания и сузить противопоказания к оперативному лечению переломов шейки бедра по практическому примеру работы ТОГБУЗ «Городская клиническая больница г. Котовска», которая находится в географическом центре Тамбовской области в 15 км от областного центра, время доставки пациента с переломом бедра из любого района области не превышает 1,5 часов, что создает благоприятную ситуацию с обеспечением маршрутизации.

На основании предложений 5 февраля 2019 г. издан приказ Управления здравоохранения Тамбовской области №135 «О совершенствовании оказания травматологической помощи пациентам с переломами шейки бедренной кости», в котором утверждена маршрутизация при оказании специализированной медицинской помощи пациентам с переломами шейки бедренной кости, с направлением жителей г. Тамбова в ТОГБУЗ «Городская клиническая больница им. Арх. Луки г. Тамбова», а жителей области в ТОГБУЗ «Городская клиническая больница г. Котовска».

Направление пациентов в два специализированных отделения позволяет более точно прогнозировать количество и вид металлоконструкций, требуемых для операции больным области, централизованно закупать их на совместных торгах и экономить бюджетные средства, избежать необоснованной закупки не востребуемых конструкций или нехватки нужных. Таким образом, предложенные организационные меры позволили улучшить доступность медицинской помощи для всех пациентов с переломами шейки бедра в Тамбовской области.

В **четвертой** главе проведена сравнительная оценка разработанного метода выбора металлоконструкции для оперативного лечения переломов бедренной кости на основе компьютерного моделирования остеосинтеза. При оценке результатов лечения пациентов с переломами бедренной кости с применением предоперационного компьютерного моделирования остеосинтеза по предложенной методике выявлены различия в исследуемых группах по срокам формирования костной мозоли (диаграмма 1).

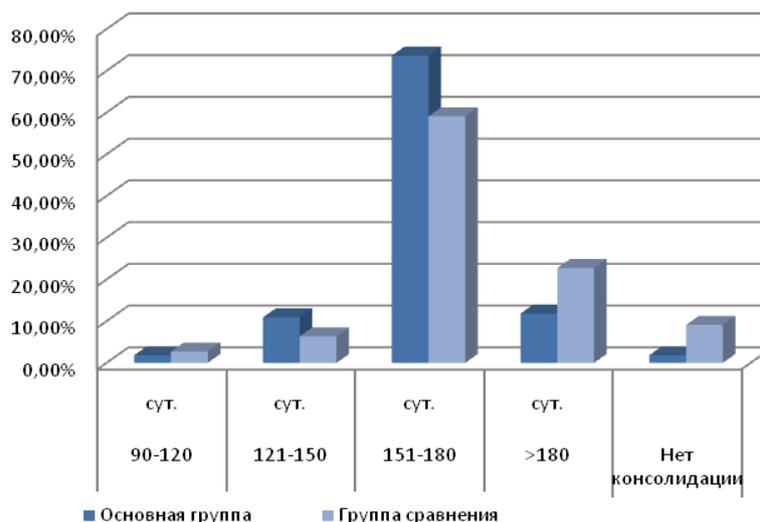


Диаграмма 1 – Сроки формирования костной мозоли по данным рентгенографии

Из полученных данных следует, что в период от 151 до 180 суток в основной группе консолидация наступала на 14,55% чаще, чем в группе сравнения ($t = 2,31$, $p = 0,022$). Частота консолидации перелома в срок более 180 суток в основной группе была больше, чем в группе сравнения на 11,82% ($t = 2,16$, $p = 0,032$). Значительные различия отмечались в группах и по показателю полного отсутствия консолидации перелома. Отсутствие консолидации в основной группе наблюдалось на 7,28% реже, чем в группе сравнения ($t = 2,41$, $p = 0,017$). Динамика восстановления объема движений в суставах в послеоперационном периоде представлена на диаграмме 2.

На протяжении первых 30 суток после операции различия в дефиците объема движений в суставах в основной группе и группе сравнения были статистически незначимы. Однако через 60 суток после операции в основной группе отмечалось более значительное увеличение объема

движений в суставах. Спустя 180 суток после операции дефицит объема движений в суставах в группе сравнения был больше, чем в основной группе на 6,7% ($t = 2,23$, $p = 0,027$).

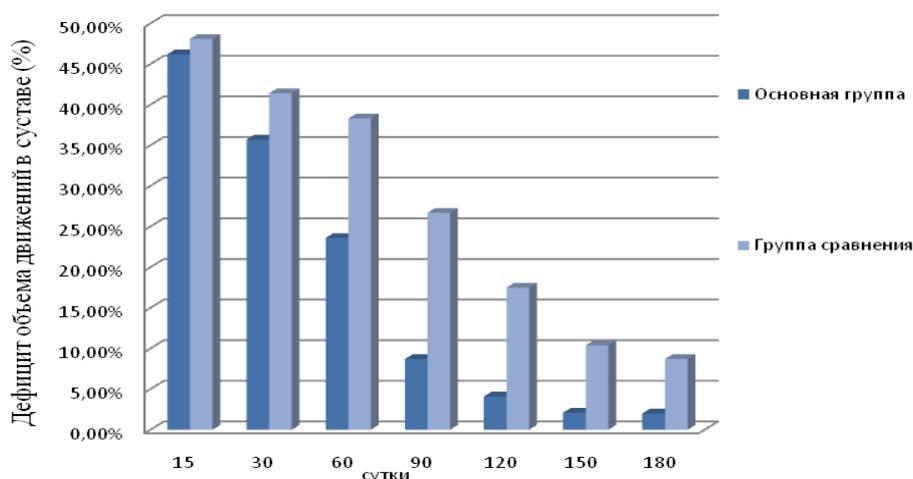


Диаграмма 2 – Динамика восстановления объема движений в тазобедренном и коленном суставах

Величина отека мягких тканей на протяжении всего послеоперационного периода наблюдения не имела статистически значимых различий в основной группе и группе сравнения. Посттравматическая гипотрофия мягких тканей была менее выражена в основной группе. На 90 день наблюдения величина посттравматической гипотрофии мягких тканей бедра у пациентов основной группы была достоверно меньше на 13,2 % ($t = 2,04$, $p = 0,043$), чем в группе сравнения. Динамику восстановления качества жизни пациентов оценивали после операции, а затем через 3 и 6 месяцев после операции, и вычисляли прирост показателей качества жизни за прошедший период в % отдельно по психологическому и физическому компоненту здоровья (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели пророста качества жизни пациентов в послеоперационном периоде, в %

Группы	Общее количество пациентов (n)	Прирост показателей качества жизни, %	
		3 месяца	6 месяцев
Психологический компонент здоровья			
Основная группа	110	54,4±4,75	71,4±4,31*
Группа сравнения	110	47,3±4,76	57,6±4,71
Физический компонент здоровья			
Основная группа	110	44,9±4,74	78,1±3,94*
Группа сравнения	110	38,2±4,63	62,5±4,62

Примечание: * – достоверность различий с группой сравнения $p < 0,05$.

Как видно из таблицы 2, после 3 месяцев наблюдения прирост качества жизни по показателям психического и физического благополучия был выше в основной группе на 13,8% ($t = 2,16$, $p = 0,032$) и 15,6% ($t = 2,57$, $p = 0,01$) соответственно.

Наибольшее количество осложнений, связанных с установкой металлоконструкции и нарушением консолидации перелома, наблюдалось в группе сравнения (9,1%). В основной группе наблюдалось 2 случая нарушения консолидации перелома (2%), в 1 случае наступила миграция металлоконструкции, которая также привела к нарушению консолидации перелома. Общее количество осложнений в группе сравнения было на 8,5% больше, чем в основной группе.

Суммируя полученные данные, можно говорить о лучших результатах лечения в основной группе по таким параметрам, как: время консолидации перелома, показатель дефицита объема движений в суставах, посттравматическая атрофия мягких тканей бедра, прирост качества жизни.

В пятой главе «Подходы к хирургическому лечению шейки бедра» проведена оценка результатов оперативного лечения переломов шейки бедра при остеосинтезе и первичном протезировании и приведены данные компьютерного моделирования остеосинтеза собственными конструкциями.

При сравнении методов оперативного лечения переломов шейки бедренной кости анализировали осложнения в послеоперационном периоде, структура осложнения представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Осложнения оперативного лечения переломов шейки бедренной кости

Группы	Общее число пациентов (n)	Виды осложнений				Общее число осложнений
		ТЭЛА	Отсутствие консолидации перелома	Вывих эндопротеза	Пери-протезный перелом	
Группа сравнения	40	2 (5,0±3,4%)	–	3 (7,5±4,2%)	1 (2,5±2,5%)	6 (15±5,6%)
Группа исследования №1	30	1 (3,3±3,3%)	11 (36,6±8,8%)	–	–	12 (40,0±8,9%)*
Группа исследования №2	30	–	5 (16,6±6,8%)	–	–	5 (16,6±6,8%)

Примечание: * – достоверность различий с группой сравнения $p < 0,05$.

Как видно из полученных данных, общая частота осложнений в группе сравнения составила 15±5,6%, в группе исследования №1 общая частота осложнений составила 40,0±8,9%. Таким образом, частота осложнений в группе исследования №1 была достоверно больше на 25%, чем в группе сравнения ($t = 2,38$, $p = 0,02$). Различия в частоте осложнений в группе сравнения (15±5,6%) и в группе исследования №2 (16,6±6,8%) были статистически незначимы ($t = 0,18$, $p = 0,856$). Однако при анализе структуры осложнений видно, что при применении артропластики они были более тяжелые: в 1 случае ТЭЛА привела к летальному исходу, в 1 случае при вывихе эндопротеза провести повторную операцию не удалось в связи с декомпенсацией сопутствующих хронических заболеваний пациентки, в связи с чем опороспособность конечности

была утрачена. В группе исследования №1 с субкапитальными переломами шейки бедренной кости в 1 случае диагностирована тромбоэмболия мелких ветвей легочной артерии, и во всех случаях отсутствия консолидации перелома функция конечности была нарушена частично, и пациенты передвигались с дополнительной опорой с частичной нагрузкой на конечность. 4 из 11 пациентов были направлены на эндопротезирование в связи со значительным ограничением функции конечности и снижением качества жизни при отсутствии противопоказаний к хирургическому лечению. В группе исследования №2 80% пациентов с несросшимися трансцервикальными переломами шейки бедренной кости направлены на эндопротезирование. Кроме этого, нами проведен анализ экономической составляющей рассматриваемого лечения. Так, тариф на оказание помощи пациенту с переломом шейки бедренной кости с проведением остеосинтеза составляет 31.761 тыс. рублей, с проведением артропластики – 73.027 тыс. рублей. При использовании дифференцированного подхода к выбору метода оперативного лечения, заключающегося в проведении остеосинтеза при трансцервикальных переломах шейки бедра и артропластики при субкапитальных переломах, обнаруживается экономия средств, затраченных на лечение, за счет более низкого тарифа при проведении остеосинтеза (таблица 4).

Таблица 4 – Потребность в лечении переломов шейки бедренной кости в Тамбовской области ежегодно

Показатель	Расчетное количество для региона	Фактические среднегодовые данные
Количество переломов проксимального отдела бедра (n)	1985	404
Количество субкапитальных переломов шейки бедра (31B1) (n)	522	106
Количество трансцервикальных переломов шейки бедра (31B2) (n)	722	147
Стоимость лечения при применении артропластики всем больным (тыс. руб.)	90845.588	18475.831
Стоимость лечения при использовании дифференцированного подхода (тыс. руб.)	61051,536	12409,729
Экономия финансовых средств при использовании дифференцированного подхода (тыс. руб.)	29794,052	6066,102

Из таблицы 4 следует, что при применении дифференцированного подхода к выбору метода оперативного лечения экономия средств составляет более 6 миллионов рублей в год при сохранении фактической потребности в лечении на прежнем уровне и может составить более 29 миллионов рублей при достижении прогностической потребности, рассчитанной теоретически по усредненным данным для центральных регионов России. Полученные данные позволили говорить о целесообразности применения предложенного дифференцированного подхода к выбору метода оперативного лечения переломов шейки бедра и заставили нас разработать новые

усовершенствованные конструкции для остеосинтеза трансцервикальных переломов (винты с двойной разношаговой резьбой и анкерной фиксацией) и провести анализ характеристик остеосинтеза. Всего проведено компьютерное моделирование остеосинтеза у 24 пациентов с трансцервикальными переломами 31B2 по классификации АО.

В результате анализа напряженно-деформированного состояния (значений напряжений и смещений в зоне перелома) при применении различных металлоконструкций выбиралась оптимальная из предложенных металлоконструкций (таблица 5).

Таблица 5 – Наиболее рациональные металлоконструкции по данным компьютерного моделирования

Наилучшая металлоконструкция по результатам компьютерного моделирования	Количество случаев выбора n (%)
Компрессирующие винты с двойной разношаговой резьбой (патент РФ №38579)	8 (33,3%)
Компрессирующий винт с анкерной фиксацией (патент РФ №2225180)	3 (12,5%)
Компрессирующий винт с анкерной фиксацией с втулкой и пластиной (патент РФ №155662)	5 (20,8%)
Динамическая бедренная система (DHS)	4 (16,7%)
Проксимальный бедренный гвоздь (PFN)	2 (8,3%)
Винты АО	2 (8,3%)

Таким образом, учитывая данные компьютерного моделирования остеосинтеза, можно констатировать тот факт, что в 66,7% случаев в качестве металлоконструкции выбора компьютерной программой были предложены разработанные нами металлоконструкции, так как они обеспечили более стабильный остеосинтез. Результаты расчетов показывают хорошие прочностные характеристики остеосинтеза новыми металлоконструкциями, что позволяет говорить о возможности применения их в клинических условиях.

В шестой главе проведена сравнительная оценка метода послеоперационного ведения пациентов с переломами бедренной кости с расчетом индивидуальных нагрузок на конечность в различные периоды восстановительного лечения.

В исследуемых группах не выявлено статистически значимых различий в сроках консолидации перелома (диаграмма 3).

Однако в основной группе не зарегистрировано ни одного случая отсутствия консолидации перелома. Динамика восстановления объема движений в суставах в послеоперационном периоде отражена на диаграмме 4.

В сроки более 30 суток после операции в основной группе отмечалось более значительное увеличение объема движений в суставах, чем в группе сравнения. Спустя 150 суток после операции дефицит объема движений в суставах в группе сравнения был больше, чем в основной

группе, на 8% ($t = 3,13$, $p = 0,003$). Показатели посттравматической гипотрофии мягких тканей бедра после операции представлены в таблице 6.

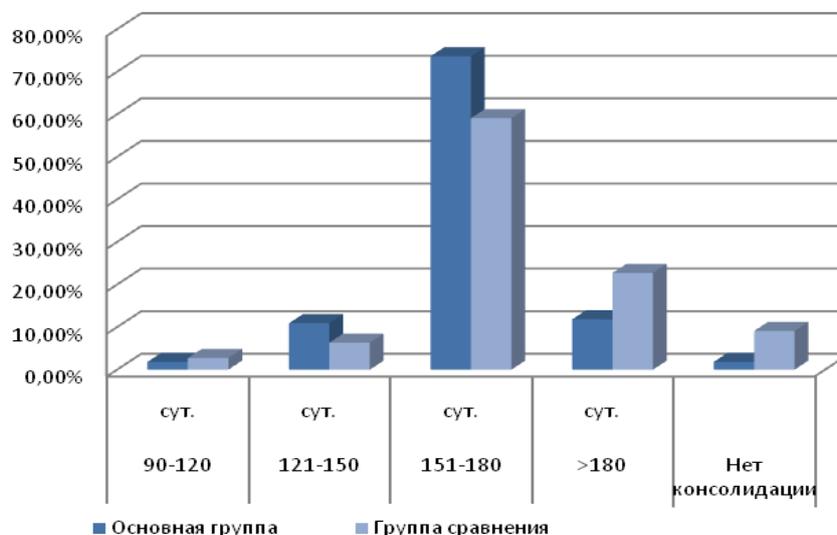


Диаграмма 3 – Сроки формирования костной мозоли по данным рентгенографии

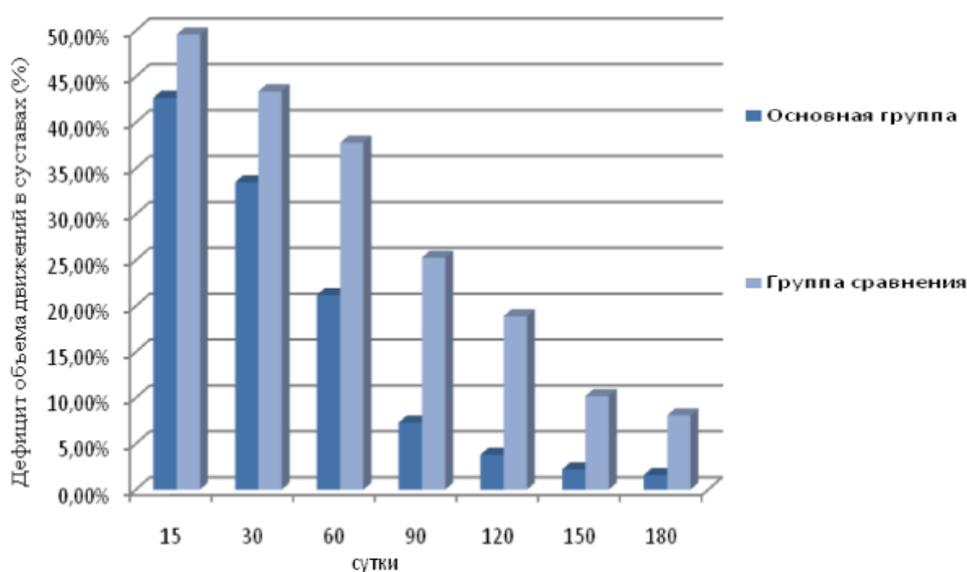


Диаграмма 4 – Динамика восстановления объема движений в тазобедренном и коленном суставах

Таблица 6 – Динамика уменьшения посттравматической гипотрофии мягких тканей бедра в позднем послеоперационном периоде

Группы	Общее число пациентов (n)	Величина посттравматической гипотрофии мягких тканей бедра в послеоперационном периоде		
		30 суток	60 суток	90 суток
Основная группа	20	15,8±4,1	17,3±5,6	19,4±4,43*
Группа сравнения	20	18,7±2,8	30,2±9,5	35,2±4,72

Примечание: * – достоверность различий с группой сравнения $p < 0,05$.

Как видно из таблицы 6, посттравматическая гипотрофия мягких тканей бедра на протяжении всего периода наблюдения была менее выражена в основной группе. Спустя 90 суток после операции величина посттравматической гипотрофии мягких тканей бедра у пациентов основной группы была меньше на 15,8 % ($t = 2,44$, $p = 0,02$) по сравнению с группой сравнения.

В срок до 3 месяцев после операции показатели качества жизни у пациентов сравниваемых групп были сопоставимы (таблица 7).

Таблица 7 – Значения прироста показателей качества жизни пациентов в послеоперационном периоде

Группы	Общее количество пациентов(n)	Прирост показателей качества жизни, %	
		3 месяца	6 месяцев
Психологический компонент здоровья			
Основная группа	20	54,7±2,1	85,2±2,33*
Группа сравнения	20	43,5±1,84	64,8±2,27
Физический компонент здоровья			
Основная группа	20	48,3±2,17	87,1±2,32*
Группа сравнения	20	36,4±1,84	57,6±3,22

Примечание: * – достоверность различий с группой сравнения $p < 0,05$.

Как видно из таблицы 7, в срок до 3 месяцев после операции показатели прироста качества жизни у пациентов сравниваемых групп были слабо выражены и не превышали 55% от начальных значений. Однако в срок от 3 до 6 месяцев после операции в основной группе прирост качества жизни пациентов по показателям физического компонента был достоверно выше уже на 29,5% ($t = 7,43$, $p < 0,005$). По показателям психологического компонента здоровья различия в основной группе и группе сравнения были менее выражены – 20,4% ($t = 6,27$, $p < 0,005$).

Обобщая результаты исследований в группах, можно говорить о лучших результатах лечения в основной группе по таким параметрам, как: показатель дефицита объема движений в суставах, посттравматическая гипотрофия мягких тканей бедра, прирост качества жизни.

В **седьмой** главе описано применение расчета прироста показателей качества жизни пациента в процессе лечения для промежуточной оценки и прогнозирования результатов оперативного лечения. Период от 3 до 6 месяцев после операции был выбран нами как наиболее информативный, ведь именно в эти сроки пациент активизируется, и увеличивается нагрузка на оперированную конечность. Все пациенты в исследовании были разделены на 3 подгруппы. В первую подгруппу вошли пациенты, у которых прирост качества жизни согласно опроснику SF-36 в период с 3 по 6 месяц после операции составил менее 50%. Во вторую подгруппу вошли пациенты, прирост качества жизни которых составил 50–75%. В третью подгруппу вошли пациенты, прирост качества жизни которых составил >75%. На диаграмме 5 представлена частота наступления хороших результатов лечения через 1 год после операции в зависимости от прироста показателей качества жизни пациента по различным шкалам опросника SF-36 в период от 3

до 6 месяцев после операции. Хорошим результатом лечения считали, когда наступала консолидация перелома, восстанавливалась трудоспособность, пациент возвращался к обычной социальной активности (на уровне, предшествующем травме), отсутствовал болевой синдром, дефицит объема движений в суставах поврежденной и здоровой конечности не превышал статистической погрешности, посттравматическая гипотрофия мягких тканей бедра была не более 10% от нормальных значений (диаграмма 5).

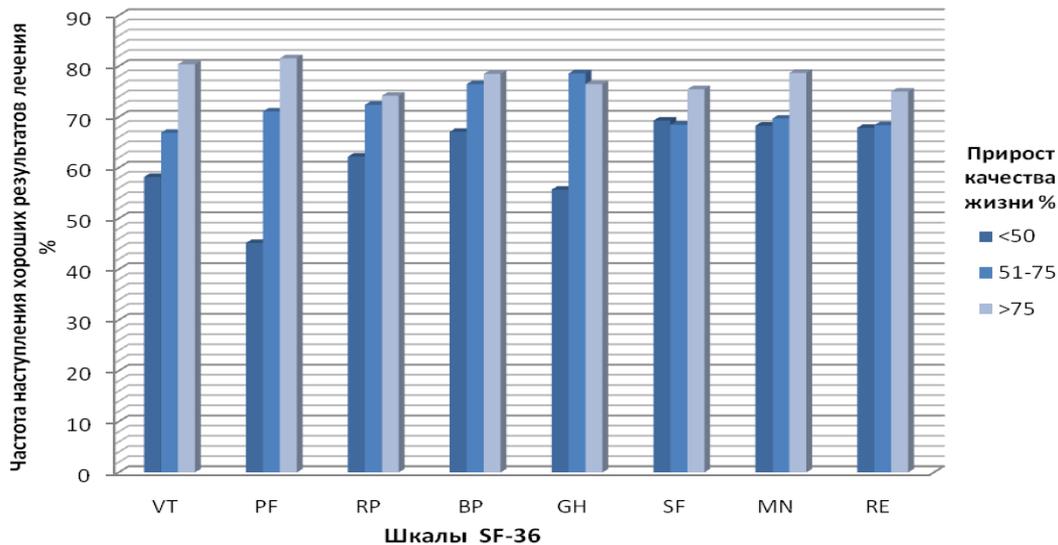


Диаграмма 5 – Частота наступления хороших результатов лечения через 1 год после операции в зависимости от прироста показателей качества жизни

Как следует из представленных данных, наибольшая частота встречаемости хороших результатов лечения через 1 год после операции наблюдалась в подгруппе с приростом качества жизни более 75% по шкалам физического функционирования и жизненной активности. В подгруппе с приростом качества жизни менее 50% по шкале физического функционирования наблюдались хорошие результаты лечения в 45,2±5,4% случаев, что на 25,1% ($t = 4,12$, $p < 0,005$) меньше среднего показателя для генеральной совокупности. В то же время в подгруппе с приростом качества жизни более 75%, наоборот, наблюдалась большая на 11,3% ($t = 3,00$, $p = 0,005$) частота наступления хороших результатов лечения (81,6±2,9%) по сравнению со средним значением (70,3±2,4%). По шкале жизненной активности в подгруппе с приростом качества жизни менее 50% наблюдались хорошие результаты лечения в 58,2±5,2% случаев, что на 12,1% ($t = 2,11$, $p = 0,041$) меньше среднего показателя. В подгруппе с приростом качества жизни более 75% частота наступления хороших результатов лечения возросла на 10,1%. По шкале общего состояния здоровья (General Health-GH) статистически значимые отличия в частоте наступления хороших результатов лечения наблюдались в одной подгруппе, с приростом качества жизни менее 50% она составила 55,4±5,8%, что на 14,9% ($t = 2,37$,

$p = 0,023$) меньше среднего показателя. Следовательно, наиболее прогностически благоприятными факторами достижения хороших результатов лечения спустя 1 год после операции являются выраженность динамики по шкале физического функционирования (Physical Functioning – PF) и жизненной активности (Vitality – VT). Полученные в ходе исследования данные с помощью метода Байеса были объединены в экспертно-консультативную таблицу (таблица 8).

Таблица 8 – Вероятность наступления хорошего результата лечения через 1 год после операции в зависимости от прироста показателей качества жизни больного по шкалам физического функционирования (PF) и жизненной активности (VT)

(VT) %				
>75				
50–75				
<50				
	<50	50–75	>75	(PF) %



Высокая вероятность наступления хорошего результата (>90%)

Средняя вероятность наступления хорошего результата (75–90%)

Низкая вероятность наступления хорошего результата (<75%)

Как видно из приведенной таблицы 8, зная прирост качества жизни пациента спустя 6 месяцев после операции по таким шкалам, как физическое функционирование (PF) и жизненная активность (VT), можно прогнозировать вероятность наступления хорошего результата лечения через 1 год.

Обсуждение результатов исследования. В настоящее время не прекращается поиск новых и усовершенствование имеющихся методик оперативного лечения переломов бедренных костей, а также путей улучшения общих результатов лечения пациентов с переломами бедра. На основании выявленных недостатков в оказании медицинской помощи пациентам с переломами бедренной кости в Тамбовской области нами была предложена схема маршрутизации пациентов с переломами проксимального отдела бедра в специализированные центры, а также расширены показания и сужены противопоказания к оперативному лечению. В ходе проведения работ нами апробирована методика выбора металлоконструкции для оперативного лечения переломов на основе предоперационного компьютерного моделирования остеосинтеза конкретного пациента, что дало положительные результаты. Применение метода позволило увеличить частоту консолидации переломов в ранние сроки и повысить прирост качества жизни в послеоперационном периоде, более полно восстановить объем движений в суставах. При анализе результатов опера-

тивного лечения переломов шейки бедренной кости мы не выявили различий в частоте осложнений при проведении артропластики и остеосинтеза трансцервикальных переломов, однако, учитывая структуру осложнений, можно рекомендовать применение остеосинтеза, как менее травматичного способа лечения, оставляющего шанс на повторные операции при неудовлетворительных результатах. Таким образом, предложен дифференцированный подход к выбору метода оперативного лечения, заключающийся в проведении остеосинтеза при трансцервикальных переломах шейки бедра и артропластики при субкапитальных переломах. В ходе работы нами было проведено компьютерное моделирование остеосинтеза с впервые предложенными конструкциями для остеосинтеза с анкерной фиксацией и винтами с двойной разношаговой резьбой (патенты РФ №2225180, №155662, №38579). Результаты моделирования показали лучшие характеристики остеосинтеза новыми конструкциями в 66,7% случаев. В ходе работы определено, что величина максимально допустимой нагрузки на кость непосредственно после операции варьирует в зависимости от множества факторов, таких как пол, возраст, конституция пациента, определяющих структурные и анатомические особенности кости, а также от вида перелома. Применение предложенной формулы расчета нагрузок на конечность в послеоперационном периоде индивидуально для каждого пациента также улучшило результаты лечения. Так, в срок от 3 до 6 месяцев после операции в основной группе прирост качества жизни пациентов по показателям физического компонента было достоверно выше на 29,5%. Также при проведении работы нами была предложена методика оценки прироста показателя качества жизни пациентов в послеоперационном периоде и разработана экспертно-консультативная таблица. Так, зная прирост качества жизни пациента спустя 6 месяцев после операции по таким шкалам, как физическое функционирование (PF) и жизненная активность (VT), можно прогнозировать вероятность достижения хорошего результата лечения через 1 год и скорректировать лечение. Таким образом, применение комплексного подхода к лечению переломов бедренной кости, основанного на компьютерном моделировании остеосинтеза, позволяет не только решить проблему выбора тактики оперативного лечения пациентов с переломами бедра, но и выработать наиболее рациональный план восстановительного лечения, а также оценивать возможности для восстановления трудовой и социальной активности пациента.

ВЫВОДЫ

1. На фоне роста дорожно-транспортного травматизма и частоты оперативного лечения переломов бедренной кости сохраняется значительное число неудовлетворительных результатов лечения, что указывает на необходимость совершенствования хирургической помощи путем использования компьютерных экспертно-консультативных систем для выбора оптимальной методики остеосинтеза с учетом индивидуальных особенностей пациента.

2. Разработанная универсальная методика позволяет прогнозировать возможные смещения и напряжения, возникающие в зоне остеосинтеза, что дает возможность до проведения операции выбрать оптимальную из 13 заложенных в программу металлоконструкций.

3. Применение в клинической практике методики предоперационного планирования позволяет в результате проведения компьютерного моделирования остеосинтеза в автоматическом режиме выбрать оптимальный метод остеосинтеза, опираясь на созданную компьютерную базу данных бедренных костей.

4. Применение предоперационного компьютерного моделирования остеосинтеза позволило увеличить на 14,55% количество случаев наступления консолидации перелома в срок до 180 суток с момента операции и снизить частоту отсутствия консолидации перелома на 7,28%, повысить прирост качества жизни пациента на 14,7%, а также способствовало более полному восстановлению объема движений в суставах.

5. Впервые предложенные конструкции для остеосинтеза с анкерной фиксацией и винты с двойной разношаговой резьбой (патенты РФ №2225180, №155662, №38579) позволили в 66,7% случаев добиться лучших характеристик остеосинтеза по сравнению с ранее известными конструкциями по данным компьютерного моделирования.

6. Применение предложенного метода расчета допустимых нагрузок на конечность по разработанной формуле в послеоперационном периоде по результатам компьютерного моделирования допустимых напряжений и смещений в зоне остеосинтеза позволяет индивидуально корректировать уровень физической нагрузки и двигательный режим во время восстановительного периода, что позволяет увеличить вероятность консолидации переломов через 180 суток после операции на 10%, уменьшить дефицит объема движений в суставах на 150 сутки после операции на 8%, снизить посттравматическую гипотрофию мягких тканей бедра на 15,8% и увеличить прирост качества жизни пациентов по показателям физического компонента на 29,5%.

7. Установлено, что хорошие результаты лечения переломов бедренной кости через один год после операции в значительной мере ассоциированы с приростом показателей качества жизни больного на 75% и более по шкале физического функционирования и 50% и более по шкале жизненной активности опросника SF-36 в первые 6 месяцев после остеосинтеза.

8. Разработанный метод прогнозирования вероятности наступления хорошего результата лечения с помощью предложенной экспертно-консультативной таблицы, базирующийся на оценке динамики прироста качества жизни пациентов в первые 6 месяцев после операции по шкалам опросника SF-36, позволяет с вероятностью более 90% прогнозировать хороший результат лечения при условии прироста качества жизни по шкале физического функционирования на 75% и более, и шкале жизненной активности более 50%.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. В целях улучшения качества и доступности медицинской помощи пациентам с переломами проксимального отдела бедренной кости в регионах Российской Федерации, схожих по географическим и демографическим показателям, рекомендуем рассмотреть вопрос законодательного закрепления маршрутизации пациентов в специализированные центры для лечения переломов шейки бедра, с расширением показаний для оперативного лечения.

2. Для проведения оперативного лечения переломов бедренной кости рекомендуется максимально расширить спектр применяемых для остеосинтеза металлоконструкций в каждом учреждении, оказывающем специализированную травматологическую помощь.

3. При выборе металлоконструкции для остеосинтеза переломов бедренной кости и оценке риска повторных переломов рекомендуется проведение предоперационного компьютерного моделирования остеосинтеза.

4. В процессе компьютерного моделирования остеосинтеза рекомендуется использование компьютерной базы данных программно-информационного комплекса, что позволяет выбрать оптимальный метод фиксации и объективизировать процесс предоперационного планирования.

5. При выборе тактики хирургического лечения пациентов с переломами шейки бедра целесообразно придерживаться дифференцированного подхода, заключающегося в проведении артропластики при субкапитальных переломах и остеосинтеза – при трансцервикальных.

6. Разработанные и апробированные конструкции винтов с анкерной фиксацией, двойной разношаговой резьбой для остеосинтеза шейки бедренной кости могут быть рекомендованы для клинических испытаний.

7. Для составления и коррекции программы восстановительного лечения пациента после операции необходимо учитывать результаты предоперационного компьютерного моделирования, данные расчета допустимых нагрузок на зону остеосинтеза.

8. Для оценки и прогнозирования отсроченных результатов лечения пациентов с переломами бедренной кости рекомендуется отслеживать динамику качества жизни пациента, основанную на определении прироста значений качества жизни по шкалам физического функционирования и жизненной активности опросника SF-36 в первые 6 месяцев после проведения операции.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Пат. 2225180 Российская Федерация, МПК 7 А61В 17/68, А61В 17/72, А61В 17/74, А61В 17/76, А61В 17/78. Компрессирующий винт / Морозов В.П., Киреев С.И., Ямщиков

О.Н., Богатов В.Б.; патентообладатель «Саратовский государственный медицинский университет». – № 2001133957/14; заявл. 13.12.2001; опубл. 10.03.2004. – Бюл. № 7.

2. Пат. 38579 РФ, МПК 7 А61В 17/58. Компрессирующий винт / Морозов В.П., Ямщиков О.Н., Москов Л.А.; патентообладатель Морозов Владимир Петрович. – № 2004100380/20; заявл. 08.01.2004; опубл. 10.07.2004. – Бюл. № 19.

3. Morozov, V.P. Estimation of condition of bone metabolism in patients with cervical hip fractures / V.P. Morozov, V.A. Mitrofanov, L.A. Moskov, O.N. Yamshchikov, M.A. Gavrilov // Травматология и ортопедия России. – 2006. – № 2 (40). – С. 207.

4. Морозов, В.П. Способ лечения больных с переломами шейки бедра компрессирующими винтами / В.П. Морозов, А.Н. Решетников, О.Н. Ямщиков, Л.А. Москов, Е.И. Пшеничная // Травматология и ортопедия России. – 2006. – № 2 (40). – С. 209.

5. Марков, Д.А. Региональная гемодинамика в процессе лечения пациентов с диафизарными переломами бедренной кости / Д.А. Марков, В.П. Морозов, О.Н. Ямщиков, А.Н. Перегородов, Д.Н. Перегородов // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2010. – Т. 6, № 2. – С. 439-441.

6. Ямщиков, О.Н. Компьютерное моделирование в предоперационном планировании при лечении переломов бедренной кости / О.Н. Ямщиков, Д.А. Марков, Р.К. Абдулнасыров, Д.В. Афанасьев, А.А. Ненашев // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2010. – Т. 15, № 5. – С. 1508-1510.

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

8. Ямщиков, О.Н. Микроциркуляторные нарушения у больных с патологией опорно-двигательного аппарата (Обзор литературы) / О.Н. Ямщиков, С.И. Киреев, Д.А. Марков // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2011. – Т. 16, № 1. – С. 339-342.

9. Ямщиков, О.Н. Компьютерное обоснование блокируемого интрамедуллярного остеосинтеза при хирургическом лечении переломов бедренной кости / О.Н. Ямщиков, И.А. Норкин, В.П. Морозов, В.Н. Белоногов, Д.А. Марков // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2012. – Т. 17, № 2. – С. 629-631.

10. Ямщиков, О.Н. Компьютерное моделирование бедренной кости человека / О.Н. Ямщиков, И.А. Норкин, Д.А. Марков, Р.К. Абдулнасыров, Д.Н. Перегородов, А.Ю. Заигралов // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2012. – Т. 17, № 3. – С. 904-907.

11. **Норкин, И.А. Некоторые аспекты компьютерного моделирования проксимального отдела бедренной кости / И.А. Норкин, О.Н. Ямщиков, Д.А. Марков, Р.К. Абдулнасыров, Д.Н. Перегородов, А.Ю. Заигралов // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2012. – Т. 17, № 3. – С. 908-914.**

12. Марков, Д.А. Моделирование остеосинтеза диафизарных переломов бедренной кости / Д.А. Марков, О.Н. Ямщиков, И.А. Норкин, Д.В. Афанасьев // Вопросы травматологии и ортопедии. – 2012. – № 3. – С. 12-16.

13. Ямщиков, О.Н. Применение компьютерного моделирования в предоперационном планировании лечения пациентов с переломами дистального отдела бедренной кости / О.Н. Ямщиков, Д.А. Марков, С.А. Емельянов // Современные концепции развития науки: сборник статей Международной научно-практической конференции. – Уфа: Научный Центр «Аэтерна», 2014. – С. 323-326.

14. Ямщиков, О.Н. Применение компьютерного моделирования остеосинтеза переломов проксимального отдела бедренной кости для автоматизированного выбора металлоконструкции / О.Н. Ямщиков, С.А. Емельянов, Д.В. Балаев, А.Е. Горобец // Материалы X Юбилейного Всероссийского съезда травматологов-ортопедов России. – М., 2014. – С. 202.

15. **Ямщиков, О.Н. Сравнительный анализ прочности фиксации при моделировании остеосинтеза переломов бедренной кости / О.Н. Ямщиков, Д.А. Марков, С.А. Емельянов, К.П. Зверева, А.Е. Бычков // Казанский медицинский журнал. – 2014. – Т. 95, № 3. – С. 392-394.**

16. **Ямщиков, О.Н. Предоперационное планирование с применением компьютерного моделирования в лечении переломов дистального отдела бедренной кости / О.Н. Ямщиков, Д.А. Марков, С.А. Емельянов / Медицинская наука и образование Урала. – 2014. – Т. 15, № 3 (79). – С. 81-84.**

17. Ямщиков, О.Н. Использование автоматизированного выбора металлоконструкции для остеосинтеза переломов проксимального отдела бедренной кости на основе компьютерного моделирования / О.Н. Ямщиков, И.А. Норкин, Д.А. Марков, С.А. Емельянов // Врач-аспирант. – 2014. – Т. 65. – № 4. – С. 26-30.

18. Ямщиков, О.Н. Клинический случай использования автоматизированного выбора металлоконструкции для оперативного лечения пациента с переломом бедренной кости в условиях остеопороза / О.Н. Ямщиков, И.А. Норкин, С.А. Емельянов, Д.А. Марков // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2014. – Т. 19, № 3. – С. 977-980.

19. Ямщиков, О.Н. Применение показателей индивидуально-типологической изменчивости анатомического строения бедренных костей человека для компьютерного моделирования / О.Н. Ямщиков, Д.А. Марков, С.А. Емельянов, А.Н. Перегородов, Д.В. Балаев, Т.И. Савельева // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2014. – Т. 19, № 6. – С. 1965-1967.

20. Ямщиков, О.Н. Исследование и сравнительная оценка показателей прочности фиксации отломков модели бедренной кости различными типами аппаратов внешней фиксации и накостных пластин / О.Н. Ямщиков, И.А. Норкин, С.А. Емельянов, Д.А. Марков // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2014. – Т. 19, № 6. – С. 1968-1970.

21. 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.

22. Ямщиков, О.Н. Компьютерное моделирование в травматологии и ортопедии (Обзор литературы) / О.Н. Ямщиков // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2014. – Т. 19, № 6. – С. 1974-1979.

23. Ямщиков, О.Н. Применение чрескостного остеосинтеза аппаратами внешней фиксации при переломах бедренных костей в современных условиях / О.Н. Ямщиков, Д.А. Марков, С.А. Емельянов // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2014. – Т. 10, № 4. – С. 645-648.

24. Ямщиков, О.Н. Предоперационное планирование остеосинтеза бедренных костей / О.Н. Ямщиков, С.А. Емельянов // Теоретические и прикладные аспекты современной науки. – Белгород, 2014. – № 6-2. – С. 167-170.

25. Ямщиков, О.Н. Применение компьютерного моделирования в лечении переломов бедренных костей / О.Н. Ямщиков // Наука и образование: сборник научных трудов по материалам II Международной научно-практической конференции / Международная Академия Туризма в Анталии; Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина. – Тамбов, 2015. – С. 102-110.

26. Ямщиков, О.Н. Актуальные вопросы лечения переломов проксимального отдела бедра / О.Н. Ямщиков // Теоретические и прикладные аспекты современной науки. Серия: естественно-техническая. – Тамбов, 2015. – С. 107-123.

27. Емельянов, С.А. Оперативное лечение переломов шейки бедренной кости / С.А. Емельянов, О.Н. Ямщиков // *Фундаментальные и прикладные научные исследования: сборник статей международной научно-практической конференции* / отв. ред. Р.Н. Шайбаков. – М., 2015. – С. 199-201.

28. Пат. 155662 РФ, МПК А61В 17/58, А61В 17/68, А61В 17/74, А61В 17/76, А61В 17/78. Компрессирующий винт / Ямщиков О.Н., Киреев С.И., Емельянов С.А.; патентообладатель Ямщиков Олег Николаевич. – № 2015109425/14; заявл. 17.03.2015; опубл. 20.10.2015. – Бюл. № 29.

29. Ямщиков, О.Н. Последствия оперативного лечения переломов шейки бедренной кости / О.Н. Ямщиков // *Актуальные вопросы естественных и технических наук: сборник научных трудов по материалам II Международной научно-практической конференции*. – Тамбов, 2015. – С. 88-91.

30. Ямщиков, О.Н. Клиническая оценка стабильности фиксации отломков при переломах шейки бедренной кости / О.Н. Ямщиков // *Актуальные вопросы естественных и технических наук: сборник научных трудов по материалам II Международной научно-практической конференции*. – Тамбов, 2015. – С. 92-94.

31. Ямщиков, О.Н. Возможности использования компьютерного моделирования для выбора метода оперативного лечения перелома проксимального отдела бедренной кости / О.Н. Ямщиков, С.А. Емельянов, Д.А. Марков, Д.В. Балаев, Т.И. Савельева // *Вестник Ивановской медицинской академии*. – 2015. – Т. 20, № 3. – С. 52-55.

32. Ямщиков, О.Н. Компьютерное моделирование остеосинтеза шейки бедренной кости / О.Н. Ямщиков, С.А. Емельянов // *Современные проблемы науки и образования*. – 2015. – № 4. – С. 477. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=21187>

33. Ямщиков, О.Н. Применение автоматизированного выбора методики оперативного лечения пациента с переломом дистального отдела бедренной кости в условиях несостоятельного остеосинтеза и вторичного смещения отломков / О.Н. Ямщиков // *Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки*. – 2015. – Т. 20, № 2. – С. 319-321.

34. Ямщиков, О.Н. Применение этапного оперативного лечения открытых переломов бедренных костей / О.Н. Ямщиков, С.А. Емельянов, Д.А. Марков, А.В. Гришин, А.Н. Перегородов // *Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки*. – 2015. – Т. 20, № 2. – С. 325-327.

35. Ямщиков, О.Н. Лечение переломов бедренных костей у пациентов с множественной травмой и травматическим шоком / О.Н. Ямщиков // *Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки*. – 2015. – Т. 20, № 4. – С. 817-820.

36. Ямщиков, О.Н. Применение компьютерного моделирования на костного остеосинтеза в клинических условиях / О.Н. Ямщиков, И.А. Норкин, С.А. Емельянов, Д.А. Марков // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 8-2. – С. 290-293.

37. Ямщиков, О.Н. Остеосинтез динамической бедренной системой при переломах проксимального отдела бедренной кости / О.Н. Ямщиков, С.А. Емельянов // Современные тенденции развития науки и технологий. – 2015. – № 1-3. – С. 101-103.

38. Ямщиков, О.Н. Остеосинтез подвздошных переломов бедренных костей с использованием компьютерного моделирования / О.Н. Ямщиков // Современные принципы и технологии остеосинтеза костей конечностей, таза и позвоночника: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – СПб., 2015. – С. 107-108.

39. Ямщиков, О.Н. Применение компьютерного моделирования для прогнозирования и профилактики переломов бедренной кости в послеоперационном периоде / О.Н. Ямщиков, С.А. Емельянов // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2016. – Т. 21, № 6. – С. 2278-2281. – DOI 10.20310/1810-0198-2016-21-6-2278-2281.

40. Ямщиков, О.Н. Планирование остеосинтеза при базальных переломах шейки бедренной кости / О.Н. Ямщиков, С.А. Емельянов // Применение современных технологий лечения в Российской травматологии и ортопедии: сборник тезисов по материалам Международной конференции «ТРАВМА –2016». – М., 2016. – С. 218.

41. Ямщиков, О.Н. Организация хирургической травматолого-ортопедической помощи населению малого города / О.Н. Ямщиков, С.А. Емельянов // Современные тенденции развития науки и технологий. – 2016. – № 7-3. – С. 50-52.

42. Зуев, П.П. Современные тенденции развития интрамедуллярного остеосинтеза диафизарных переломов бедренной кости / П.П. Зуев, О.Н. Ямщиков // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2017. – Т. 22, № 1. – С. 183-186. – DOI 10.20310/1810-0198-2017-22-1-183-186.

43. Ямщиков, О.Н. Этапный остеосинтез бедренных костей у пациентов с политравмой / О.Н. Ямщиков, С.А. Емельянов // Актуальные вопросы травматологии-ортопедии Сибири и Дальнего Востока: сборник работ травматологического форума Сибири и Дальнего Востока / под ред. проф. А.А. Очкуренко. – Красноярск, 17–18 ноября 2017 г. – М.: Эко-Пресс, 2017. – С. 218-220.

44. Ямщиков, О.Н. Предоперационное компьютерное моделирование на костного остеосинтеза / О.Н. Ямщиков, С.А. Емельянов, Н.В. Емельянова // Особенности современного этапа

развития естественных и технических наук: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 2 ч. / под общ. ред. Е.П. Ткачевой. – Белгород, 2018. – С. 157-159.

45. Ямщиков, О.Н. Компьютерное моделирование при этапном остеосинтезе бедренных костей / О.Н. Ямщиков, С.А. Емельянов, А.Н. Петрухин // Материалы XI Всероссийского съезда травматологов-ортопедов. – СПб., 2018. – С. 692-693.

46. Ямщиков, О.Н. Применение показателей прироста качества жизни пациента в процессе лечения для прогноза результатов оперативного лечения переломов бедренных костей / О.Н. Ямщиков, С.А. Емельянов // Политравма. – 2019. - №2. – С. 66-70.

47. Заявка на изобретение 2019115753. Метод расчета максимальной допустимой нагрузки на конечность после остеосинтеза / Ямщиков О.Н., Емельянов С.А. – заявл. 22.05.2019.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ТЕРМИНЫ И СОКРАЩЕНИЯ

АО	-Ассоциация остеосинтеза
АВФ	-Аппарат внешней фиксации
БИОС	-Блокируемый интрамедуллярный остеосинтез
ДПО	-Динамический показатель отека
КВ с АФ	-Компрессирующий винт с анкерной фиксацией
КВ с АФП	-Компрессирующий винт с анкерной фиксацией с втулкой и пластиной
КТ	-Компьютерная томография
КЭМ	-Конечно-элементное моделирование
НДС	-Напряженно-деформированное состояние
ПИК	-Программно-информационный комплекс
РМИС	-Региональная медицинская информационная система
РМН	-Расчетная максимальная нагрузка
РОП	-Разница оптической плотности
ТОГБУЗ	-Тамбовское областное государственное бюджетное учреждение здравоохранения
ТЭЛА	-Тромбоэмболия легочной артерии
ЦРБ	-Центральная районная больница
ЭН	-Эквивалентное напряжение
DCS	-Dynamic Condylar Screw (Динамический мыщелковый винт)
DHS	-Dynamic Hip Screw (Динамический бедренный винт)
PFN	-Proximal femoral nail (Проксимальный бедренный гвоздь)

Подпись диссертанта

О.Н.Ямщиков

Подписано в печать «13» сентября 2019 г.
Формат 60×90/16. Объем 2,0 п.л., 1,7 авт. л., 1,96 усл. печ. л.
Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman.
Заказ №763. Тираж 150 экз.

Издательство ИП Чеснокова А.В.
392020, г. Тамбов, ул. О. Кошевого, 14.
Отпечатано в полном соответствии с авторским оригиналом
в типографии «Взгляд». 392020, г. Тамбов, ул. О. Кошевого, 14.
Тел.+7(4752)53-60-84. E-mail: tipograf75@mail.ru

