

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ НЕПРЕРЫВНОГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

Семенистый Антон Алексеевич

**Хирургические приемы достижения и поддержания репозиции при
интрамедуллярном остеосинтезе внесуставных переломов проксимального
отдела большеберцовой кости**

14.01.15 – Травматология и ортопедия

Диссертация

на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук, профессор
Литвина Елена Алексеевна

Москва - 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
Глава 1. Обзор литературы.....	14
1.1 Анатомо-биомеханические особенности при переломах костей проксимального отдела голени	14
1.2 Классификация.....	17
1.3 Методы лечения переломов верхней трети большеберцовой кости.....	20
1.3.1 Временная фиксация.....	20
1.3.2 Окончательная фиксация.....	22
1.4 Интрамедуллярный остеосинтез	30
Глава 2. Материалы и методы.....	46
2.1 Клинико-статистическая характеристика пациентов.....	48
2.2 Клинический метод	56
2.3 Радиологический метод	58
2.4 Оценка качества репозиции	61
2.5 Оценка качества жизни пациента и функционального статуса конечности.....	62
2.6 Статистическая обработка данных	64
Глава 3. Экспериментальное исследование жесткости интрамедуллярной фиксации на пластиковых моделях внесуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости.....	65
3.1 Планирование	65
3.2 Подготовка	66
3.3 Эксперимент	68
3.4 Анализ и интерпретация результатов	69
3.5 Общий вывод эксперимента	77
Глава 4. Выбор оптимальной хирургической тактики.....	79
4.1 Классификация внесуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости для планирования интрамедуллярного остеосинтеза (PFL-TN).....	79
4.2 Алгоритм выбора тактики лечения.....	84
Глава 5. Результаты лечения пациентов с внесуставными переломами верхней трети большеберцовой кости методом интрамедуллярного остеосинтеза.....	111
5.1 Оценка качества достигнутой репозиции в основной и контрольной группах.....	111
5.2 Оценка эффективности используемых репозиционных приемов	116
5.3 Оценка ранних результатов	128
5.4 Оценка среднесрочных результатов.....	131
5.5 Анализ ошибок и осложнений	141

Заключение	144
Выводы	151
Практические рекомендации	153
Список сокращений и условных обозначений.....	155
Список литературы.....	156
Приложение А.....	175
Приложение Б.....	179
Приложение В.....	181

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Лечение внесуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости (ВППОБК) традиционно связано с большим количеством осложнений [2]. Высокоэнергетический характер травмы и подкожное расположение большеберцовой кости по переднелатеральной и переднемедиальной сторонам в верхней трети приводят к высокой частоте открытых переломов [10,65]. Так же имеется высокий риск повреждения сосудисто-нервного пучка, расположенного кзади от большеберцовой кости в верхней трети [37].

Важно отметить ряд биомеханических факторов, усложняющих репозицию и фиксацию ВППОБК. Разнонаправленное действие мышц на отломки приводит типичной вальгусной и антекурвационной деформации, усиливающейся при сгибании коленного сустава [2,95,104].

Кроме достижения качественной репозиции, особые трудности представляет ее поддержание на время сращения перелома. Стабильная фиксация проксимального отломка, заполненного мягкой губчатой костью и имеющего тонкий кортикальный слой, до сих пор остается сложной задачей. Вторичное смещение отломков происходит как при внешнем, так и при внутреннем остеосинтезе. Для решения данной проблемы предложено множество хирургических приемов, увеличивающих стабильность фиксации короткого отломка, однако до сих пор нет исследований, позволяющих провести объективную оценку их эффективности [98,157,163].

Консервативные методы лечения редко приводят к хорошим функциональным результатам и сопряжены с большим количеством осложнений [140,171]. Из хирургических методов лечения популярностью пользуются как внешний, так и внутренний остеосинтез, однако каждый из них имеет ряд существенных недостатков.

Компрессионно-дистракционный остеосинтез по методу Илизарова часто позволяет добиться сращения переломов в правильном положении. Однако данный

метод сопряжен с большим количеством инфекционных осложнений, очень часто приводит к развитию контрактур в смежных суставах, а наличие внешнего фиксатора значительно снижает уровень жизни пациентов [2,107,128].

Открытая репозиция и остеосинтез пластиной осложняется присоединением глубокой инфекции более чем в 30% случаев, что объясняется травматичностью метода [163]. Использование минимально инвазивной хирургической техники и блокируемых пластин уменьшило число инфекционных осложнений, однако оно по-прежнему остается высоким. Более того, из-за сложностей при выполнении закрытой репозиции наблюдается большое количество сращений в неправильном положении. Эксцентричное расположение пластины часто не обеспечивает достаточной степени стабильности фиксации, что приводит к вторичному смещению отломков и несращениям [49,122,153].

Интрамедуллярный остеосинтез имеет биологические и биомеханические преимущества по сравнению с накостным остеосинтезом, а также не приводит к развитию контрактур смежных суставов и снижению качества жизни, как это происходит при лечении в аппарате Илизарова [2,36,112,116]. Однако, значительным ограничением данного метода является сложность при достижении и поддержании репозиции отломков. По данным литературы частота сращений в неправильном положении достигает 84%, поэтому авторы рекомендуют воздержаться от данного метода при лечении ВППОБК [84,127,129].

Анатомо-биомеханические особенности проксимального отдела голени, минимально инвазивная техника выполнения операции и возможность начала ранней реабилитации делают интрамедуллярный остеосинтез наиболее перспективным методом лечения ВППОБК, который на сегодняшний день не в полной мере реализовал свой потенциал ввиду недостаточно разработанной техники выполнения и удержания репозиции. Описанные проблемы с репозицией, могут быть решены путем использования специальных хирургических приемов [35,132]..

Степень разработанности темы исследования

В литературе описаны различные способы, позволяющие достичь более качественной репозиции и стабильной фиксации при интрамедуллярном остеосинтезе проксимальных переломов большеберцовой кости. Среди них стоит выделить: выбор штифта соответствующего дизайна, остеосинтез на полуразогнутом коленном суставе, изменение точки введения штифта в костномозговой канал, применение отклоняющих (поллерных) винтов или спиц, использование вспомогательных пластин, серкляжей, стягивающих винтов, использование репозиционных устройств, а так же обычных репозиционных щипцов [2,35,54,74,95,120,135,151,186].

Дизайн штифта играет важное значение при интрамедуллярном остеосинтезе ВППОБК [103,165]. Однако исследований, достоверно оценивающих качество репозиции при различных дизайнах интрамедуллярного штифта нет. Бекреев Д.А. в своей диссертационной работе предложил использовать штифт собственного дизайна, имеющий преимущества при интрамедуллярном остеосинтезе таких переломов. Однако дизайн проведенного исследования не позволяет сделать выводы относительно преимуществ данного имплантата перед доступными аналогами [2].

Многие авторы рекомендуют выполнение остеосинтеза на полуразогнутом (сгибание 15-30°) коленном суставе. За счет нейтрализации действия мышц на отломки репозиция таких переломов становится технически проще. В русскоязычной литературе нет публикаций, посвященных использованию данной методики. Большинство зарубежных публикаций посвящено оценке риска внутрисуставных повреждений и частоте развития болей в коленном суставе по сравнению со стандартной техникой [44,85]. Публикаций, посвященных оценке качества репозиции при использовании данной методики нет.

При описании техники интрамедуллярного остеосинтеза ВППОБК многие авторы рекомендуют использовать более проксимальную и латеральную точку введения штифта, чем при диафизарных переломах. Клинических исследований, сравнивающих влияние точки входа на окончательные результаты лечения нет [86,168].

Использование поллерных винтов и спиц является эффективным методом репозиции околоуставных переломов при интрамедуллярном остеосинтезе. В 1999 году Krettek С. с соавт. опубликовали результаты лечения 23 пациентов с околоуставными переломами проксимального и дистального отдела большеберцовой кости методом интрамедуллярного остеосинтеза с применением поллерных винтов. Недостатками дизайна данного исследования является отсутствие контрольной группы, четких критериев оценки результатов и критериев включения. На основании данного исследования нельзя сделать вывод об эффективности описанной методики [120]. Другие работы, посвященные использованию поллерных винтов, так же не позволяют достоверно оценить эффективность данных приемов репозиции [38,95,160]. Многие авторы отмечают значительные сложности в определении точного места проведения поллерного винта, что снижает их эффективность и повышает количество интраоперационных осложнений. В связи с этим они рекомендуют использовать поллерные спицы [35,93]. Эффективность использования поллерных спиц так же не оценена в клинических исследованиях.

Использование более инвазивных методов репозиции, таких как стягивающие винты, серкляжная проволока, репозиционные щипцы и монокортикальная пластина, потенциально повышает риск развития инфекционных осложнений ввиду их травматичности. В литературе недостаточно статистически достоверных данных, позволяющих сделать выводы об эффективности и безопасности описанных приемов при ВППОБК [60,96,164,165].

Еще одним решением проблемы репозиции является использование специальных репозиционных устройств. В литературе недостаточно объективных данных, позволяющих судить о преимуществе того или иного метода. Некоторые авторы рекомендуют применение ортопедического стола и скелетного вытяжения, однако очевидно, что данные методики значительно уступают по качеству достигаемой репозиции другим устройствам, таким как дистрактор АО и аппараты наружной фиксации [54,108,137,159, 165].

Бекреев Д.А. в диссертационной работе описывает использование репозиционного устройства на базе аппарата Илизарова. По данным авторов, удовлетворительной репозиции удавалось достичь в 94.6%. При этом средняя продолжительность операции составила 136 минут, что значительно дольше, чем при других техниках [2,35]. Ввиду ретроспективного дизайна исследования и отсутствия равноценной группы сравнения достоверно оценить эффективность данной методики не представляется возможным.

В зарубежной литературе описаны различные варианты репозиционных устройств на базе тубулярных аппаратов наружной фиксации. Безусловным достоинством данных устройств является простота в компоновке, по сравнению с кольцевыми аппаратами [42,45]. Однако на настоящий момент недостаточно исследований, позволяющих оценить и сравнить их эффективность.

Таким образом, в настоящее время недостаточно исследований, позволяющих оценить эффективность различных хирургических приемов, а хирургическая техника многих из них имеет существенные недостатки, которые требуют дальнейшего осмысления. Изучение и усовершенствование методов достижения и поддержания репозиции при интрамедуллярном остеосинтезе ВППОБК требует большого внимания со стороны исследователей и является актуальной проблемой.

Цель исследования

Усовершенствование методов планирования и выполнения операций интрамедуллярного остеосинтеза внесуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости.

Задачи

1. Провести ретроспективный анализ результатов лечения пациентов с внесуставными переломами верхней трети большеберцовой кости методом интрамедуллярного остеосинтеза
2. Изучить в экспериментальном исследовании влияние длины проксимального отломка на жесткость фиксации и выявить наиболее стабильные варианты

блокирования штифта при интрамедуллярном остеосинтезе переломов верхней трети большеберцовой кости

3. Разработать клиническую классификацию внесуставных переломов верхней трети большеберцовой кости, основанную на длине проксимального отломка, позволяющую оптимизировать планирование операции интрамедуллярного остеосинтеза
4. Разработать и внедрить в клиническую практику технику фиксатор-ассистированного интрамедуллярного остеосинтеза на основе тубулярного аппарата наружной фиксации
5. Разработать алгоритм выполнения интрамедуллярного остеосинтеза внесуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости, оценить его эффективность в проспективном клиническом исследовании и сравнить полученные результаты с результатами лечения пациентов ретроспективной группы

Научная новизна

1. В экспериментальном исследовании обоснованы различия в жесткости достигаемой фиксации при интрамедуллярном остеосинтезе внесуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости при различной длине проксимального отломка
2. Разработана классификация внесуставных переломов верхней трети большеберцовой кости (PFL-TN - Proximal Fragment Length Classification for Tibial Nailing), основанная на длине проксимального отломка и морфологии перелома, позволяющая производить предоперационное планирование при интрамедуллярном остеосинтезе
3. Определена минимально допустимая длина проксимального отломка для проведения интрамедуллярного остеосинтеза внесуставных переломов верхней трети большеберцовой кости
4. Предложены наиболее стабильные варианты блокирования штифта в зависимости от длины проксимального отломка

5. Разработана методика фиксатор-ассистированного интрамедуллярного остеосинтеза с применением репозиционного устройства на базе тубулярного аппарата внешней фиксации
6. Предложена балльная система оценки качества репозиции переломов большеберцовой кости, основанная на известных допустимых смещениях при лечении переломов большеберцовой кости
7. Предложен алгоритм выполнения интрамедуллярного остеосинтеза при внесуставных переломах проксимального отдела большеберцовой кости и обоснована его эффективность при сравнении ретроспективного и проспективного клинического материала

Теоретическая и практическая значимость работы

Использование разработанного репозиционного устройства позволяет значительно облегчить методику выполнения интрамедуллярного остеосинтеза при любых переломах большеберцовой кости. Данная методика технически проще и эффективнее, чем описанные ранее аналоги, не требует использования специализированного медицинского инструментария и не увеличивает продолжительность операции.

Использование классификации PFL-TN и предложенного алгоритма выполнения интрамедуллярного остеосинтеза внесуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости позволяют дифференцировано подходить к выбору метода лечения и использованию интраоперационных хирургических приемов в зависимости от типа перелома и имеющихся в учреждении интрамедуллярных фиксаторов.

Предложенный алгоритм интрамедуллярного остеосинтеза позволяют снизить количество осложнений и улучшить функциональные результаты лечения пациентов с внесуставными переломами проксимального отдела большеберцовой кости, не требует использования специализированного дорогостоящего оборудования и может быть внедрен в любом медицинском учреждении на территории Российской Федерации.

Методология и методы исследования

Методологической основой диссертационного исследования явилось последовательное применение методов научного познания с использованием системного подхода, основанного на методах доказательной медицины. В работе использованы следующие методы: экспериментальные, клинические, инструментальные, аналитические и статистические.

Положения, выносимые на защиту

1. Для оптимизации техники репозиции костных отломков при интрамедуллярном остеосинтезе внесуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости свою эффективность показали такие приемы, как использование поллерных спиц, доступа на полуразогнутом коленном суставе и применение внешних репозиционных устройств.
2. Для достижения стабильной фиксации необходимо учитывать такие факторы, как длина проксимального отломка, характер перелома и качество костной ткани, и на основании этих факторов производить выбор наиболее оптимального интрамедуллярного фиксатора и метода проксимального блокирования.
3. Использование разработанной классификации и основанного на ней алгоритма выполнения интрамедуллярного остеосинтеза позволяет добиться значимого улучшения результатов лечения пациентов с внесуставными переломами проксимального отдела большеберцовой кости.

Степень достоверности и апробация результатов

Степень достоверности полученных в диссертационном исследовании данных определяется дизайном экспериментального и проспективно-ретроспективного сравнительного исследований с применением критериев доказательной медицины и оценкой эффективности, а также достаточным объемом и репрезентативным характером выборки обследуемых пациентов, использованием сертифицированного оборудования и современных адекватных методов клинического и инструментального обследования и лечения.

Результаты исследования научно обоснованы. Достоверность полученных результатов подтверждена проведенным статистическим анализом. Первичная документация (истории болезни, индивидуальные регистрационные карты пациентов, рентгенограммы, база данных) проверена и соответствует материалам, включенным в диссертацию (акт проверки первичного материала от 01.07.2021).

Результаты исследования и основные положения диссертации доложены и представлены на: Международной конференции «Травма 2017: мультидисциплинарный подход», Москва, 2017г., Всероссийском конгрессе с международным участием «Медицинская помощь при травмах мирного и военного времени. Новое в организации и технологиях», Санкт-Петербург, 2018г., XI Съезде Ассоциации Травматологов и Ортопедов России, Санкт-Петербург, 2018г., II Евразийском ортопедическом форуме, Москва, 2019г.

Разработанный алгоритм лечения ВППОБК методом интрамедуллярного остеосинтеза и предложенная классификация внедрены в клиническую практику травматологического отделения ГКБ им. Ф.И. Иноземцева, г.Москва, травматологического отделения ГКБ №13, г.Москва, травматологического отделения ГКБ им. С.П. Боткина, г.Москва.

Материалы диссертации используются в лекционном курсе для врачей ординаторов кафедры травматологии и ортопедии Российской Медицинской Академии Непрерывного Профессионального Образования, в лекционном курсе международной ассоциации по оперативному лечению переломов АО Foundation (подразделение АО Травма, Россия).

Публикации

По теме диссертации опубликовано 5 печатных работ, в том числе:

- Научных статей, отражающих основные результаты диссертации – 3, из них:
 - в изданиях из перечня Университета/перечня ВАК при Минобрнауки – 2
 - в журналах, включенных в международные базы: Scopus - 1
- Обзорных статей – 2

Объем и структура работы

Диссертация состоит из, введения, 5 глав, заключения, выводов, списка сокращений, списка литературы и приложений. Работа представлена на 181 странице машинописного текста, включая список литературы и приложения. Текст иллюстрирован 63 рисунками, содержит 25 таблиц. Список литературы включает 197 источников, из них отечественных 36, зарубежных 161.

Глава 1. Обзор литературы

1.1 Анатомо-биомеханические особенности при переломах костей проксимального отдела голени

Анатомические особенности проксимального отдела голени играют важную роль при лечении переломов данной локализации. Переднемедиальная поверхность большеберцовой имеет подкожное расположение на всем ее протяжении, что объясняет высокую долю открытых переломов [65]. Более того, в области проксимального метаэпифиза большеберцовая кость имеет подкожное расположение и с переднелатеральной стороны. По данным различных авторов частота открытых переломов проксимального отдела большеберцовой кости варьирует от 14 до 60% [2, 84,193]. Отсутствие мышечного слоя, имеющего обильное кровоснабжение, приводит к трудностям при лечении повреждений мягких тканей данной локализации. Особые трудности представляет лечение дефектов мягких тканей, которое часто требует выполнения сложных микрохирургических операций [21]. В конечном итоге, описанные выше анатомические особенности обуславливают высокий риск развития инфекционных осложнений, частота которых может достигать 87.5% при накостном остеосинтезе [21,195].

Задняя поверхность верхней трети голени имеет массивный мышечный каркас и кровоснабжение, что благоприятно для сращения перелома [69]. Однако, близкое расположение сосудисто-нервного пучка в данной области приводит к большому числу осложнений, особенно при высокоэнергетическом характере травмы (Рисунок 1). Подколенная артерия не имеет широко развитой сети коллатералей и является единственным источником кровоснабжения нижней конечности дистальнее коленного сустава и ее повреждение часто приводит к развитию критической ишемии конечности [145]. По данным Abou-Sayed Н и др., повреждение подколенной артерии происходит в 28-46% случаев прямой высокоэнергетической

травмы области коленного сустава [37]. Тяжелое повреждение мягких тканей наряду с сосудистой травмой приводит к высокому риску развития компартмент-синдрома. По данным С. М. Court-Brown и J. McBirnie в 41.6% случаев имеется повреждения мягких тканей 2-3 степени по классификации Tscherne-Oestern, что соответствует развивающемуся или уже ярко выраженному компартмент-синдрому [65,187]. Ранняя диагностика таких повреждений необходима, ведь выполнение экстренной фасциотомия повышает шансы на сохранение конечности. Тем не менее, по данным некоторых авторов, частота ампутаций голени при повреждении подколенной артерии достигает от 16 до 21% [73,76,78].

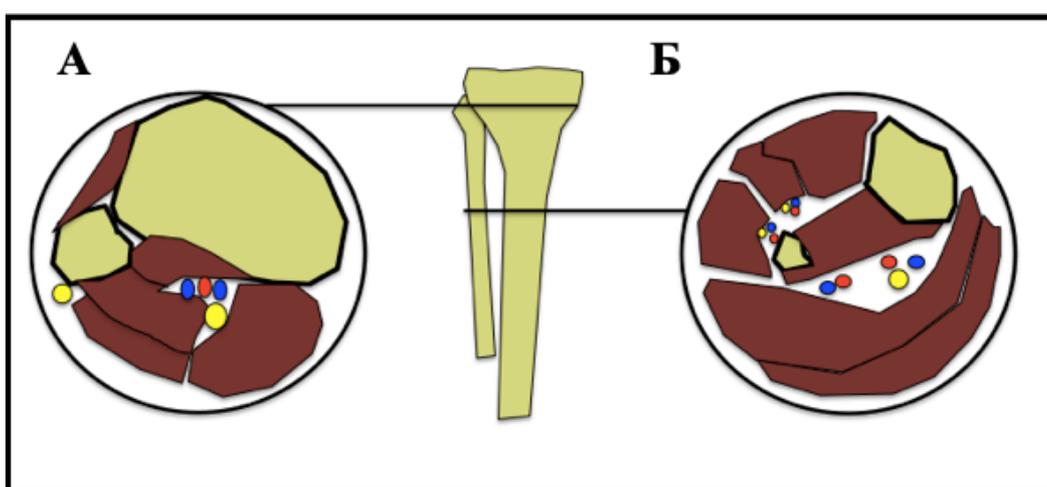


Рисунок 1 - Анатомические особенности проксимального отдела голени. Срезы на уровне проксимального метаэпифиза (А) и на границе верхней и средней третей (Б)

Повреждение большеберцового и общего малоберцового нервов нередко сопровождается высокоэнергетические переломы верхней трети большеберцовой кости и приводит к развитию серьезных функциональных нарушений [15,118].

Важно отметить ряд биомеханических факторов, осложняющих лечение переломов проксимального отдела большеберцовой кости. Разнонаправленная тяга мышц бедра и голени на отломки приводит к большим сложностям при достижении репозиции. Действие разгибательного аппарата коленного сустава на проксимальный отломок и икроножной мышцы на дистальный приводит к характерной антекурвационной деформации. Действие передней группы мышц голени способствует развитию вальгусной деформации. При устранении всех угловых смещений, часто сохраняется смещение отломков по ширине в сагиттальной плоскости. Стоит отметить, что действие смещающих сил при

согнутом коленном суставе значительно осложняет стандартную технику интрамедуллярного остеосинтеза, подразумевающую сгибание коленного сустава более 90 градусов (Рисунок 2) [2,54,95,104].

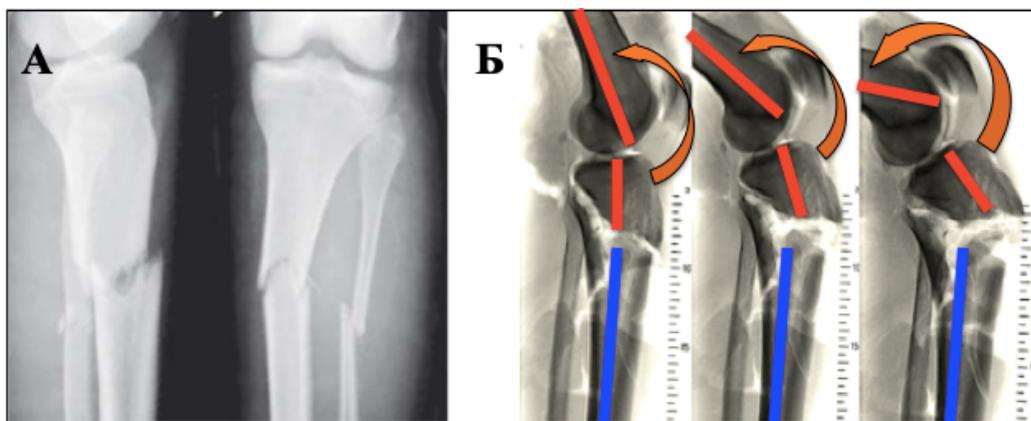


Рисунок 2 – Разнонаправленное действие мышц способствует типичному образованию вальгусной и антекурвационной деформации (А); Увеличение антекурвационной деформации при сгибании коленного сустава более 90 градусов (Б)

Стоит отметить, что характер смещения отломков так же зависит от вектора приложения силы, характера перелома и длины проксимального отломка. Тем не менее, проведенный анализ литературы не позволил нам найти описания характерных видов смещения отломка при разных типах переломов верхней трети большеберцовой кости.

Кроме достижения качественной репозиции, особые трудности представляет ее удержание на время сращения перелома. Стабильная фиксация проксимального отломка, заполненного мягкой губчатой костью и имеющего тонкий кортикальный слой, до сих пор остается сложной задачей [19]. Вторичное смещение отломков происходит как при внешнем, так и при внутреннем остеосинтезе. Поэтому были предложены различные хирургические техники, увеличивающие степень фиксации короткого отломка [97,98,157,163]. Очевидно, что длина проксимального отломка и характер перелома, а также качество кости играют решающую роль при оценке стабильности фиксации. Однако, на настоящий момент нет достоверных данных, говорящих о том, какая длина проксимального отломка является критической для различных видов остеосинтеза и как она влияет на сроки и характер реабилитационных мероприятий, а также на частоту вторичной потери репозиции.

Таким образом, лечение переломов проксимального метафиза большеберцовой кости сопряжено с большим количеством осложнений, многие из которых являются следствием недостаточно изученных биомеханических особенностей репозиции и фиксации переломов данной локализации.

По данным литературы, наиболее часто встречаются такие осложнения, как несращение, сращение в неправильном положении, повреждения сосудов и нервов и развитие инфекции. Они как правило требуют выполнения повторных операций и часто приводят к неудовлетворительным результатам [84,115,116,129,134,167,189,194].

1.2 Классификация

Существуют различные классификации переломов проксимального отдела большеберцовой кости. Одной из наиболее популярных является универсальная классификация переломов АО. Согласно данной классификации, переломы проксимального отдела большеберцовой кости кодируются числом 41. К переломам данной группы относятся все переломы, центр которых входит в условный квадрат, сторона которого равняется наиболее широкой части эпифиза. После определения локализации, переломы делятся на типы, в зависимости от отношения к суставной поверхности: А – внесуставной, В – неполный внутрисуставной, С – полный внутрисуставной (Рисунок 3). Далее, переломы каждого типа делятся на группы и подгруппы [149].

41-A			41-B			41-C		
внесуставной перелом			неполный внутрисуставной перелом			полный внутрисуставной перелом		
41-A1	41-A2	41-A3	41-B1	41-B2	41-B3	41-C1	41-C2	41-C3
отрывной	метафизарный простой	метафизарный многооскольчатый	с отколом мышелка	с отколом вдавленный	с отколом мышелка с вдавливанием	простой, метафизарный простой	простой, метафизарный многооскольчатый	многооскольчатый
								

Рисунок 3 - АО Классификация переломов проксимального отдела большеберцовой кости [146].

Недостатком данной классификация является то, что многие переломы, относящиеся к проксимальному метафизу большеберцовой, выходят за рамки обозначенного квадрата и относятся к диафизарным (в том числе и сегментарные переломы). Все переломы данной локализации кодируются числом 42 и разделяются на типы А, В и С в зависимости от степени сложности перелома. Таким образом, классификация АО не позволяет отграничить переломы проксимального метадиафиза от переломов диафиза и дистального метадиафиза. Тем не менее, техники выполнения репозиции и методы фиксации таких переломов могут существенно различаться.

Популярной является классификация переломов проксимального отдела большеберцовой кости, предложенная Schatzker. Данная классификация выделяет 6 типов переломов, которые отличаются между собой характером внутрисуставного перелома. Однако, она не описывает внесуставные переломы верхней трети большеберцовой кости (41-А и 42 по классификации А) и, таким образом, является скорее классификацией переломов плато большеберцовой кости, чем всей ее проксимальной части (Рисунок 4) [172].

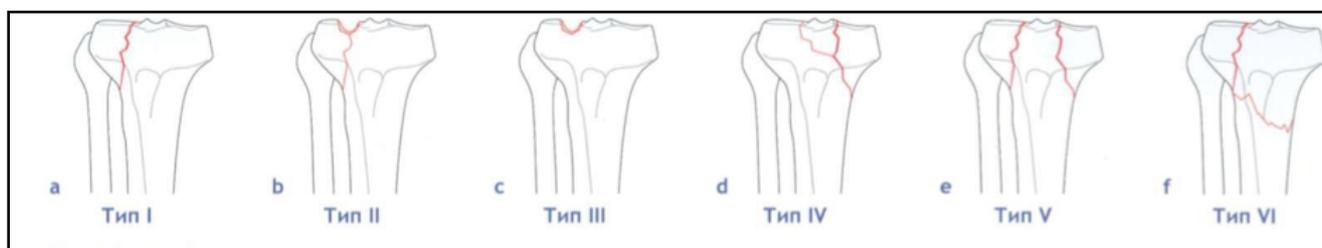


Рисунок 4 - Классификация переломов плато большеберцовой кости, Schatzker [172]

В последнее время популярность набирает трехколонная классификация переломов плато большеберцовой кости. Данная классификация ограничивается переломами мыщелков большеберцовой кости и имеет четкую клиническую направленность. Она позволяет определить оптимальное расположение фиксаторов и выбрать подходящий хирургический доступ при остеосинтезе пластинами и винтами [3,114,197]. В литературе так же описаны и другие классификации переломов плато большеберцовой кости, однако они не получили широкой популярности [142,162]. Эти классификации так же ограничены внутрисуставными

переломами и не подходят для планирования оперативного вмешательства при ВППОБК.

Описанные выше классификации не позволяют провести обоснованную с биомеханической точки зрения границу между проксимальной и средней частью большеберцовой кости, а также разграничить эпифизарные переломы (переломы плато большеберцовой кости, переломы мыщелков большеберцовой кости) от переломов проксимального метафиза большеберцовой кости. Эти недостатки существенно усложняют анализ литературы и, соответственно, оказывают негативное влияние на процесс принятия клинических решений.

Несмотря на большое количество публикаций, в которых сравниваются различные методы фиксации при проксимальных переломах большеберцовой кости, каждый автор вкладывает собственный смысл в понятие «переломы проксимального отдела большеберцовой кости». Наиболее часто авторы сравнивают методы лечения при следующих группах переломов (по классификации АО/ОТА):

- 1 - Все переломы 41 и проксимальные переломы 42 [152]
- 2 - Все переломы 41 [36,111,139,174,181]
- 3 - Только переломы 41-А [38,80]
- 4 - Только переломы 41-С [115,192]
- 5 – Переломы 41-А и 41-С [62,158]
- 6 – Переломы 41-А3, 41-С2 и 41-С3 [160]
- 7 - Переломы 41-А2 и 41-А3 [138]
- 8 - Переломы 41-А2, 41-А3 и проксимальные переломы 42 [86]
- 9 – Переломы 41-С и проксимальные переломы 42 [119]
- 10 – Только проксимальные переломы 42 [67,127]
- 11 - Переломы 41-А2, 41-А3, 41-С1, 41-С2 и проксимальные переломы 42 [35]
- 12 - Все типы переломов по классификации Schatzker [47]
- 13 - Переломы Schatzker VI [175]

Таким образом, несмотря на большое количество исследований, посвященных лечению проксимальных переломов большеберцовой кости, сравнение их между собой является крайне трудоемким процессом. Вопрос разработки клинической

классификации, позволяющей четко отграничить одну группу переломов от другой, остается актуальным.

1.3 Методы лечения переломов верхней трети большеберцовой кости

1.3.1 Временная фиксация

Травма мягких тканей и тяжесть общего состояния, обусловленная наличием повреждений других областей, приводят к необходимости использования этапного подхода при фиксации переломов проксимального метафиза большеберцовой кости. На первом этапе, как правило, выполняется временная стабилизация перелома аппаратами наружной фиксации (АНФ). При переломах проксимального отдела большеберцовой кости наиболее предпочтительной считается компоновка аппарата «бедро-голень», при которой по два или три винта Шанца вводятся в дистальный отдел бедренной кости и дистальный отломок большеберцовой кости. Фиксация коленного сустава в положении сгибания 15° позволяет добиться допустимой репозиции за счет лигаментотаксиса, максимально нейтрализовать разнонаправленные силы, действующие на отломки, и избежать дополнительной травматизации мягких тканей [51,89]. Если длина проксимального отломка достаточна для проведения двух винтов Шанца, то возможна компоновка аппарата без фиксации коленного сустава. Стабилизация перелома с помощью АНФ в отделении неотложной помощи обеспечивает хороший контроль состояния мягких тканей до выполнения окончательного метода фиксации, возможность мобилизовать пациента для проведения дальнейших исследований, а также позволяет раньше активизировать пациента [28,68,75,101] (Рисунок 5).

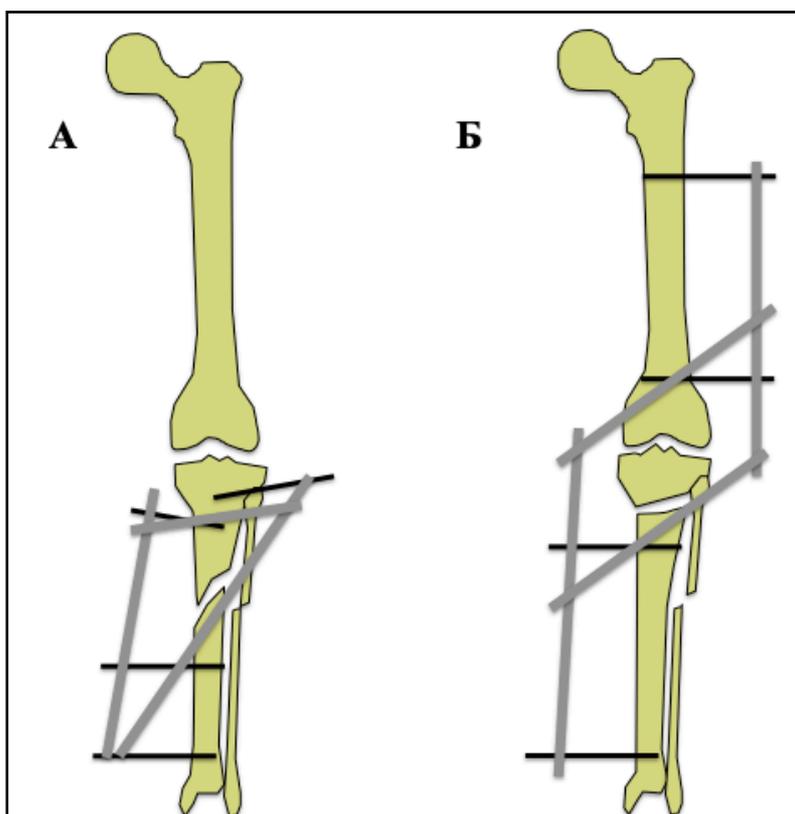


Рисунок 5 - Компоновка АНФ при переломах проксимального отдела большеберцовой кости. А – без фиксации коленного сустава, Б – с фиксацией коленного сустава

Временная иммобилизация гипсовыми повязками при высокоэнергетических переломах связана с большим количеством осложнений, так как не позволяет контролировать состояние мягких тканей и не обеспечивает достаточной степени иммобилизации [171]. Использование гипсовых лонгет позволяет лучше контролировать состояние мягких тканей по сравнению с циркулярными гипсовыми повязками, однако не обеспечивает достаточной степени стабильности. Использование гипсовых лонгет в качестве временной фиксации допустимо в редких случаях при низкоэнергетических переломах. Для обеспечения достаточной степени стабильности рекомендуется использование глубокой гипсовой лонгеты или высокой рассеченной циркулярной гипсовой повязки [72,150].

В нашей стране скелетное вытяжение за пяточную кость часто применяется как метод временной фиксации при лечении переломов костей голени [13,14]. Однако, данный метод приводит к большому количеству осложнений у пациентов с тяжелой травмой. Это объясняется тем, что он значительно осложняет мобилизацию пациента в пределах больницы, общий уход, а также связан с развитием гипостатических осложнений [67].

1.3.2 Окончательная фиксация

Консервативное лечение

В настоящее время нет общего подхода к выбору окончательного метода фиксации проксимальных переломов большеберцовой кости. В нашей стране еще 40 лет назад консервативные методы лечения применялись у большинства пациентов [4,31]. Иммобилизация гипсовой повязкой приводит к развитию контрактур, ложных суставов и сращений в неправильном положении [32]. Это объясняется исключением функции смежных суставов на весь срок иммобилизации, невозможностью, как правило, обеспечить достаточную для сращения перелома степень стабильности фиксации и сложностями в достижении и поддержании качественной репозиции отломков, особенно при оскольчатых переломах проксимального метафиза большеберцовой кости [19,30].

Применение метода скелетного вытяжения тоже сопряжено с развитием этих осложнений, а также значительно ограничивает возможности ранней реабилитации и повышает риск развития гипостатических осложнений [1,13,14,55,189]. Применение консервативных методов остается актуальным при лечении стабильных переломов без значительного смещения отломков, встречающихся достаточно редко, как правило, у пожилых пациентов в результате низкоэнергетической травмы на фоне остеопороза [50,72]. Использование функциональных брейсов сократило количество осложнений, связанных с длительной иммобилизацией [176-178]. В последние годы, в связи с большим количеством неудовлетворительных результатов при консервативном лечении, большинство хирургов склоняется к оперативным методам лечения [70,110,140,171].

Хирургическое лечение

К хирургическим методам лечения переломов проксимального метафиза большеберцовой кости относятся внешний и внутренний (накостный, интрамедуллярный) остеосинтез.

Внешний остеосинтез

В литературе описаны различные методы окончательной внешней фиксации переломов, однако наиболее популярным и эффективным являются компрессионно-дистракционный остеосинтез аппаратом Илизарова [47,71,75,92,128,170,175]. Главным преимуществом данного метода является его минимальная инвазивность, позволяющая сохранить кровоснабжение костных отломков, что крайне важно при лечении переломов с тяжелым повреждением мягких тканей. Тем не менее, в мета-анализе не было обнаружено статистически значимых отличий в частоте инфекционных осложнений при лечении двухмышечковых переломов большеберцовой кости (41-С по классификации АО) внешними и внутренними фиксаторами [139].

Лечение методом Илизарова позволяет добиться удовлетворительной репозиции отломков при внесуставных переломах и контролировать ее на протяжении всего курса лечения, а также начать раннюю функциональную реабилитацию с разрешением полной нагрузки на оперированную конечность. С биомеханической точки зрения безусловным достоинством данного метода является равномерное распространение нагрузки по всей окружности кости [9,12,17,58] (Рисунок 6А).

Тем не менее, данный метод имеет ряд существенных недостатков, таких как дискомфорт при лечении в аппарате наружной фиксации, развитие трансфиксационных контрактур смежных суставов, частые инфекционные осложнения в местах проведения спиц [6,107,128]. Более того, при стандартной компоновке аппарата Илизарова проксимальное кольцо ограничивает сгибание в коленном суставе, что также способствует развитию контрактур. По мнению многих авторов, данная методика является одной из самых сложных в современной травматологии и требует необходимого опыта и навыков хирурга [180]. Лечение в

аппарате Илизарова требует постоянного врачебного контроля и поэтому является одним из самых дорогих методов, особенно в западных странах [16]. Использование метода Илизарова противопоказано пациентам, имеющим так называемую «непереносимость аппарата», включающую в себя рецидивирующие воспалительные реакции, дерматозы, лимфорею и выраженные трофические расстройства [20]. По данным Бекреева Д.А. при лечении в аппарате Илизарова до 28,6% пациентов были вынуждены передвигаться с применением дополнительных средств опоры через 1 год после травмы, а в 14,3% не удалось достичь полного восстановления функции коленного сустава [2].

Иногда при лечении переломов проксимального метафиза большеберцовой кости используют гибридные аппараты внешней фиксации. Они являются менее громоздкими, однако обеспечивают меньшую степень стабильности, контроля репозиции отломков и не имеют описанных выше биомеханических преимуществ аппарата Илизарова [2,170] (Рисунок 6Б).

Еще одним методом наружной фиксации является использование пластины с блокированием, расположенной над кожей [75]. На сегодняшний день недостаточно статистически значимых данных, подтверждающих объективные преимущества этого метода над другими. Очевидно, что при молатеральном расположении пластины теряются все биомеханические преимущества циркулярных аппаратов внешней фиксации, а расположение пластины дальше от кости делает ее биомеханически менее выгодной, чем внутренний минимально инвазивный остеосинтез пластиной. Так же данный метод не имеет возможностей аппарата Илизарова контролировать репозицию отломков на протяжении всего курса лечения. К преимуществам метода можно отнести его «внеочаговость» по сравнению с внутренними фиксаторами и относительную компактность по сравнению с другими аппаратами наружной фиксации [40,75]. Использование данного метода может иметь определенные показания в случаях, когда имеется тяжелое повреждение мягких тканей и выполнение внутренней фиксации невозможно из-за высокого риска инфекционных осложнений, а фиксация громоздкими аппаратами внешней

фиксации значительно усложняет доступ к мягким тканям при выполнении перевязок. (Рисунок 6В).

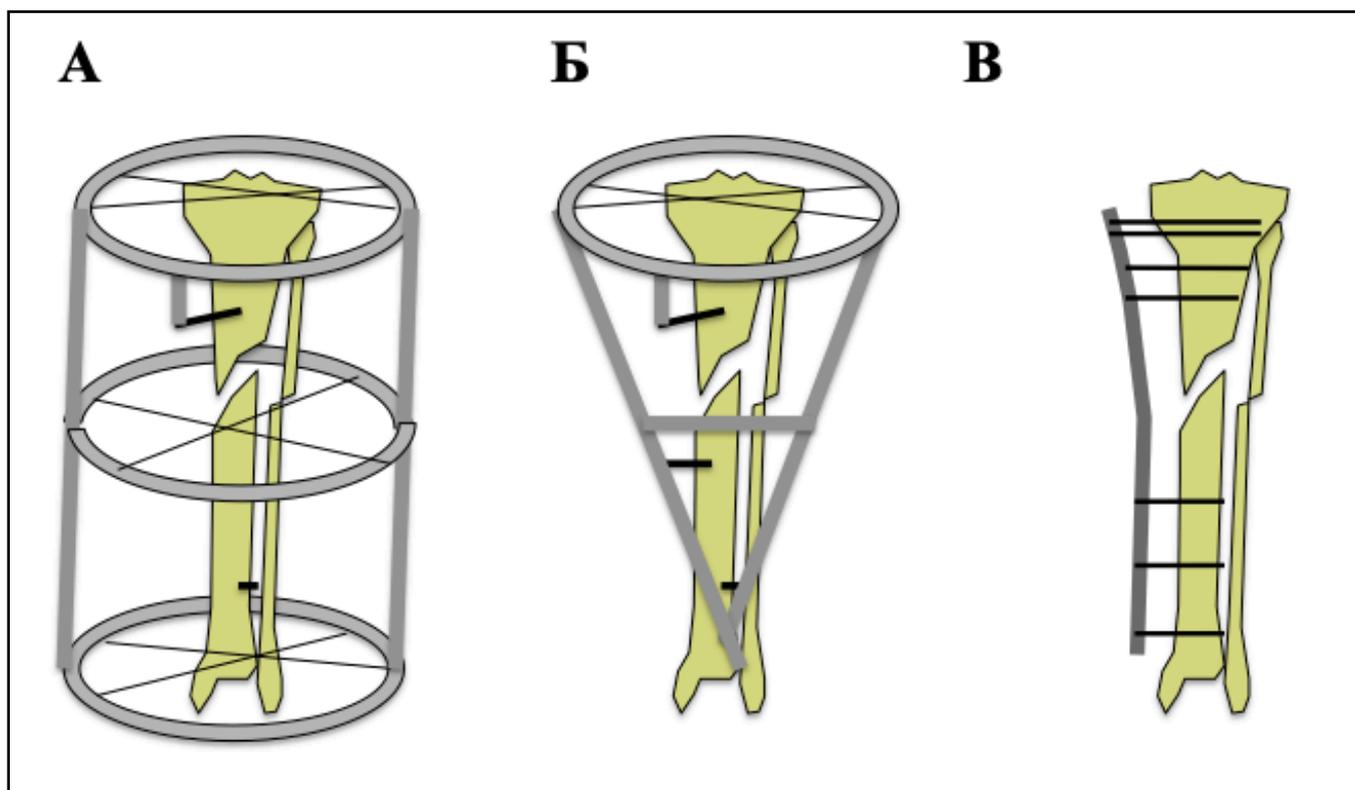


Рисунок 6 - Компоновка спице-стержневого аппарата при лечении проксимального метадиафизарного перелома голени (А). Гибридный аппарат наружной фиксации для лечения проксимальных переломов большеберцовой кости (Б). Использование блокируемой пластины в качестве аппарата наружной фиксации (В)

Внутренний остеосинтез

Исследователи фонда АО внесли большой вклад в развитие внутреннего остеосинтеза. Изначально, основными принципами при выполнении остеосинтеза переломов являлись: анатомичная репозиция, жесткая фиксация, сохранение кровоснабжения костных отломков. На тот момент сращение переломов без образования костной мозоли казалось оптимальным [147]. Накостный остеосинтез долгие годы был наиболее предпочтительным методом лечения переломов, позволяющий следовать предложенным принципам [146].

Большое количество осложнений, особенно при высокоэнергетических переломах, заставило травматологическое сообщество пересмотреть взгляды на основные требования к остеосинтезу [195]. Так появилась концепция «биологического остеосинтеза», основным требованием к которому является не достижение жесткой

фиксации и анатомичной репозиции перелома, а достижение баланса между механической стабильностью фиксации, восстановлением анатомических взаимоотношений и сохранением биологических свойств кости и мягких тканей. Это достигается за счет бережного обращения с мягкими тканями, уменьшения хирургических доступов, усовершенствования техник закрытой репозиции и использования фиксаторов, соответствующих поставленным задачам, таких как пластины с блокированием и блокируемые интрамедуллярные стержни [120-123,155,164,191].

К современным методам внутренней фиксации переломов проксимального отдела большеберцовой кости, относят накостный и блокируемый интрамедуллярный остеосинтез. Однако, вопрос о выборе метода внутренней фиксации остается открытым, и часто зависит от опыта и предпочтений хирурга [7].

Некоторое время назад использование интрамедуллярного остеосинтеза при проксимальных переломах костей голени считалась нецелесообразным. По данным литературы, частота сращения переломов в неправильном положении достигала 84%, поэтому накостный остеосинтез долгие годы оставался методом выбора при лечении переломов проксимального метафиза большеберцовой кости [84,129,148].

Когда встает вопрос о накостном остеосинтезе переломов проксимального отдела большеберцовой кости, принципиально разделять между собой переломы плато (внутрисуставных) от метафизарных и метадифизарных переломов.

При переломах плато большеберцовой кости накостный остеосинтез остается «золотым стандартом» и дискуссии ведутся только о выборе хирургических доступов и наиболее оптимального расположения фиксаторов [3]. При лечении таких переломов особое внимание уделяется анатомичному восстановлению суставной поверхности. Состояние мягких тканей при переломах плато большеберцовой кости обычно лучше, чем при метафизарных переломах. По данным литературы, частота инфекционных осложнений при накостном остеосинтезе двухмышечковых переломов (41-С по классификации АО) составляет от 8.7% до 13.9%. При этом использование двух пластин не повышает частоту этих

осложнений, а следование принципам «биологического остеосинтеза» направлено на их предотвращение [64,121,144].

В отличие от переломов плато большеберцовой кости, накостный остеосинтез метафизарных переломов связан с большим количеством осложнений. Несмотря на достижение анатомического положения отломков, открытая репозиция является крайне травматичным методом при лечении переломов с тяжелым повреждением мягких тканей. Частота развития инфекционных осложнений при таком методе лечения достигала 32% [47,195].

С биомеханической точки зрения, применение латеральной пластины с ограниченным контактом без возможности блокирования винтов не обеспечивало достаточной стабильности и приводило к образованию варусной деформации. С целью решения данной проблемы было предложено использование дополнительной медиальной пластины. Однако, как оказалось, данная методика повысила число инфекционных осложнений, особенно при выполнении единого срединного доступа к обоим мыщелкам большеберцовой кости. Частота осложнений достигала 87,5% ввиду еще большего нарушения кровоснабжения кости и мягких тканей [163,195]. Другие авторы, предложили использование комбинации латеральной пластины с аппаратом наружной фиксации расположенным медиально. Частота инфекционных осложнений оставалась высокой, так как по-прежнему приходилось выполнять открытую репозицию перелома [49].

В 1997 году была описана минимально инвазивная техника остеосинтеза пластиной, при которой выполнялась закрытая репозиция перелома и подкожная установка пластины. Данная техника получила название “minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO)” или «minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO)” (минимально инвазивный остеосинтез пластиной). Авторы использовали пластины с динамическими компрессионными отверстиями (Dynamic Compression Plate (DCP, пер. с англ. «динамическая компрессирующая пластина»), Synthes) в качестве мостовидного фиксатора (Рисунок 7А) [63,79,121,191]. Хотя минимально инвазивная техника снизила количество осложнений, их частота оставалась достаточно высокой. Плотное прилегание пластины к кости нарушало

периостальное кровоснабжение, а отсутствие угловой стабильности часто приводило к потере фиксации и вторичному смещению. Для решения биомеханических проблем, приходилось использовать две пластины, что увеличивало число инфекционных осложнений [49,152,155].

Появление пластин с блокированием (Locking Compression Plate (LCP), Synthes) открыло новые перспективы при лечении переломов проксимального метафиза большеберцовой кости. Отсутствие контакта между пластиной и костью позволило сохранить периостальное кровоснабжение, а обеспечение боковой стабильности снизило частоту вторичной потери репозиции [5,77,119] (Рисунок 7Б).

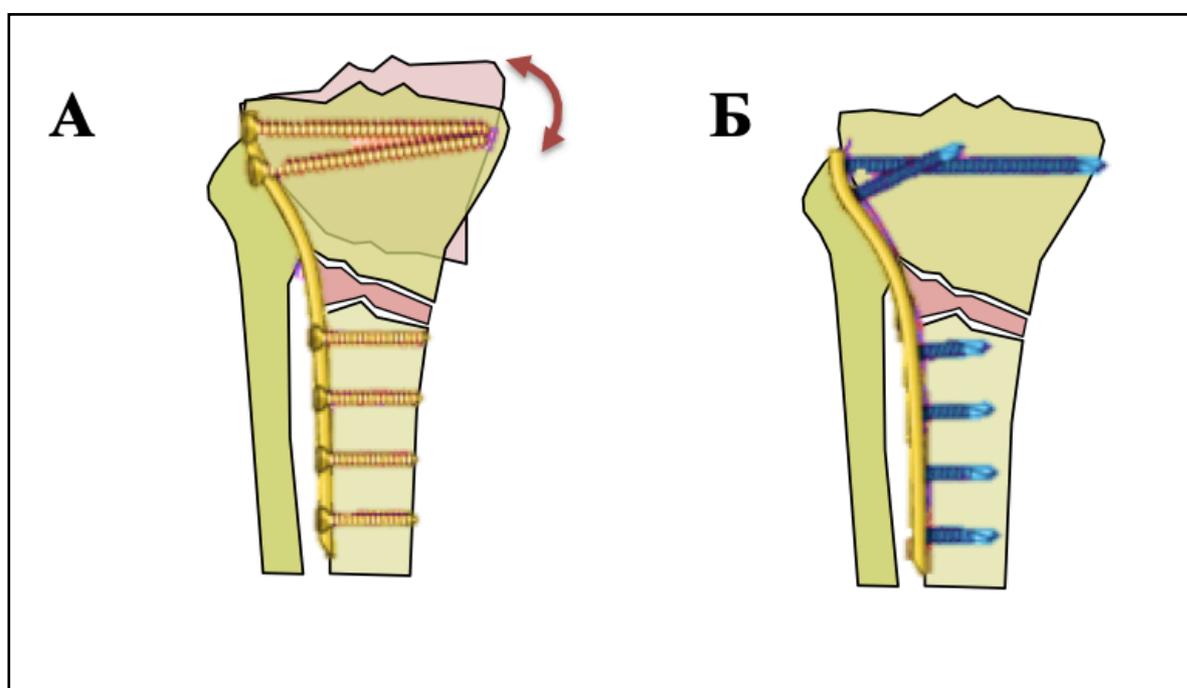


Рисунок 7 - Остеосинтез перелома проксимального метафиза большеберцовой кости пластиной без блокирования (А) и пластиной с блокированием (Б)

Тем не менее, достижение качественной репозиции без доступа к месту перелома оказалось более трудоемким процессом. Использование современных предизогнутых пластин с возможностью блокирования (Less Invasive Stabilization System (LISS, пер. с англ. «менее инвазивная система стабилизации»), Synthes) частично облегчило закрытую репозицию таких переломов [77]. Peter A. Cole с соавт. сообщили об отличных результатах при лечении проксимальных переломов большеберцовой кости. Сращение переломов произошло без существенных осложнений в 91% случаев (70 из 77 переломов). В 7.8% случаев наблюдались

осложнения, повлекшие за собой необходимость повторной операции. Среди этих осложнений были: развитие глубокой инфекции, несращение, потеря стабильности фиксации и повреждение малоберцового нерва. Однако, стоит отметить, что 12 пациентов выпали из группы наблюдения, что могло существенно сказаться на результатах исследования, учитывая небольшую выборку [62].

Полное восстановление функции коленного сустава достигалось только в 79% случаев [62,159]. Несмотря на наличие блокируемых винтов, обеспечивающих угловую стабильность фиксации, эксцентричное расположение пластины является невыгодным с биомеханической точки зрения. По данным некоторых авторов, частота вторичной варусной деформации наблюдалась в 22% случаев [157]. Полная нагрузка весом тела разрешалась в среднем через 13 недель с момента операции, что существенно замедляло сроки реабилитации, делая данный метод особенно неблагоприятным у пациентов с политравмой [62,166].

Для решения биомеханических проблем Oh с соавт. предложили использовать две пластины с блокированием [152]. Chen с соавт. сравнили стабильность фиксации при остеосинтезе внесуставных переломов верхней трети большеберцовой кости двумя пластинами и интрамедуллярным штифтом методом конечных элементов и отметили биомеханические преимущества при использовании двух пластин [57]. Несмотря на то, что данная техника частично решила биомеханические недостатки, использование двух пластин увеличило инвазивность операции, а также повысило стоимость лечения. В литературе нет исследований сравнивающих частоту инфекционных осложнений при использовании техник с использованием одной и двух пластин с блокированием при переломах проксимального метафиза большеберцовой кости.

Еще одним недостатком использования минимально инвазивных пластин с блокированием является значительное выступание пластины под кожей. При использовании двух пластин данная картина наблюдалась чаще. По данным Phisitkul с соавт., такое расположение имплантата вызывало сильные болевые ощущения, которые в последствие являлись показанием к удалению пластины [157].

1.4 Интрамедуллярный остеосинтез

Выполнение интрамедуллярного остеосинтеза переломов верхней трети большеберцовой кости имеет ряд технических трудностей, связанных с выполнением репозиции и ее последующим удержанием, что обуславливает высокую частоту несращений и сращений в неправильном положении. Тем не менее, в последнее время интрамедуллярный остеосинтез приобретает все большую популярность [84,127,129]. Это связано с его безусловными биологическими и биомеханическими преимуществами [27,34,116].

Показаниями к интрамедуллярному остеосинтезу являются внесуставные переломы проксимального отдела большеберцовой кости (41-A2, 41-A3, 42 по классификации АО). Так же описано успешное использование интрамедуллярного остеосинтеза при простых внутрисуставных переломах (41-C1 и 41-C2 по классификации АО) [86,125]. Исследований, определяющих минимальное расстояние от суставной поверхности до линии перелома, при котором возможно использование интрамедуллярного остеосинтеза, нет. Сложные внутрисуставные переломы и импрессия суставной поверхности являются показаниями к накостному остеосинтезу [8].

С биологической точки зрения интрамедуллярный остеосинтез уступает аппаратам наружной фиксации ввиду их возможности внеочаговой фиксации. Тем не менее, минимально инвазивная техника, закрытая репозиция и отсутствие контакта штифта с поврежденными мягкими тканями создает очевидные преимущества по сравнению с остеосинтезом пластинами [29,91,112]. Несмотря на то, что минимально инвазивный остеосинтез пластиной также выполняется с применением техники закрытой репозиции, необходимость выполнения хирургического доступа в непосредственной близости от места перелома повышает риск инфекционных осложнений [157].

Помимо биологических, интрамедуллярный остеосинтез имеет также ряд биомеханических преимуществ по сравнению с остеосинтезом пластинами. При интрамедуллярном остеосинтезе штифт располагается на анатомической оси

большеберцовой кости во фронтальной плоскости, которая параллельна и практически полностью совпадает с механической осью нижней конечности [154]. В сагиттальной плоскости расположение штифта совпадает с анатомической осью большеберцовой кости только после изгиба Herzog, необходимого для обеспечения внесуставного введения штифта в костномозговой канал и предотвращения перфорации задней кортикальной стенки [39]. Благодаря этим биомеханическим особенностям интрамедуллярный остеосинтез стал «золотым стандартом» при лечении диафизарных переломов костей голени, допускающим начало полной нагрузки на травмированную конечность в первый же день после операции [165].

Несовпадение оси проксимальной части штифта с анатомической осью в сагиттальной плоскости, отсутствие контакта интрамедуллярного штифта с кортикальной костью в метадиафизарной части большеберцовой кости и сложность стабильной фиксации короткого проксимального отломка создают биомеханические недостатки данного метода по сравнению с его использованием при диафизарных переломах. Однако такое расположение штифта все равно биомеханически более выгодно, чем эксцентричное расположение пластины, при условии обеспечения достаточной степени фиксации проксимального отломка [80,130]. По данным некоторых авторов, стабильность фиксации при интрамедуллярном остеосинтезе проксимальных переломов не уступает таковой при использовании двух заблокированных пластин [112].

Таким образом, интрамедуллярный остеосинтез имеет ряд существенных преимуществ перед другими методами остеосинтеза, при условии достижения желаемой репозиции отломков и достаточной степени фиксации [99,165].

В литературе описаны различные способы, позволяющие достичь более качественной репозиции при интрамедуллярном остеосинтезе метафизарных переломов голени. Среди них стоит выделить: выбор штифта соответствующего дизайна, остеосинтез на полуразогнутом коленном суставе, изменение точки введения штифта в костномозговой канал, применение отклоняющих (поллерных) винтов или спиц, использование вспомогательных пластин, серкляжной проволоки,

стягивающих винтов, внешних репозиционных устройств, а также обычных репозиционных щипцов [26].

Поддержание нужной репозиции достигается такими методами, как использование не менее трех блокирующих винтов в проксимальном отделе, оставление поллерных винтов в качестве блокирующих вне штифта и использование вспомогательных пластин в качестве дополнительной опоры [2,35,54,74,95,116,120,123,135,152,186].

Дизайн штифта

Большое значение, как для достижения репозиции, так и для ее поддержания имеет дизайн штифта. Henley с совт. показали, что для достижения качественной репозиции необходимо использовать штифты, у которых изгиб Герцога находится проксимальнее линии перелома. Невыполнение этого условия приводит к образованию «эффекта клина», при котором штифт смещает дистальный отломок кзади (Рисунок 8) [103].

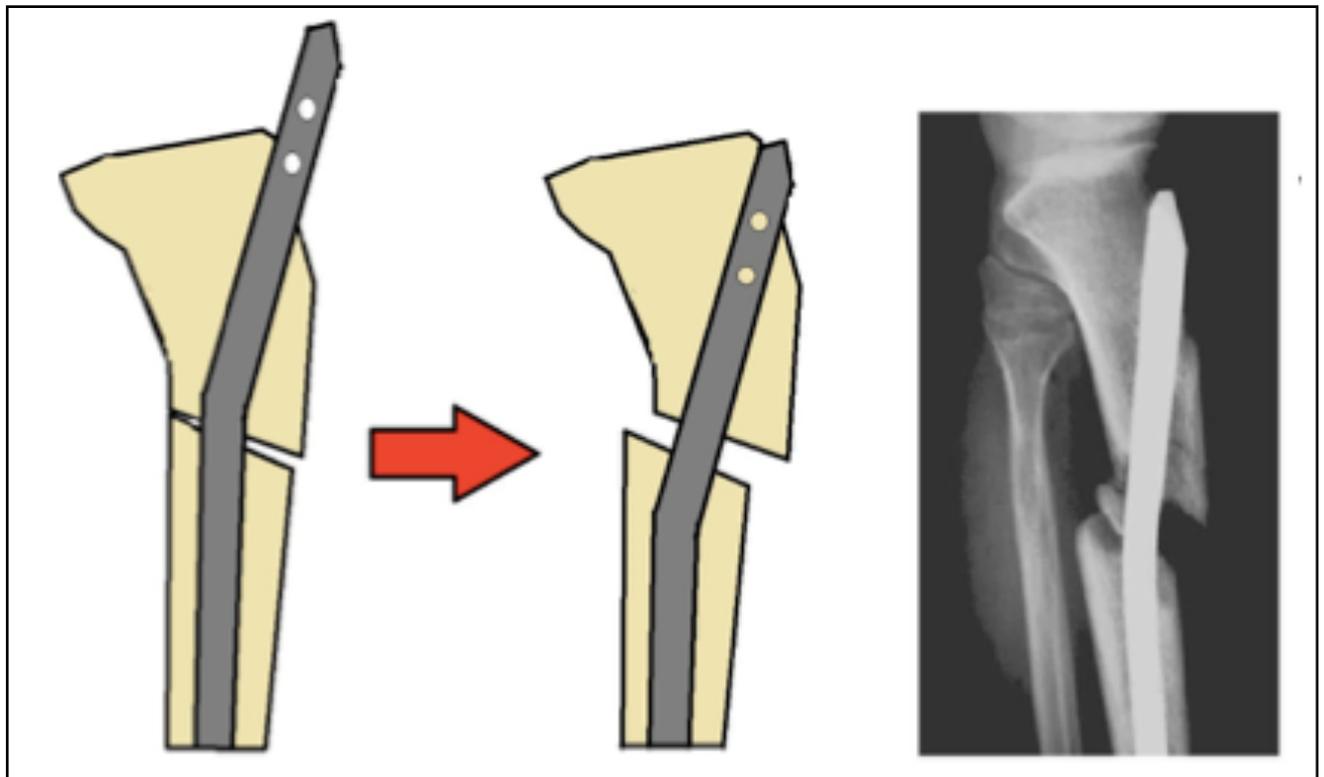


Рисунок 8 - «Эффект клина», наблюдающийся при использовании штифта с дистальным изгибом Герцога.

По данным литературы, большое значение при интрамедуллярном остеосинтезе переломов верхней трети большеберцовой кости имеет выбор более проксимальной «точки «входа» [57]. В связи с этим актуальным является и определение оптимальной величины угла Герцога. В настоящее время многие фирмы производители имеют в своем арсенале штифты с меньшим углом и расстоянием до него от проксимального конца штифта. Важно отметить, что величина угла Herzog так же оказывает влияние на технику остеосинтеза. Угол введения штифта по отношению к оси большеберцовой кости в сагиттальной плоскости должен быть равен углу Герцога. По данным Rommens с соавт., частой ошибкой при интрамедуллярном остеосинтезе проксимальных переломов большеберцовой кости является введения штифта под слишком большим углом, приводящее к характерной антекурвационной деформации (Рисунок 9) [165].

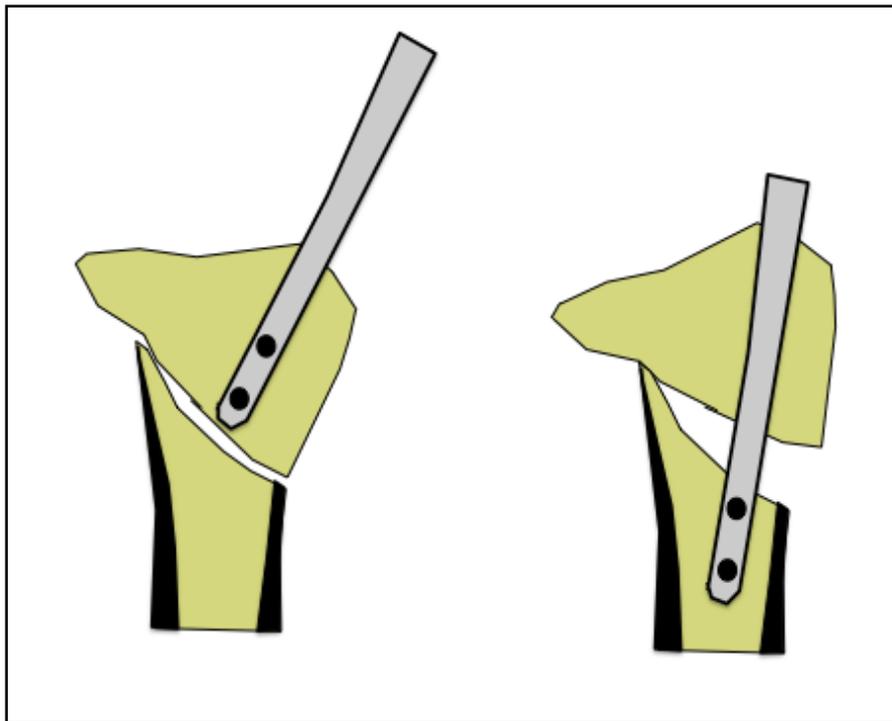


Рисунок 9 - Механизм возникновения антекурвационной деформации при введении штифта под неправильным углом

На рисунке 10 представлены наиболее популярные штифты для лечения проксимальных переломов большеберцовой кости:

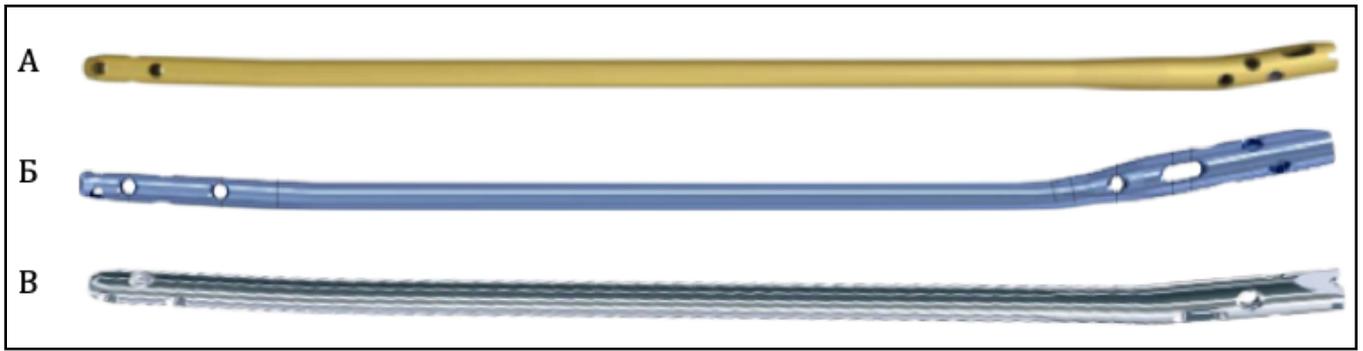


Рисунок 10А - Trigen Meta-Nail (Smith&Nephew) - изгиб Герцога = 10° , расстояние от начала штифта до изгиба по передней стенке = 27мм; Б - Expert Tibial Nail with Proximal Bend (Synthes) - изгиб Герцога = $10,5^\circ$, расстояние от начала штифта до изгиба по передней стенке = 65мм; В - T2 Tibial Nail (Stryker) - изгиб Герцога = 10° , расстояние от начала штифта до изгиба по передней стенке = 50мм

В биомеханическом исследовании Gkouvas с соавт. сравнили жесткость фиксации при использовании различных интрамедуллярных фиксаторов и пришли к выводу, что солидные штифты позволяют добиться более жесткой фиксации, чем канюлированные, а также что при внесуставных переломах верхней трети большеберцовой кости необходимо использовать максимально возможное количество блокирующих винтов [90]. Еще одним важнейшим требованием к штифту является возможность проксимального блокирования как минимум тремя винтами. На биомеханическом исследовании были показаны значительные преимущества такой фиксации, по сравнению с блокированием двумя винтами. Чем больше угол между блокирующими винтами, тем выше угловая стабильность [97,98].

Для повышения боковой стабильности при метафизарных переломах были разработаны блокирующие винты с угловой стабильностью (Angular Stable Locking System (ASLS), Synthes, Switzerland) [105]. Специальный дизайн винтов и мягкая пластиковая вкладка в отверстиях штифта позволяет добиться угловой стабильности винта в штифте с помощью резьбы. Проведенные экспериментальные исследования, оценивающие эффективность применения таких винтов, имеют противоречивые результаты. Dirk Wähnert с соавт. в биомеханическом исследовании на примере большеберцовой кости свиньи показали эффективность использования винтов с угловой стабильностью и рекомендовали их применение у пациентов с остеопорозом [190]. Однако, по данным других авторов, блокировка винтами с угловой

стабильностью не имеет биомеханических преимуществ по сравнению с блокировкой обычными винтами [41,105,185]. На настоящий момент не проведено рандомизированных клинических исследований, доказывающих эффективность использования таких винтов.

Доступ на полуразогнутом коленном суставе

Стандартная техника интрамедуллярного остеосинтеза подразумевает выполнение инфрапателлярного доступа и репозицию отломков на согнутом более 90° коленном суставе. Первоначально, доступ выполнялся через связку надколенника. Однако, многие авторы рекомендуют выполнять доступ медиально или латерально от связки и отводить ее в соответствующем направлении. Защитники данного доступа считают, что это позволяет уменьшить частоту болей в коленном суставе, которые по данным мета-анализа, проведенного Katsoulis с соавт., наблюдаются 47,7% случаев после выполнения интрамедуллярного остеосинтеза большеберцовой кости через стандартный инфрапателлярный доступ [81,113].

Необходимость выполнения интрамедуллярного остеосинтеза при согнутом коленном суставе значительно ограничивает возможности данного метода при проксимальных переломах. Оказалось, что при таком положении коленного сустава наблюдается максимальное разнонаправленное действие мышц на отломки: проксимальный отломок отклоняется кпереди за счет четырехглавой мышцы бедра и в сторону вальгуса за счет мышц переднего и латерального компартментов голени. При этом, икроножная мышца действует на дистальный отломок, приводя к характерной антекурвационной деформации [53,95]. Таким образом, поддержание удовлетворительной репозиции при введении интрамедуллярного стержня становится крайне сложной задачей.

Для облегчения техники репозиции были предложены различные методики, позволяющие выполнять интрамедуллярный остеосинтез на полуразогнутом коленном суставе. Большинство авторов рекомендуют выполнение остеосинтеза при коленном суставе, согнутом до 15° , что обусловлено нейтрализацией работы мышц-антагонистов в данном положении [143,169,186].

Tornetta с соавт. одними из первых описали применение альтернативного хирургического доступа для выполнения остеосинтеза костей голени на полуразогнутом коленном суставе. Они предложили парапателлярный доступ, при котором разрез выполнялся снаружи от надколенника. После рассечения удерживателя надколенника и выполнения артротомии, надколенник вывихивался медиально. Направитель устанавливался по межмышцелковой борозде бедренной кости и указывал на точку входа [186]. Существенным недостатком данного метода многие авторы отмечали его травматичность, поэтому были предприняты попытки в пользу поиска другого доступа.

Позже был описан менее инвазивный парапателлярный доступ, при котором выполнялось рассечение удерживателя надколенника без выполнения артротомии. Доступ производился внутри или снаружи от надколенника в зависимости от степени его подвижности [124]. Недостатком данного доступа является усложнение техники репозиции по сравнению со срединными доступами.

В последнее время супрапателлярный доступ стал одним из самых широко используемых при переломах проксимального отдела большеберцовой кости [33]. В литературе описан медиальный, латеральный и срединный доступы [61,109,143]. Наиболее популярным является срединный доступ, при котором разрез длиной 2.5см производится проксимальнее надколенника по срединной линии. Доступ осуществляется через сухожилие прямой головки четырехглавой мышцы бедра и проходит через коленный сустав. [53,59,61,83]. Kulkarni с соавт. сообщили об отличных результатах при лечении переломов верхней трети большеберцовой кости методом интрамедуллярного остеосинтеза через супрапателлярный доступ. Авторы рекомендуют использование данного доступа при всех типах переломов данной верхней трети большеберцовой кости, а также отмечают меньшую частоту болей в переднем отделе коленного сустава по сравнению со стандартным инфрапателлярным доступом [126].

Противники данного метода указывают на возможное негативное влияние чрессуставного доступа на функцию коленного сустава в отдаленном периоде из-за повреждения внутрисуставных структур и повышения риска развития артроза

[43,74,85,183]. Ввиду относительной новизны данной методики, достоверных данных подтверждающих эту гипотезу на настоящий момент нет [53]. По данным литературы, повреждение внутрисуставных структур при супрапателлярном доступе наблюдается реже, чем при парапателлярном или инфрапателлярном доступах [44,85]. В биомеханическом исследовании было показано, что давление направителя на хрящ в области пателлофemorального сустава значительно меньше давления необходимого для того, чтобы вызвать гибель хондроцитов [87]. Более того, боли в коленном суставе при супрапателлярном доступе встречаются значительно реже, чем при инфрапателлярном [59].

Некоторые авторы выражают обеспокоенность относительно попадания остатков кости в область коленного сустава при расверливании костномозгового канала через супрапателлярный доступ в связи с риском развития гетеротопической оссификации. Хотя отдаленных результатов, показывающих негативные последствия данной находки пока нет, многие рекомендуют выполнять промывание коленного сустава перед окончанием операции. Использование римера с подключенными к нему промывной системой и аспиратором (reamer-irrigator-aspirator system (RIA)) уменьшает риск попадания частиц кости в коленный сустав (Рисунок 11) [66,133,183].

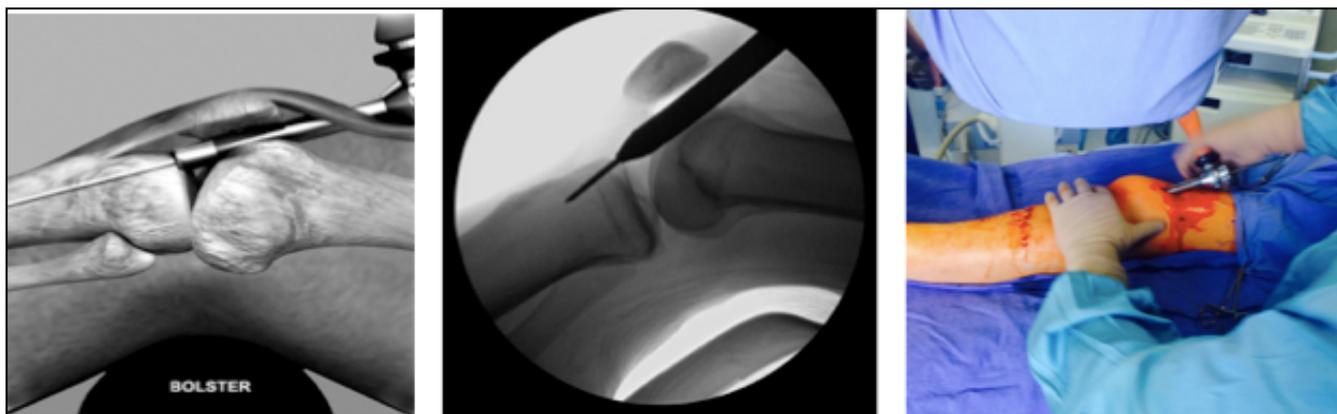


Рисунок 11 - Супрапателлярный доступ при интрамедуллярном остеосинтезе большеберцовой кости

Изменение точки введения штифта

По данным литературы, стандартным принято считать следующую точку трепанации кости для введения штифта («точка входа»): (1) в прямой проекции – точка должна совпадать с анатомической осью кости, которая находится по внутреннему краю латерального межмышечкового возвышения; (2) в боковой проекции – сразу же проксимальнее бугристости большеберцовой кости. McCornnell с соавт. назвали описанную область «безопасной зоной» («safe zone») (Рисунок 12) [136,168].

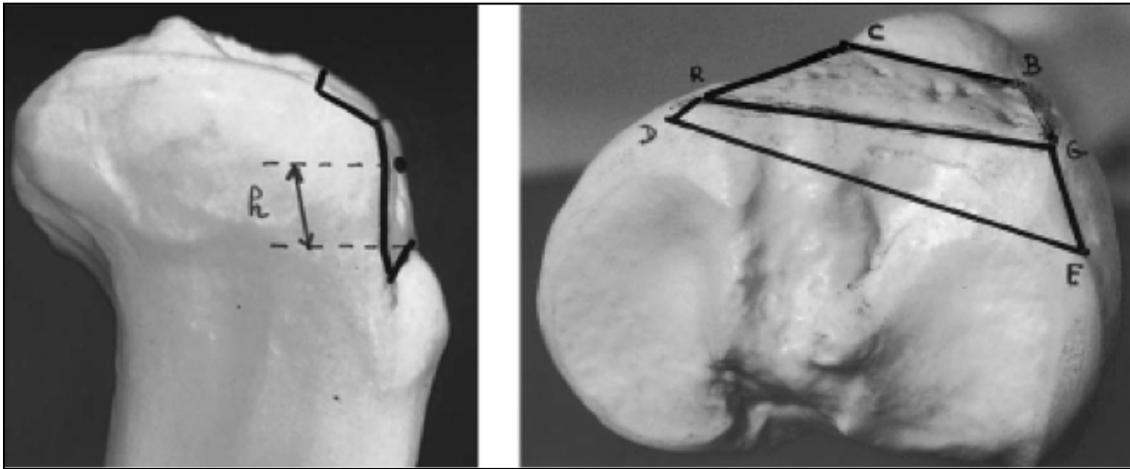


Рисунок 12 - Безопасная точка входа. Вид сбоку (слева), вид сверху (справа) [168]

В последнее время существует тенденция к выбору более проксимальной и латеральной точки входа при интрамедуллярном остеосинтезе переломов верхней трети большеберцовой кости, так как это позволяет достичь лучшей репозиции. Латеральная точка входа позволяет предотвратить образование характерной вальгусной деформации. Некоторые авторы рекомендуют определение точки входа в зависимости от фактической рентгенологической картины. В случае, если наблюдается варусная деформация, то рекомендуется использовать более медиальную точку входа, а если же наблюдается вальгусная деформация, то - более латеральную [86]. Стоит отметить, что изменение точки входа от срединной линии может оказать негативное влияние на положение механической оси нижней конечности, однако в литературе нет публикаций, описывающих данную проблему.

Смещение точки входа проксимальнее дает больше пространства для установки штифта таким образом, чтобы изгиб Герцога находился в проксимальном отломке.

Это дает очевидные преимущества при репозиции и фиксации короткого проксимального отломка, ввиду уменьшения расстояния между анатомической осью кости и точкой входа, а также увеличения длины части штифта, находящейся в проксимальном отломке, обеспечивая возможность блокировки штифта как минимум тремя винтами [54,95].

Поллерные винты и спицы

Еще одним методом достижения и поддержания репозиции является использование поллерных (отклоняющих, блокирующих, чрескостных поддерживающих) винтов [120,123,182]. Анализ литературы показал, что нет общепринятой терминологии при использовании понятия «поллерный винт». Многие авторы взаимозаменяемо используют термины поллерный, отклоняющий и блокирующий винты. Основываясь на данных литературы, можно прийти к выводу, что поллерные винты могут выполнять две различные функции: отклоняющую и блокирующую [35,95,120,123,161]. Таким образом, отклоняющие винты или спицы необходимы для достижения репозиции, а блокирующие винты необходимы для ее поддержания.

Поллерные винты, введенные в правильном положении, отталкивают штифт в нужном направлении. Они должны использоваться в коротком отломке с вогнутой стороны деформации. Некоторые авторы описывают оптимальное положение поллерных винтов как 6-7 мм от центра канала и 1 см от места перелома [102,173]. При переломах проксимального метаэпифиза рекомендовано применять как минимум два винта в проксимальный отломок: в сагиттальной и фронтальной плоскостях. Винт введенный латеральнее хода стержня в сагиттальной плоскости предотвращает вальгусное смещение, а винт, введенный во фронтальной плоскости кзади от пути стержня, устраняет антекурвацию [95,141].

При использовании поллерных винтов описаны следующие проблемы: перелом и изгибание винтов, заклинивания стержня при введении, раскалывание кости. Это связано с неточностью места введения винтов и недооценкой траектории прохождения штифта. Определение референсных позиций и тщательное предоперационное планирование с учетом таких характеристик как анатомические особенности и дизайн штифта могут потенциально решить эту проблему (Рисунок 13).

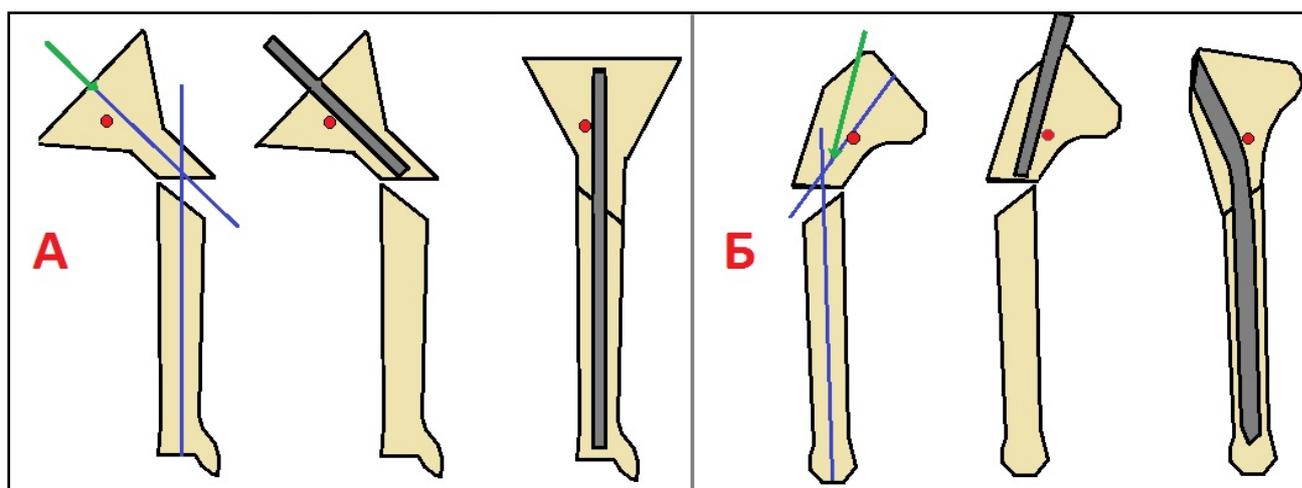


Рисунок 13 - Использование поллерных винтов для достижения репозиции при переломах проксимального отдела большеберцовой кости. А – предотвращение смещения во фронтальной плоскости. Б – предотвращение смещения в сагиттальной плоскости.

По мнению некоторых авторов, использование поллерных спиц более оправдано. Это объясняется меньшей толщиной и гибкостью спиц и как следствие отсутствие эффекта заклинивания, изгиба и поломки. Так же использование спиц предотвращает раскалывание кости. Ошибка при неправильном введении спицы менее критична, чем при неправильном введении винта [2,35,93]. В литературе описаны методики с использованием винтов Шанца и Штейнманна в качестве отклоняющих, с возможной последующей заменой на окончательные блокирующие винты. Это снижает риск изгибания и поломки винтов, а также позволяет использовать их в качестве дополнительных средств репозиции в виде джойстиков или в составе репозиционного устройства [95,173].

По данным литературы, поллерные винты, оставленные вне штифта, повышают степень фиксации путем ограничения канала в широкой части кости [127]. Учитывая

склонность к потере фиксации, использование таких винтов очень важно при интрамедуллярном остеосинтезе проксимальных переломов большеберцовой кости [38,95,120,123,131,161]. Тем не менее, некоторые авторы убеждены, что при наличии 3-4 блокирующих винтов (через отверстия в штифте), в оставлении поллерных винтов нет необходимости [93]. На настоящий момент, в литературе нет биомеханических исследований и четких рекомендаций относительно количества и референсных положений поллерных винтов в зависимости от вида перелома.

Вспомогательные пластины

Еще одним инструментом при репозиции переломов проксимального отдела большеберцовой кости является использование вспомогательных пластин на 4-6 отверстий. Описано как временное использование пластин для репозиции, так и постоянное с целью улучшения качества фиксации путем создания дополнительной опоры для удержания репозиции. Пластины как правило укладывают по передней или медиальной поверхности большеберцовой кости. Использование заблокированных пластин биомеханически более выгодно [18,95].

При использовании пластины по передней поверхности применяется монокортикальная фиксация. При данной технике устраняется антекурвация и смещение дистального отломка кзади в сагиттальной плоскости, а также сохраняется репозиция при последующем остеосинтезе на согнутом коленном суставе [95,116,135].

По мнению некоторых авторов, существенным недостатком методики является ее инвазивность. Фактически, приходится выполнять открытую репозицию, что крайне нежелательно, особенно при высокоэнергетической травме, для которой характерно тяжелое повреждение мягких тканей [35]. Однако статистически значимых подтверждений данной гипотезы нет. По данным Nork с соавт., использование монокортикальных пластин является эффективным методом репозиции и не замедляет сроки сращения переломов [151]. В ретроспективном анализе лечения 348 пациентов с закрытыми переломами костей голени было показано, что использование монокортикальных пластин не повышает риск инфекционных

осложнений [96]. Однако недостатки в дизайне исследования не позволяют сделать однозначный вывод относительно результатов (Рисунок 14).

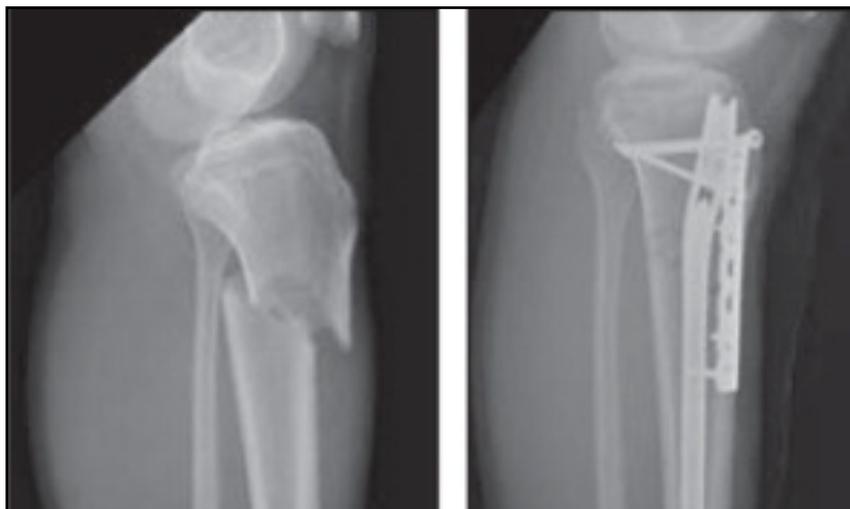


Рисунок 14 - Использование монокортикальной пластины для достижения и поддержания репозиции [151]

Проволочный серкляж

В литературе описаны методы репозиции проксимальных переломов большеберцовой кости с применением серкляжной проволоки. Хотя описаны минимально инвазивные техники установки проволоки, серкляж крайне негативно влияет на кровоснабжение костных отломков, сжимая сосуды надкостницы подобно жгуту. Более того, использование данной методики возможно только при простых косых и винтообразных переломах [100,106]. Исследований, достоверно подтверждающих эффективность и безопасность данной методики нет.

Стягивающие винты

Pol M. Rommens с соавт. в руководстве по интрамедуллярному остеосинтезу описывают технику репозиции с помощью одного или двух стягивающих винтов, проведенных через линию перелома вне траектории штифта. Данная методика актуальна при простых метафизарных переломах. Фактически, авторы рекомендуют создание абсолютной стабильности путем межфрагментарной компрессии и использование штифта в качестве нейтрализующего фиксатора [164,165]. Данная методика является спорной ввиду дополнительной инвазии в место перелома и создания условий абсолютной стабильности в комбинации с интрамедуллярным

стержнем. В литературе недостаточно исследований, оценивающих эффективность и безопасность данной методики.

Репозиционные устройства

Еще одним решением проблемы репозиции является использование специальных устройств. В литературе недостаточно объективных данных, позволяющих судить о преимуществе того или иного метода. Некоторые авторы рекомендуют применение ортопедического стола и скелетного вытяжения, однако очевидно, что данные методики значительно уступают по качеству достигаемой репозиции другим устройствам, таким как дистрактор АО и аппараты наружной фиксации [54,108,137,159,164]. Zhao с соавторами предложили использовать специализированную установку, облегчающую укладку конечности проведение репозиции при выполнении остеосинтеза через инфрапателлярный доступ [196].

Хотя использование дистрактора АО рекомендуется многими авторами, данная методика позволяет контролировать репозицию только в одной плоскости, а степень фиксации не достаточна для того, чтобы можно было выполнить интрамедуллярный остеосинтез проксимальных переломов без потери репозиции во время введения штифта [35,151,192].

Применении внешних фиксаторов в качестве репозиционных устройств позволяет достичь желаемого положения отломков и достаточной степени фиксации для последующего интрамедуллярного остеосинтеза, в том числе и на согнутом коленном суставе [2,11,35,132].

В нашей стране большую популярность имеют спицевые дистракционные аппараты наружной фиксации [23,35]. Некоторые хирурги активно применяют репозиционное устройство, созданное на базе спицевого аппарата Илизарова, состоящего из двух полуколец. Спицы в аппарате проводятся таким образом, чтобы они выполняют функцию отклоняющих. По данным авторов, удовлетворительной репозиции удавалось достичь в 94.6% случаев, однако из них в 26.4% этого удалось добиться с помощью двух последовательных операций. По данным авторов продолжительность операции составила в среднем 136 минут, что значительно

дольше, чем при других техниках. К недостаткам данной техники можно отнести ее трудоемкость, требующую большой опыт в применении циркулярных аппаратов наружной фиксации (Рисунок 15) [2,35].



Рисунок 15 - Использование репозиционного устройства на базе аппарата Илизарова [35]

В зарубежной литературе описаны различные варианты репозиционных аппаратов на базе тубулярных аппаратов наружной фиксации. Безусловным достоинством данных устройств является простота в компоновке, по сравнению с кольцевыми аппаратами [42,45]. Недостатком большинства предложенных методик можно считать их неспособность контролировать репозицию в нескольких плоскостях. На настоящий момент недостаточно исследований, позволяющих сравнить эффективность различных репозиционных устройств.

Репозиционные щипцы

Использование репозиционных щипцов – достаточно эффективный метод репозиции при переломах проксимального метафиза большеберцовой кости. Однако, применение данного метода ограничено простыми косыми и винтообразными переломами. Более того, расположение сосудисто-нервного пучка кзади от большеберцовой кости ограничивает использование репозиционных щипцов в переднезаднем направлении. Использование репозиционных щипцов затруднительно

в метафизарной области ввиду риска продавливания тонкой кортикальной кости, особенно у пациентов с остеопорозом. Так же, при использовании данного метода стоит уделять особое внимание бережной хирургической технике ввиду того, что избыточное давление браншей на мягкие ткани приводит образованию некрозов кожи и повышает риск развития инфекционных осложнений [82,117,183].

Проведенный анализ литературы показал, что лечение внесуставных переломов проксимального отдела голени остается одной из сложных задач для травматолога-ортопеда, что обусловлено анатомо-биомеханическими особенностями переломов данной локализации, значительно осложняющими выполнение и удержание репозиции. Несмотря на то, что описано множество хирургических методов лечения ВППОБК, ни один из них не имеет ощутимых преимуществ ввиду большого количества осложнений и неудовлетворительных функциональных результатов. Кроме того, выбор оптимальной тактики лечения осложняется отсутствием клинической классификации внесуставных переломов проксимальных отделов большеберцовой кости. Указанные обстоятельства послужили основанием для проведения данного исследования.

Глава 2. Материалы и методы

Основой данного клинического исследования является проведенный сравнительный анализ результатов лечения двух групп пациентов.

К первой группе были отнесены пациенты с внесуставными переломами верхней трети большеберцовой кости, прооперированные методом интрамедуллярного остеосинтеза и соответствующие критериям включения, невключения и исключения (Таблица 1). Пациенты данной группы были набраны путем ретроспективного анализа архивных данных отделений травматологии ГКБ им. Ф.И. Иноземцева в период с 1 января 2014 года по 30 сентября 2017 года. Данная группа пациентов расценивалась как контрольная.

Во вторую группу мы провели проспективный набор пациентов с внесуставными переломами верхней трети большеберцовой кости, соответствующих критериям включения, невключения и исключения (Таблица 1), поступивших в ГКБ им. Ф.И. Иноземцева в период с 1 октября 2017 года по 1 января 2020 года. Пациентам данной группы было проведена фиксация перелома методом интрамедуллярного остеосинтеза с использованием разработанного алгоритма (раздел 4.2). Анализ результатов проводился после окончания сбора материалов и по прохождению минимального периода наблюдения 12 месяцев.

Таблица 1. Критерии включения, невключения и исключения

Критерии включения	Критерии невключения	Критерии исключения
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Пациенты с внесуставными переломами проксимального отдела большеберцовой кости (41-A2, 41-A3, 42 по классификации АО [149]) ▪ Длина проксимального фрагмента от 35 до 120мм ▪ Возраст от 18 до 74 лет ▪ Пациент подписал информированное согласие на участие в исследовании ▪ Менее 4 недель с момента травмы до операции; 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Дефект мягких тканей в области предполагаемого хирургического доступа ▪ Открытые переломы типа III-C по классификации Gustilo-Anderson [94] ▪ Дерматологические заболевания, повышающие риск инфекционных осложнений в зоне планируемого хирургического доступа ▪ Дефект большеберцовой кости, приводящий к укорочению конечности более 2 см ▪ Тяжелая дисфункция поврежденной конечности, предшествующая травме ▪ Патологический характер перелома ▪ Инфекционное поражение мягких тканей в зоне планируемого хирургического доступа ▪ Хронический или острый остеомиелит костей поврежденной конечности ▪ Психические заболевания, значительно нарушающие комплаенс пациента ▪ Тяжелое течение хронических заболеваний, являющееся противопоказанием к проведению анестезии и операции ▪ Беременность и период лактации; ▪ Фиксация перелома методом интрамедуллярного остеосинтеза в первые 4 недели после травмы не производилась 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Отказ от участия в исследовании на любом его этапе ▪ Смерть во время стационарного лечения ▪ Наличие внезапно возникшего тяжелого заболевания или повторной травмы, не позволяющие оценить результаты текущего лечения

2.1 Клинико-статистическая характеристика пациентов

Группа 1 (ретроспективная, контрольная группа)

При проведении ретроспективного анализа первым этапом из базы данных травматологического отделения мы отобрали всех пациентов, поступивших в ГКБ им. Ф.И. Иноземцева за указанный период и имеющих переломы большеберцовой кости. Мы исключили из исследования всех пациентов, в диагнозе которых было указание на наличие внутрисуставного перелома мыщелков большеберцовой кости, или на наличие перелома нижней трети большеберцовой кости. Все остальные пациенты были отобраны для дальнейшего анализа. Фамилии и номера историй болезни мы записали в программе Microsoft Excel, после чего провели анализ электронного рентгенологического архива. Из исследования были исключены пациенты не соответствующие следующим критериям включения:

- Пациенты с внесуставными переломами проксимального отдела большеберцовой кости (41-А2, 41-А3, 42 по классификации АО) [149]
- Длина проксимального отломка от 35 до 120мм.

Длина проксимального отломка оценивалась визуально. При явном несоответствии длины проксимального отломка критериям включения, пациенты были исключены из исследования. В пограничных случаях длина проксимального определялась с помощью электронной рентгенологической линейки.

После отбора пациентов по рентгенологическим критериям был проведен анализ электронных историй болезни. В анализ были включены персональные данные пациентов (возраст, пол), и все доступные данные, включающие информацию о ходе лечения пациента. Из исследования были исключены все пациенты, которым исполнилось 75 лет на момент получения травмы. На основании имеющихся архивных данных из исследования были исключены все остальные пациенты, однозначно не соответствующие критериям включения/невключения.

Всего за указанный период в ГКБ им Ф.И. Иноземцева проходили лечение 67 пациентов с внесуставными переломами верхней трети большеберцовой кости. Не соответствовали критериям включения/невключения 26 пациентов, из них 3

пациента были старше 75 лет, у 3 пациентов длина проксимального отломка была меньше 35мм (тип IV по классификации PFL-TN) (Рисунок 16), и 3 пациента имели открытые переломы типа Gustilo-Anderson IIIС, 1 пациент с открытым переломом типа Gustilo-Anderson IIIВ имел дефект большеберцовой кости более 2см, 2 пациента скончались во время стационарного лечения. 14 пациентов не были включены в исследование в связи с тем, что лечение методом интрамедуллярного остеосинтеза не проводилось.

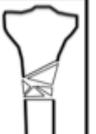
Тип	A	B	C	S
IV				
III				
II				
I				

Рисунок 16 - Классификация переломов проксимального отдела большеберцовой кости для планирования интрамедуллярного остеосинтеза (Proximal Fragment Length Classification for Tibial Nailing - PFL-TN) (Глава 4)

На каждого пациента, включенного в исследование, из архива ГКБ им. Ф.И. Иноземцева был получен бумажный экземпляр истории болезни и была заведена индивидуальная регистрационная карта (ИРК) (приложение А). В ИРК мы перенесли все данные, которые можно было извлечь из имеющихся архивных данных. Для связи с пациентами с титульного листа истории болезни были выписаны личные номера телефонов пациентов или их родственников. Было проведено телефонное анкетирование пациентов для отслеживания отдаленных результатов. Пациенты,

давшие согласие на участие в исследовании в ходе телефонного анкетирования, были приглашены на контрольный осмотр с имеющимися рентгенограммами.

Всего в ретроспективную группу вошло 43 пациента от 18 до 71 года (Мужчин – 28; Женщин – 15; Средний возраст – $44,5 \pm 2$ лет (Таблица 2). Большинство пациентов (86.1%) данной группы были трудоспособного возраста от 18 до 59 лет, из них 48.6% имели постоянное место работы. Из 43 пациентов 17 (39.5%) имели одно или несколько серьезных сопутствующих заболеваний, которые могли оказать влияние на течение послеоперационного периода: декомпенсированное течение сахарного диабета (3 пациента), морбидное ожирение (3 пациента), периферическая нейропатия (3 пациента), вирусный гепатит В или С (4 пациента), ВИЧ инфекция (3 пациента), злоупотребление психоактивными веществами (алкоголизм, наркомания) (11 пациентов).

Таблица 2 - Распределение пациентов по полу и возрасту в группе 1

Группа 1		Возраст			Всего	
		18-44	45-59	60-74	Абс.	%
М		11	14	3	28	65,12
Ж		7	5	3	15	34,88
Всего	Абс.	18	19	6	43	
	%	41.9%	44.2%	13.9%		100

У 34 пациентов (79.1%) переломы были следствием высокоэнергетического воздействия, а у 9 (20.9%) – низкоэнергетического (Рисунок 17).

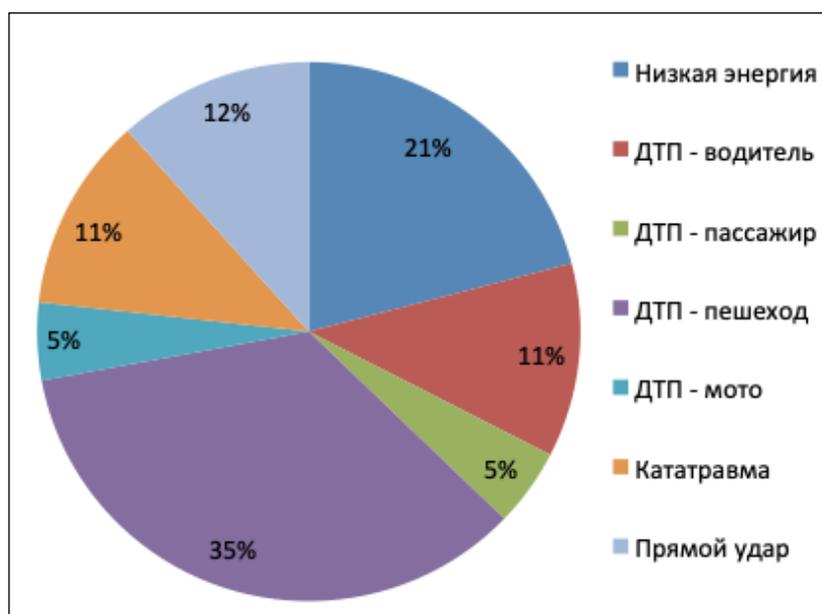


Рисунок 17 - Распределение пациентов по механизму травмы в группе 1

При разделении переломов по типам мы использовали классификацию переломов АО/ОТА, а также предложенную нами классификацию PFL-TN (Таблица 3). У 13 (30.2%) пациентов были фрагментарные переломы. Средняя длина проксимального отломка в данной группе составляла $73,5 \pm 3,4$ мм. При распределении открытых переломов по типам мы использовали классификацию Gustilo-Anderson. Из 43 переломов 16 (37.2%) были открытыми, из них тип I - 6, тип II - 5, тип IIIA - 1, тип IIIB - 4.

Таблица 3 - Распределение переломов по типам в группе 1. В скобках представлена длина проксимального отломка в мм

Группа 1	АО/ОТА				PFL-TN							
	1	2	3	Всего		A	As	B	Bs	C	Cs	Всего
41A	-	1	4	5	I (90-120мм)	1	3	6	1	1	-	12
42 Aa	2	2	3	7	II (45-90мм)	6	2	10	2	-	4	24
42 Ba	6	5	6	17	III (35-45 мм)	2	-	2	1	1	1	7
42 Ci	-	7	7	14	IV (<35мм)	-	-	-	-	-	-	-
Всего	8	15	20	43		9	5	18	4	2	5	43

На рисунке 18 представлено распределение пациентов по механизму травмы в зависимости от типа (PFL-TN) перелома. Как видно из данной диаграммы, при всех типах переломов преобладает высокоэнергетический механизм травмы, однако в группе с более коротким отломком (тип 2 и 3) доля низкоэнергетических переломов существенно выше, чем при диафизарных переломах (тип 1). При переломах 1 типа прямой изолированный механизм травмы преобладает над низкоэнергетическим, в то время как при переломах типа 2 и 3 низкоэнергетический механизм травмы встречается чаще, чем прямой.

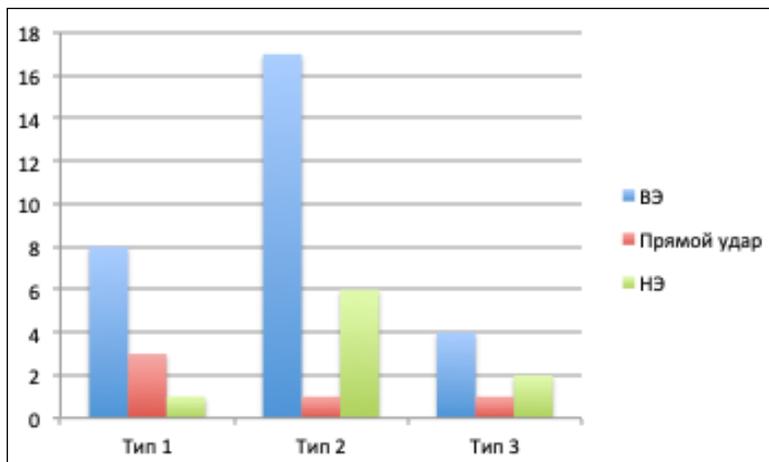


Рисунок 18 - Распределение пациентов по механизму травмы в зависимости от типа перелома. ВЭ – высокоэнергетическая травма, НЭ – низкоэнергетическая травма

Помимо исследуемого повреждения, сопутствующие повреждения имелись у 21 (48.8%) пациента, из них 5 (23.8%) пациентов имели множественную скелетную травму и 16 (76.2%) – сочетанную травму. Большинство пациентов, имеющих сопутствующие повреждения, получили травму в результате ДТП – 17 (81%). Из сопутствующих повреждений у 16 пациентов наблюдалась черепно-мозговая травма, 3 – переломы лицевого отдела черепа, 10 – травма грудной клетки, 6 – травма органов брюшной полости, забрюшинного пространства и таза, 5 – переломы позвоночника, 7 – переломы таза, 16 – переломы нижних конечностей (8 – ипсилатеральные, 1 билатеральные), переломы верхних конечностей – 8.

Группа 2 (проспективная, основная группа)

В период с 1 октября 2017 года по 1 января 2020 года в ГКБ им Ф.И. Иноземцева поступило 53 пациента с переломами верхней трети большеберцовой кости. Из исследования были исключены 2 пациента в связи со смертью во время стационарного лечения, обусловленной тяжестью сопутствующих повреждений. Из оставшихся пациентов, 9 не соответствовали критериям включения/невключения: 2 пациента имели открытые переломы типа IIIС по классификации Gustilo-Anderson, 3 пациента были старше 75 лет, у 4 пациентов длина проксимального отломка была меньше 35мм (тип IV по классификации PFL-TN). Все пациенты, вошедшие в данную группу, подписали информированное добровольное согласие на участие в проспективном клиническом исследовании.

В данную группу вошло 42 пациента от 18 до 72 года (Мужчин – 30; Женщин – 12; Средний возраст – $46,1 \pm 2$ лет) (Таблица 4). Большинство пациентов (81.0%) данной группы были трудоспособного возраста от 18 до 59 лет, из них 47.1% имели постоянное место работы. Из 42 пациентов 19 (45.2%) имели одно или несколько серьезных сопутствующих заболеваний, которые могли оказать влияние на течение послеоперационного периода: декомпенсированное течение сахарного диабета (5 пациентов), морбидное ожирение (4 пациента), периферическая нейропатия (3 пациента), вирусный гепатит В или С (3 пациента), ВИЧ инфекция (2 пациента),

злоупотребление психоактивными веществами (алкоголизм, наркомания) (14 пациентов).

Таблица 4 - Распределение пациентов по полу и возрасту в группе 2

Группа 2		Возраст			Всего	
		18-44	45-59	60-74	Абс.	%
М		18	8	4	30	71,43
Ж		4	4	4	12	28,57
Всего	Абс.	22	12	8	42	
	%	52.4%	28.6%	19%		100

По механизму травмы 32 (76.2%) перелома были следствием высокоэнергетического воздействия, и 10 (23.8%) - низкоэнергетического. Детальное распределение переломов по механизму травмы представлено на рисунке 19.

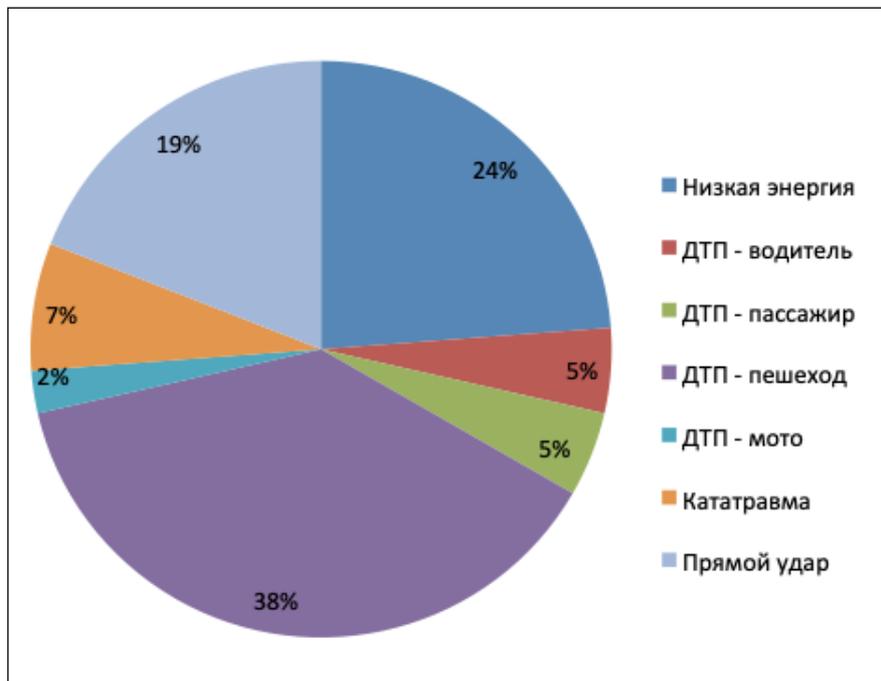


Рисунок 19 - Распределение пациентов по механизму травмы в группе 2

При разделении переломов по типам мы использовали классификацию переломов АО/ОТА, а также предложенную нами классификацию PFL-TN (Таблица 5). У 10 (23.8%) пациентов были фрагментарные переломы. Средняя длина проксимального отломка в данной группе составляла $69,4 \pm 4,0$ мм. При распределении открытых переломов по типам мы использовали классификацию Gustilo-Anderson. Из 42 переломов 13 (30.1%) были открытыми, из них тип I - 6, тип II - 4, тип IIIA - 1, тип IIIB - 2.

Таблица 5 - Распределение переломов по типам в группе 2. В скобках представлена длина проксимального отломка в мм

Группа 2	АО/ОТА				PFL-TN							
	1	2	3	Всего		A	As	B	Bs	C	Cs	Всего
41А	-	3	3	6	I (90-120мм)	2	-	8	1	-	-	11
42 Аа	3	1	1	5	II (45-90мм)	6	1	7	1	1	3	19
42 Ва	6	5	6	17	III (35-45мм)	1	1	2	1	5	2	12
42 Сi	-	6	8	14	IV (<35мм)	-	-	-	-	-	-	-
Всего	9	15	18	42		9	2	17	3	6	5	42

На рисунке 20 представлено распределение пациентов по механизму травмы в зависимости от типа (PFL-TN) перелома. В проспективной (группа 2) группе так же, как и в ретроспективной, отмечается схожая тенденция: при всех типах переломов преобладает высокоэнергетический механизм травмы, в группах с более коротким отломком (тип 2 и 3) доля низкоэнергетических переломов существенно выше, чем при диафизарных переломах (тип 1). При переломах 1 типа прямой изолированный механизм травмы преобладает над низкоэнергетическим, в то время как при переломах типа 2 и 3 низкоэнергетический механизм травмы встречается чаще, чем прямой.

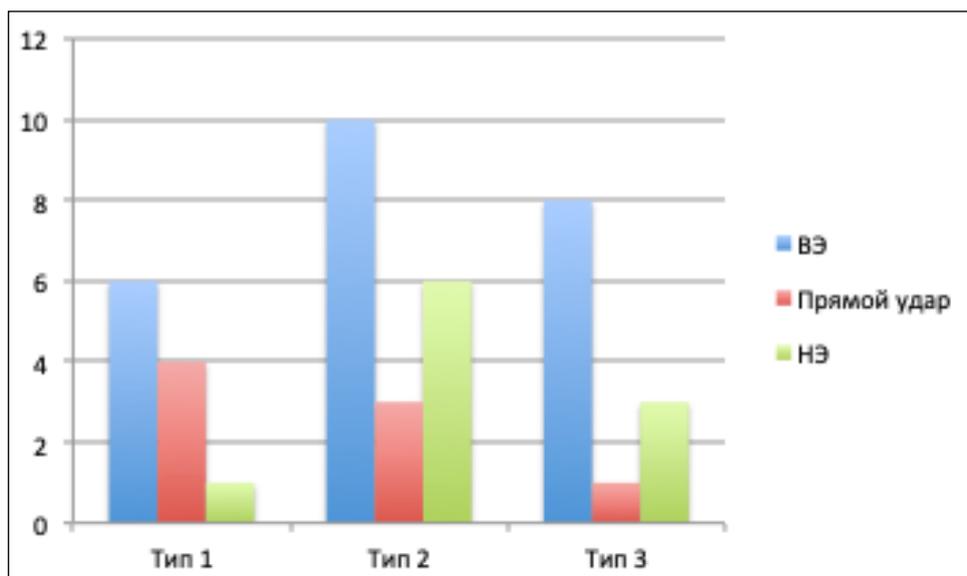


Рисунок 20 - Распределение пациентов по механизму травмы в зависимости от типа перелома; ВЭ – высокоэнергетическая травма, НЭ – низкоэнергетическая травма

Таблица 6 - Оценка сопоставимости групп 1 и 2 по приведенным критериям

	Группа 1	Группа 2	p-value
N пациентов	43	42	
М/Ж	28/15	30/12	0.53199
Ср. возраст	44,47±1,95	46,14±2.01	0.29283
Сопутствующие заболевания			
N пациентов с соп. заболеваниями (%)	17 (39.53)	19 (45.24)	0.59470
Всего соп. заболеваний (на 1 пациента)	27 (0.63)	31 (0.74)	0.635
Механизм травмы			
ВЭ (%)	34 (79.07)	32 (76.19)	0.75005
НЭ (%)	9 (20.93)	10 (23.81)	
Мягкие ткани			
Закрытый перелом (%)	27 (62.79)	29 (69.05)	0.88003
G-A Тип 1 (%)	6 (13.95)	6 (14.29)	
G-A Тип 2 (%)	5 (11.63)	4 (9.52)	
G-A Тип 3 (%)	5 (11.63)	3 (7.14)	
Тип перелома			
Ср. длина прокс. отломка	73,5±3,4	69,4±4,0	0.22262
АО 41А (%)	5 (11.63)	6 (14.29)	0.93764
АО 42А (%)	7 (16.28)	5 (11.63)	
АО 42В (%)	17 (39.53)	17 (40,48)	
АО 42С (%)	14 (32.56)	14 (33.33)	
PFL-TN I (%)	12 (27.91)	11 (26.19)	0.38114
PFL-TN II (%)	24 (55.81)	19 (45.24)	
PFL-TN III (%)	7 (16.28)	12 (28.57)	
PFL-TN s (%)	14 (32.59)	10 (23.81)	0.37033
Вид травмы по наличию сопутствующих повреждений			
Изолированная (%)	22 (51.16)	24 (57.14)	0.73803
Множественная (%)	5 (11.63)	3 (7.14)	
Сочетанная (%)	16 (37.21)	15 (35.7)	
N соп. повреждений на 1 пациента с множественной или сочетанной травмой	3.24	2.5	0.09097

Помимо исследуемого повреждения, сопутствующие повреждения имелись у 18 (41.9%) пациентов, из них 3 (16.7%) пациента имели множественную скелетную травму и 15 (83.3%) – сочетанную травму. Большинство пациентов, имеющих сопутствующие повреждения, получили травму в результате ДТП – 14 (77.8%). Из сопутствующих повреждений у 14 пациентов наблюдалась черепно-мозговая травма, 2 – переломы лицевого отдела черепа, 6 – травма грудной клетки, 2 – травма органов

брюшной полости, забрюшинного пространства и таза, 4 – переломы позвоночника, 4 – переломы таза, 10 – переломы нижних конечностей (4 – ипсилатеральные, 1 билатеральные), переломы верхних конечностей – 4.

Стоит отметить различия в распределении по механизму травмы и типу перелома в ретроспективной и проспективной группах: в проспективной группе отмечается увеличение доли переломов, имеющих прямой изолированный механизм травмы во всех группах, увеличение доли низкоэнергетических переломов типа 2 и увеличение доли высокоэнергетических переломов типа 3. Однако, проведенный статистический анализ показал, что данная разница не является статистически значимой. В таблице 6 представлена оценка однородности групп 1 и 2. Согласно проведенному анализу, группы 1 и 2 сопоставимы по исследуемым критериям и результаты лечения пациентов в этих группах можно сравнивать между собой.

2.2 Клинический метод

Пациентам ретроспективной (группа 1) и проспективной групп (группа 2) при поступлении мы проводили стандартное обследование по протоколу для пациентов травматологического профиля, принятому в лечебном учреждении: клиническое, лабораторное и инструментальное обследование, направленное на оценку общего состояния пациента и на выявление повреждений. Пациентам, получившим травму в результате высокоэнергетического воздействия, производилось оказание помощи по протоколу ATLS [52]. Из инструментальных методов обследования, направленных на оценку повреждения выполнялась: рентгенография костей голени с захватом коленного и голеностопного суставов в прямой и боковой проекциях, УЗДГ (ультразвуковая доплерография) сосудов нижних конечностей и по показаниям компьютерная томография коленного и голеностопного суставов. При поступлении в приемном отделении сохранялась иммобилизация транспортной шиной выполненная на догоспитальном этапе, при несостоятельности иммобилизации производилась замена транспортной шины. После дообследования и определения тактики лечения пациента мы производили замену транспортной шины на

временную (АНФ, скелетное вытяжение, рассеченная циркулярная гипсовая повязка) или окончательную (интрамедуллярный остеосинтез) фиксацию.

Дальнейшее лечение пациентов ретроспективной группы (группа 1) проводилось в соответствии с принятыми в лечебном учреждении протоколами.

После исключения жизнеугрожающих повреждений и стабилизации состояния, пациент (группа 2) подписывал информированное добровольное согласие на участие в исследовании, заполнялась индивидуальная регистрационная карта пациента (Приложение А).

За время стационарного лечения пациентам обеих групп мы проводили ежедневную оценку общего состояния пациента и местного статуса конечности, необходимые лечебные мероприятия, согласно алгоритму лечения пациентов травматологического профиля. По клиническим показаниям проводились необходимые лабораторные и инструментальные исследования с целью своевременного выявления осложнений и динамического контроля состояния пациента в послеоперационном периоде.

Контрольные клинические осмотры и необходимые обследования проводились во время и после стационарного лечения в установленные сроки согласно разработанному протоколу (Приложение А).

В связи с тем, что рентгеновские снимки не позволяют объективно оценить остаточное ротационное смещение, на контрольном клиническом осмотре мы производили оценку ротационного смещения по отношению к здоровой конечности. У 7 пациентов контрольной группы, связаться с которыми не удалось, оценка ротационного смещения не производилась.

Результаты проведенных осмотров были записаны в ИРК (Приложение А).

2.3 Радиологический метод

Во всех случаях рентгенография голени выполнялась в прямой и боковой проекциях с захватом коленного и голеностопного суставов.

Пациентам контрольной группы рентгенография выполнялась при поступлении пациента в приемное отделение, после временной фиксации перелома, после выполнения окончательной фиксации перелома на 1е сутки. В амбулаторном порядке пациентам ретроспективной группы, контрольные рентгенограммы выполнялись согласно рекомендациям лечащего врача.

Пациентам основной группы рентгенография выполнялась в сроки установленные протоколом исследования (6, 10, 14, 24, 48 недель) (Приложение А). По клиническим показаниям (замедление сроков консолидации перелома) и при невозможности выполнения пациентом контрольных рентгенограмм в установленные протоколом сроки рентгенография выполнялась в другие сроки.

Всем пациентам основной группы с переломами типа III по классификации PFL-TN, а также пациентам с переломами типа I и II при подозрении на распространении линии перелома в суставную область выполнялась КТ костей голени с захватом коленного сустава. Определение типа перелома производилось по классификации АО/ОТА и классификации PFL-TN. Определение условной границы между типами IV и III производилось по данным компьютерной томографии.

Пациентам основной группы при выполнении контрольных рентгенограмм на первые сутки после операции так же выполнялась рентгенография контралатеральной большеберцовой кости на протяжении в прямой и боковой проекциях с целью дальнейшей оценки качества репозиции поврежденной конечности. Пациентам контрольной группы мы проводили рентгенографию контралатеральной большеберцовой кости на первом клиническом осмотре.

Пациентам обеих групп во время оперативного вмешательства проводился рентгенологический контроль с помощью электронно-оптического преобразователя (ЭОП).

При анализе качества репозиции на всех контрольных рентгенограммах мы

проводили оценку углового и поперечного смещения дистального отломка относительно проксимального отломка в прямой и боковой проекциях, согласно методике определения деформации конечности предложенной Paley[154]. Пациентам ретроспективной группы производился анализ рентгенограмм на разных сроках сращения перелома на основании имеющихся снимков в электронном рентгенологическом архиве больницы, предоставленных контрольных рентгенограмм на разных сроках сращения перелома и рентгенограмм, выполненных на текущем контрольном осмотре.

Оценка репозиции производилась на основании послеоперационных рентгенограмм в прямой и боковой проекциях. При оценке репозиции определялся латеральный (aLPTA) и задний (aPPTA) суставно-диафизарный углы в прямой и боковой проекциях здоровой и поврежденной конечностей по методике Paley с соавт (Рисунок 21А) [154]. У 7 пациентов наблюдался перелом контралатеральной большеберцовой кости, в связи с чем суставно-диафизарный угол определялся относительно анатомической оси проксимального отломка (Рисунок 21Б). На рисунке 22 представлен клинический пример определения остаточной деформации после репозиции у пациента с поврежденной контралатеральной нижней конечностью.

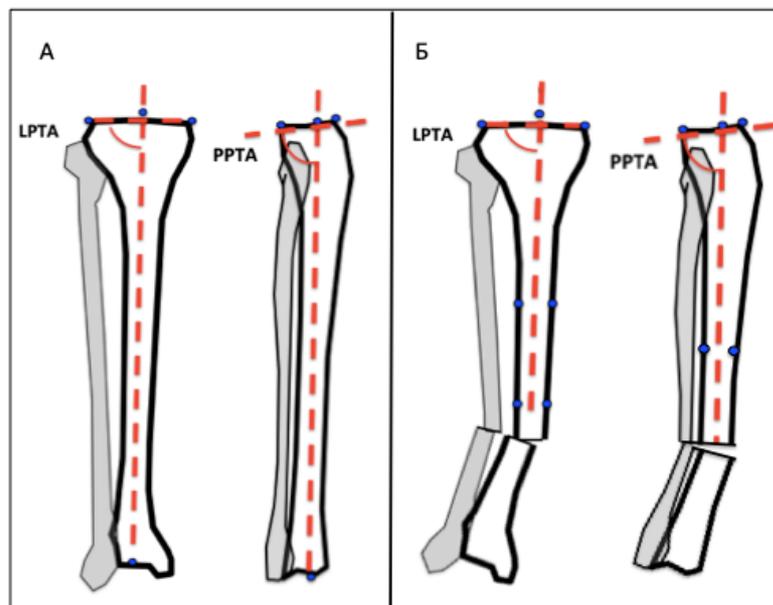


Рисунок 21 - Метод определения оси большеберцовой кости. А – при интактной контралатеральной большеберцовой кости; Б – при поврежденной контралатеральной большеберцовой кости [154]

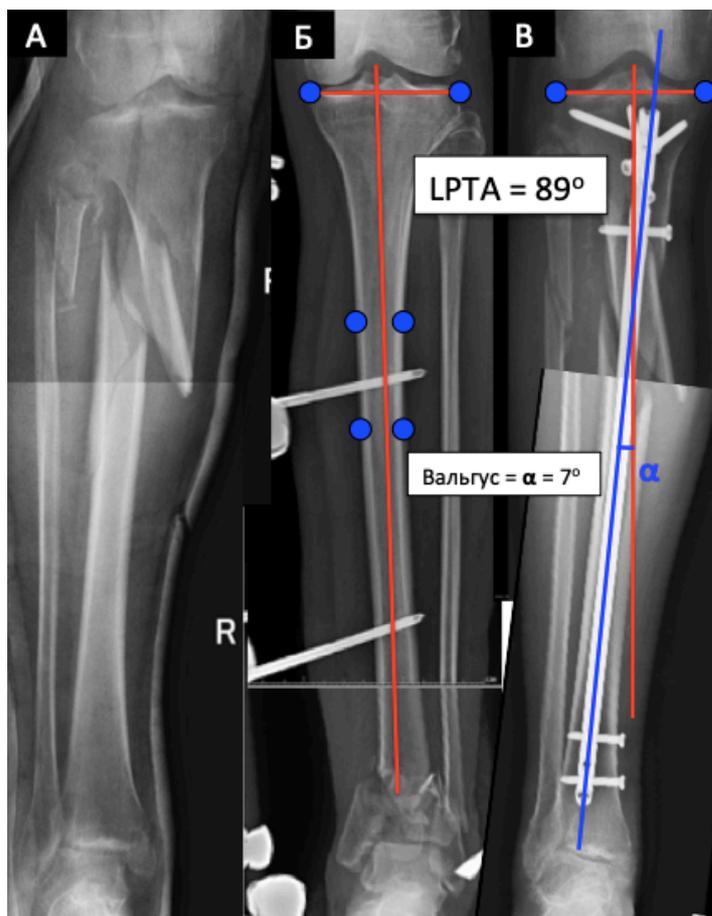


Рисунок 22 - Пациент М. 43 г. Диагноз: Закрытый оскольчатый перелом верхней трети большеберцовой и малоберцовой костей правой голени со смещением отломков (АО/ОТА – 42B2; PFL-TN – Тип IB). Закрытый оскольчатый внутрисуставной перелом дистальных метаэпифизов большеберцовой и малоберцовой костей левой голени со смещением отломков (АО/ОТА – 43C3). А – Перелом до репозиции. Б – методика определения оси проксимального отломка в случае перелома контралатеральной большеберцовой кости ($aLPTA=89^{\circ}$), В – Оценка углового смещения при $aLPTA = 89^{\circ}$. На послеоперационных рентгенограммах отмечена остаточная вальгусная деформация 7° .

В случаях невозможности определения анатомической оси контралатеральной конечности, качество репозиции оценивалось по сравнению с референсными величинами ($aLPTA=90-95^{\circ}$, $aPPTA=77-84^{\circ}$).

Разница углов между здоровой (контралатеральной) и поврежденной конечностями считалась остаточной деформацией. Во фронтальной плоскости положительная разница считалась вальгусной деформацией, отрицательная разница считалась варусной деформацией. В сагиттальной плоскости положительная разница считалась антекурвационной деформацией, а отрицательная разница – рекурвационной. Из 43 пациентов контрольной группы не удалось связаться с 7 пациентами, в связи с этим рентгенография контралатеральной конечности не

выполнялась. У этих пациентов деформацией считалось отклонение углов за пределы референсных значений - $\alpha\text{ЛРТА}=90\text{-}95^{\circ}$, $\alpha\text{РРТА}=77\text{-}84^{\circ}$.

Укорочение конечности, поперечное смещение во фронтальной и сагиттальной плоскостях оценивались на послеоперационных рентгенограммах с помощью электронной рентгенологической линейки.

Консолидация перелома констатировалась при выявлении периостальной костной мозоли как минимум на одной стороне большеберцовой кости на прямой или боковой проекции и отсутствии болезненности в области перелома при ходьбе с опорой на поврежденную конечность.

При сомнительных рентгенологических признаках консолидации или сохранении болезненности в области перелома через 24 недели после операции назначалась контрольная КТ. В данном случае степень консолидации перелома оценивалась по результатам КТ на фронтальных и сагиттальных срезах.

2.4 Оценка качества репозиции

С целью оценки качества репозиции была разработана балльная система оценки остаточных смещений. Угловое, поперечное смещение и укорочение конечности оценивались с помощью рентгенологического метода. Ротационное смещение оценивалась с помощью клинического метода. В зависимости от величины сохраняющегося смещения, репозиция рассматривалась как отличная, хорошая или неприемлемая. Критерии оценки репозиции основаны на общепринятых понятиях о приемлемом смещении при переломах большеберцовой кости и представлены в таблице 7 [1]. Угловое и поперечное смещения оценивались в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Таким образом, производилась оценка шести видов смещений: угловое смещение во фронтальной плоскости, угловое смещений в сагиттальной плоскости, поперечное смещение во фронтальной плоскости, поперечное смещение в сагиттальной плоскости, ротационное смещение, укорочение конечности.

С целью объективизации полученных данных и возможности проведения сравнительного анализа между группами мы использовали разработанную нами балльную систему оценки качества репозиции (таблица 7) [24]. Согласно данной системе по каждому виду смещений добавлялся 1 балл в случае отличной репозиции, 5 баллов в случае хорошей репозиции и 20 баллов в случае неприемлемой репозиции. Минимальное количество баллов (6 баллов) свидетельствует об отличном результате. Чем больше баллов, тем хуже считается репозиция. Если набрано 25 и более баллов, то такая репозиция рассматривается как неприемлемая.

Таблица 7 - Балльная система оценки качества репозиции [24]

Вид смещения		Отличная (1 балл)	Хорошая (5 баллов)	Неприемлемая (20 баллов)
Угловое (град.)	Саггит.плоскость	0-2	3-5	>5
	Фронт.плоскость	0-2	3-5	>5
Ротационное (град.)		0-5	6-15	>15
Поперечное (мм)	Саггит.плоскость	0-5	5-10	>10
	Фронт.плоскость	0-5	5-10	>10
Укорочение (мм)		0-5	5-10	>10

2.5 Оценка качества жизни пациента и функционального статуса конечности

При оценке качества жизни и функционального статуса конечности через 2, 6, 10, 14, 24, 48 недель после операции мы использовали шкалы SF-36 и LEFS [46,184].

Шкала SF-36 (Приложение Б)

Шкала SF-36 – наиболее широко распространённая универсальная шкала оценка качества жизни у пациентов с различными заболеваниями, в том числе и с переломами. Оценка качества жизни пациента производится путем заполнения пациентом опросника, включающего 36 вопросов, сгруппированных в 8 шкал:

- физическое функционирование (Physical Functioning — PF);

- ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием (Role-Physical Functioning — RP);
- интенсивность боли (Bodily pain — BP);
- общее состояние здоровья (General Health — GH);
- жизненная активность (Vitality — VT);
- социальное функционирование (Social Functioning — SF);
- ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием (Role-Emotional — RE);
- психическое здоровье (Mental Health — MH).

Путем подсчета баллов (от 0 до 100 для каждой шкалы), набранных при ответе на вопросы, формируется два параметра, отражающих качество жизни пациента: психологический и физический компоненты здоровья.

В проведенной работе мы использовали только шкалы PF, RP и BP из SF-36, оценивающие физический компонент здоровья (SF-36 PCS), в соответствии с рекомендациями при исследовании пациентов с переломами костей голени [53].

Шкала LEFS (Приложение В)

Шкала LEFS (Lower Extremity Functional Score) – наиболее распространенная шкала оценки функционального статуса нижней конечности, представляющая из себя анкету самозаполнения. Пациентам предлагается ответить на 20 вопросов, относящихся к возможным трудностям при выполнении повседневных занятий. В зависимости от возникающих трудностей пациенты набирают от 0 до 4 баллов. Сравнение общего количества баллов на различных этапах реабилитации позволяет оценить динамику восстановления пациента. Сравнение результатов между различными группами на одинаковых сроках, позволяет оценить эффективность различных методов лечения.

2.6 Статистическая обработка данных

Статистическая обработка материала проведена с помощью стандартных процедур вариационной статистики с применением программ Microsoft Excel и SPSS Statistics. При обработке цифровых данных были получены средние величины, стандартное отклонение и средняя ошибка средней.

При анализе результатов биомеханического исследования статистический анализ был проведен с использованием программы SPSS для Windows (Version 16, SPSS Inc., Chicago). Однофакторный дисперсионный анализ с последующим апостериорным анализом (критерий Тьюки) были использованы для сравнения групп между собой.

При оценке результатов клинического исследования при сравнении независимых выборок были использованы точный тест Фишера, U-критерий Манна-Уитни, критерий Стьюдента и критерий согласия Пирсона (Хи-квадрат). Однофакторный дисперсионный анализ с последующим апостериорным анализом (критерий Тьюки) были использованы для сравнения двух или более непрерывных переменных. Разница между группами считалась статистически достоверной при $p < 0.05$.

Глава 3. Экспериментальное исследование жесткости интрамедуллярной фиксации на пластиковых моделях внесуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости

3.1 Планирование

Для проведения исследования мы выбрали Expert Tibial Nail (DePuy Synthes, Швейцария). По мнению многих авторов, дизайн данного штифта считается одним из наиболее подходящих для переломов верхней трети большеберцовой кости, благодаря возможности выполнить блокирование 3 винтами при достаточно короткой длине проксимального отломка (Рисунок 23) [2,98,125].

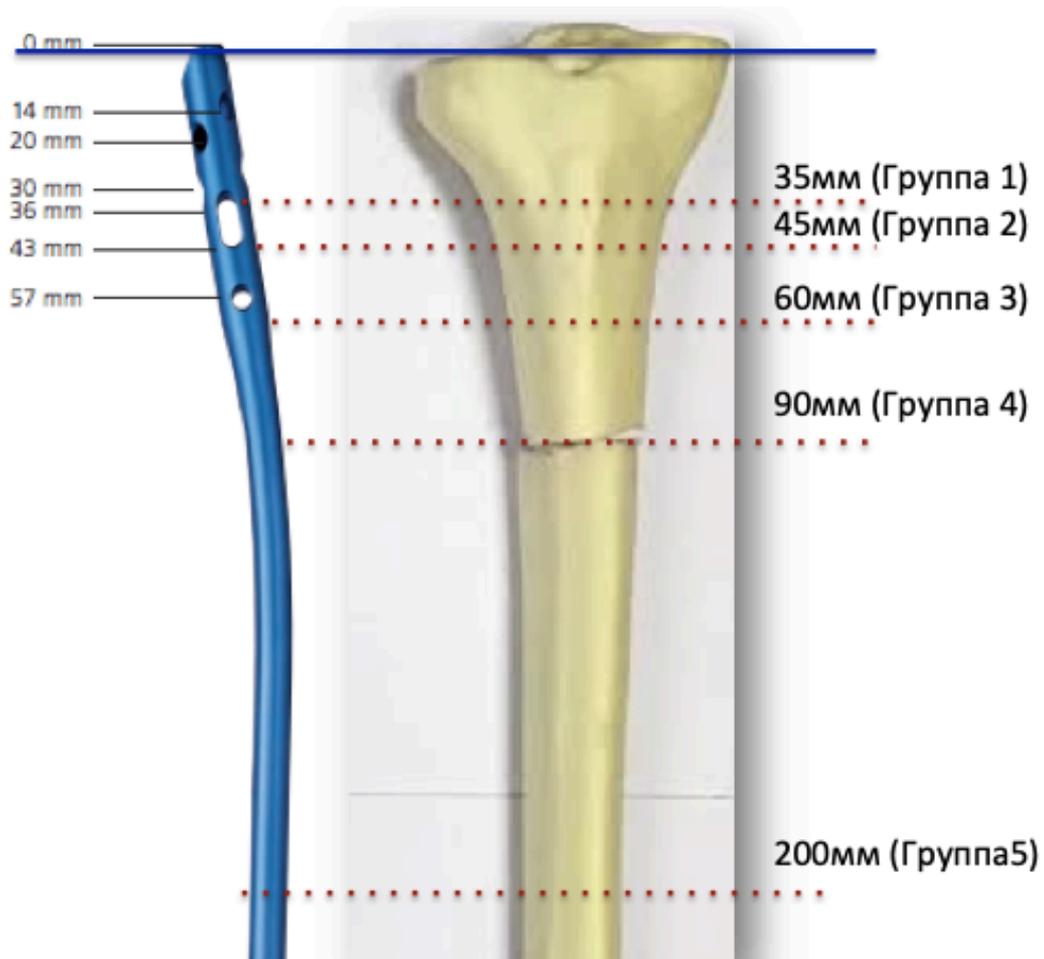


Рисунок 23 - Дизайн штифта и различные уровни остеотомии модели большеберцовой кости

Проанализировав дизайн выбранного штифта, мы определили уровни остеотомии моделей большеберцовой кости таким образом, чтобы проксимальный отломок можно было заблокировать только 2 винтами (группа 1), 3 винтами (группа 2), 4 винтами + поллерными винтами в дистальном отломке (группа 3), 4 винтами без пространства для проведения поллерных винтов в дистальном отломке (группа 4). Для каждой из групп были предложены различные комбинации поллерных и блокирующих винтов. Для сравнения полученных результатов была выделена группа 5 (контрольная группа, «эталон»), моделирующая фиксацию перелома большеберцовой кости интрамедуллярным штифтом в наиболее узкой части диафиза. В клинической практике интрамедуллярный остеосинтез переломов этой области признан «золотым стандартом» и позволяет начать полную нагрузку весом на оперированную конечность сразу после операции [165].

3.2 Подготовка

Для проведения исследования было использовано 19 пластиковых моделей большеберцовой кости (Tibia, Synbone, Швейцария), штифт Expert Tibial Nail (DePuy Synthes, Швейцария) диаметром 9мм и длиной 375мм и блокирующие винты диаметром 4.0 и 5.0мм.

В соответствии методикой, для формирования корректного канала для проведения интрамедуллярного штифта мы провели интрамедуллярный остеосинтез моделей большеберцовой кости, после чего штифты были удалены.

Осцилляторной пилой мы выполнили остеотомию моделей большеберцовой кости в соответствии с намеченным планом: Группа 1 – 35мм от суставной поверхности; Группа 2 – 45мм; Группа 3 – 60мм; Группа 4 – 90мм; Группа 5 – 200мм (Рисунок 24). Через место остеотомии канал в метафизарной кости расширен примером до 20мм для снижения площади контакта штифта с окружающей костью в области остеотомии.

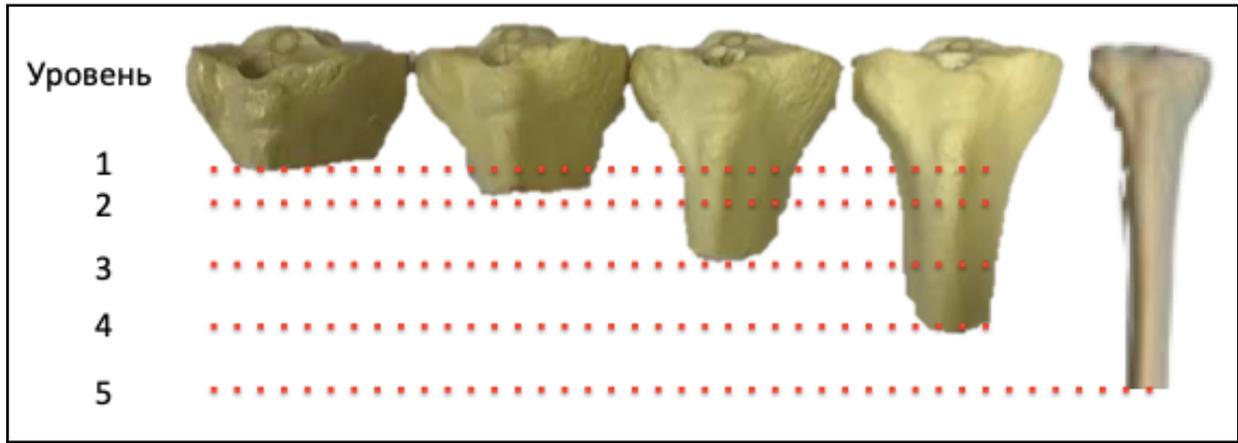


Рисунок 24 - Подготовка пластиковых моделей большеберцовой кости

После подготовки пластиковых моделей перед началом эксперимента мы выполняли введение штифта в сформированный ранее канал, после чего производили блокировку проксимального отломка в соответствии с намеченным планом. На рисунке 25 продемонстрированы варианты фиксации для каждой подгруппы. Перед дистальным блокированием между отломками был создан диастаз 8-12мм для моделирования условий нестабильного оскольчатого перелома. Дистальное блокирование штифта производилось двумя винтами. При проведении дистального блокирования мы использовали технику «свободной руки» по предварительно нарисованным отметкам.

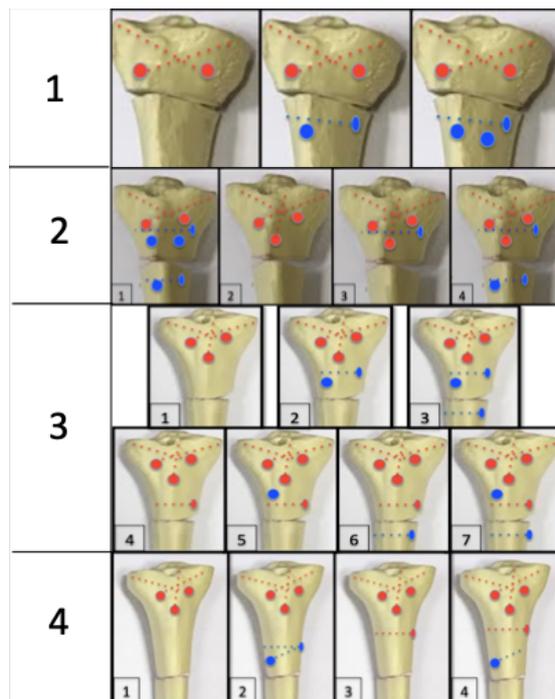


Рисунок 25 - Варианты фиксации групп 1-4. Красный круг – блокирующие винты. Синий круг – поллерные винты.

3.3 Эксперимент

Исследование проведено на электромеханической испытательной машине LFM-50 (Walter and Bai, Швейцария) с использованием программного обеспечения Dion7 (Швейцария).

В ходе эксперимента образцы были нагружены эксцентрично со скоростью 0,01кН/сек до общей нагрузки (F) в 0,5кН. Компьютер записывал изменение расстояния между двумя опорами в зависимости передаваемой нагрузки.

Полученный результат отображался в программе Microsoft Excel (Excel 2010, Microsoft Cooperation, Munich, Germany) в виде графика зависимости изменения расстояния δ (мм) от нагрузки F(кН). Каждой точке в системе координат соответствовала своя величина осей X и Y. Компьютер автоматически записывал значения изменения длины между опорами при увеличении нагрузки. В зависимости от наклона графика компьютер записывал различное число значений (от 6859 до 11295). Данные были извлечены из полученных таблиц и выписаны для каждого эксперимента от 10Н до 500Н с интервалом 0.25Н. В итоге для каждого эксперимента получено 1961 значение. С использованием полученных значений в программе Microsoft Excel (Excel 2010, Microsoft Cooperation, Munich, Germany) построены графики зависимости δ от F для каждой подгруппы. Жесткость (k – Н/мм) фиксации оценивалась при нагрузке 500Н для каждого графика.

Для оценки влияния длины проксимального отломка на жесткость фиксации для групп 2, 3, 4 выбраны одинаковые варианты проксимального блокирования. По описанной методике построены графики зависимости δ (мм) от нагрузки F(кН). Произведено попарное сравнение одинаковых вариантов фиксации при различной длине проксимального отломка.

Для оценки влияния поллерных винтов в проксимальном отломке на жесткость фиксации выбраны пары образцов с одинаковой комбинацией блокирующих винтов с поллерными винтами в проксимальном отломке и без них. Для оценки влияния поллерных винтов в дистальном отломке на жесткость фиксации выбраны пары образцов одинаковой комбинацией блокирующих винтов с поллерными винтами в

дистальном отломке и без них. Произведено попарное сравнение образцов. Рассчитано % увеличение жесткости фиксации при добавлении одного и двух поллерных винтов в каждом эксперименте, считая жесткость фиксации эталона (группа 5) за 100%. На основе полученных значений построены графики зависимости δ от F.

3.4 Анализ и интерпретация результатов

В таблице 8 представлены результаты проведенного дисперсионного анализа, а также жесткость фиксации, достигаемая в различных группах при нагрузке 500Н и в процентном соотношении к «эталону» (группе 5).

Таблица 8 - Результаты дисперсионного анализа для каждого эксперимента

Группа	k (500Н)	% от «эталона»	N	Сумма	Среднее	Дисперсия
5	88.89	100	1961	6200.351	3.161831209	2.000048125
1-1	29.95	33.7	1961	16268.03	8.295782763	20.06705114
1-2	36.46	41.01	1961	14523.637	7.406240183	12.88210004
1-3	44.49	50.05	1961	12037.932	6.138670067	9.009756019
2-1	46.12	51.89	1961	11155.004	5.688426313	8.801517491
2-2	43.16	48.55	1961	12386.213	6.31627384	10.73114733
2-3	52.69	59.28	1961	9611.516	4.901334013	6.393791415
2-4	60.45	68.01	1961	8958.489	4.568326874	5.384414462
3-1	54.72	61.56	1961	8925.24	4.551371749	6.041583093
3-2	61.82	69.55	1961	8479.105	4.323867924	4.994086714
3-3	66.42	74.72	1961	7992.329	4.07563947	3.96506278
3-4	63.8	71.77	1961	7907.381	4.032320755	4.476413933
3-5	68.54	77.11	1961	7483.225	3.816024987	4.122488155
3-6	65.91	74.15	1961	7688.932	3.920924018	4.393461399
3-7	74.47	83.78	1961	7152.935	3.647595614	3.408780602
4-1	68.35	76.9	1961	7750.468	3.952303926	4.049189468
4-2	75.72	85.19	1961	7510.056	3.829707292	3.046403183
4-3	79.61	89.56	1961	7044.598	3.592349822	2.960282621
4-4	85.09	95.73	1961	6632.788	3.382349822	2.467921653

Группа 1

Дисперсионный анализ показал, что существует статистически значимая разница между различными вариантами фиксации в данной группе ($p < 0.01$). Проведенное исследование показало, что при экстремально коротком проксимальном отломке $L=35\text{мм}$ (группа 1), где возможно использовать только два блокирующих винта, добавление поллерных винтов в дистальный отломок достоверно помогает увеличить жесткость фиксации при статической нагрузке. Самый стабильный вариант фиксации (образец 1-3) при нагрузке 500Н позволяет добиться (44.49 Н/мм) только 50.05% жесткости «эталона» (88.89Н/мм). Результаты попарного сравнения (тест Тьюки) представлены на рисунке 26 и в таблице 9.

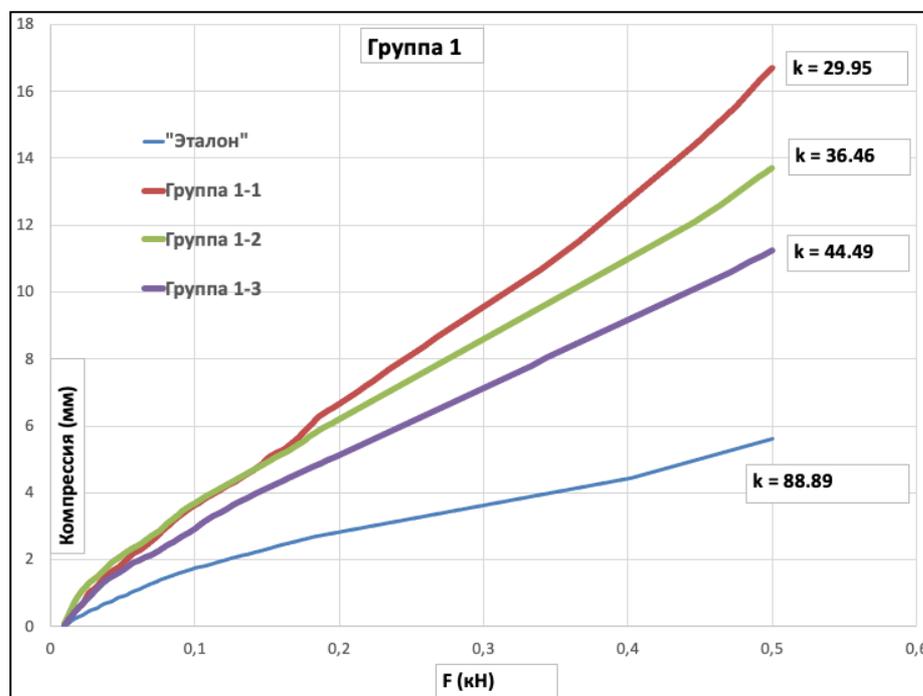


Рисунок 26 - Жесткость различных вариантов фиксации в группе 1

Таблица 9 - Тест Тьюки для группы 1. Разница статистически значима при $Q > Q_{critical}$

Пара	Q-критерий	p-value
5 vs 1-1	68.5799	<0.01
5 vs 1-2	56.6973	<0.01
5 vs 1-3	39.7649	<0.01
1-1 vs 1-2	11.8826	<0.01
1-1 vs 1-3	28.8150	<0.01
1-2 vs 1-3	16.9323	<0.01
$Q_{Critical} (\alpha=0.01)$	4.4	

Группа 2

Дисперсионный анализ показал, что существует статистически значимая разница между различными вариантами фиксации в данной группе ($p < 0.01$). Проведенное исследование показало, что при длине проксимального отломка 45мм (группа 2) наиболее стабильным вариантом фиксации является образец 2-4, в котором использовалось комбинация блокирующих и поллерных винтов в проксимальном и дистальном отломках. Этот образец позволяет добиться (60.45Н/мм) 68.01% жесткости фиксации «эталона» (88.89Н/мм) при нагрузке 500Н. Результаты попарного сравнения (тест Тьюки) представлены на рисунке 27 и в таблице 10.

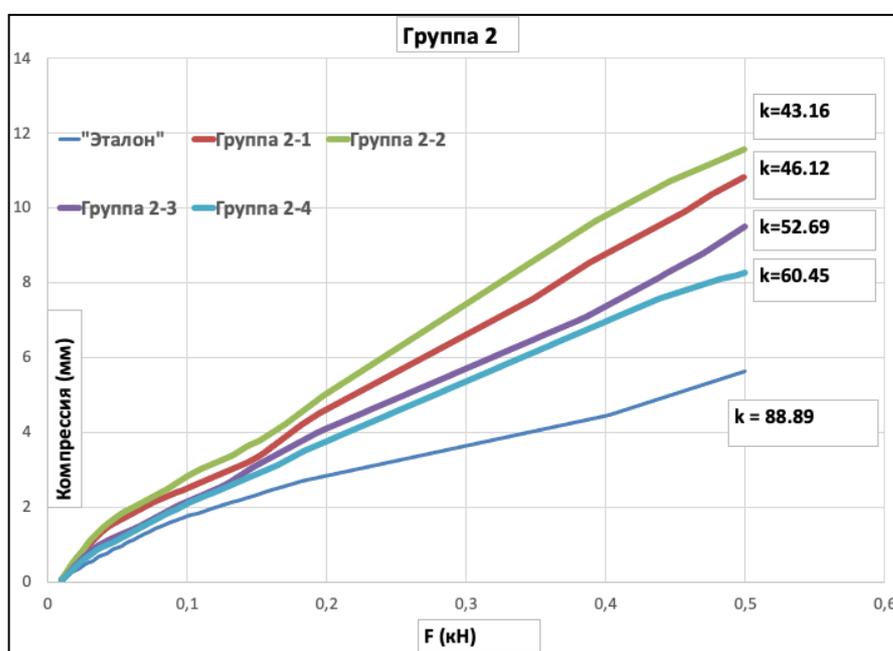


Рисунок 27 - Жесткость различных вариантов фиксации в группе 2

Таблица 10 - Тест Тьюки для группы 2. Разница статистически значима при $Q > Q_{critical}$

Пара	Q-критерий	p-value
5 vs 2-1	43.3477	<0.01
5 vs 2-2	54.1194	<0.01
5 vs 2-3	29.8439	<0.01
5 vs 2-4	24.1306	<0.01
2-1 vs 2-2	10.7717	<0.01
2-1 vs 2-3	13.5038	<0.01
2-1 vs 2-4	19.2171	<0.01
2-2 vs 2-3	24.2755	<0.01
2-2 vs 2-4	29.9888	<0.01
2-3 vs 2-4	5.7133	<0.01
$Q_{critical} (\alpha=0.01)$	4.6041	

Группа 3

Дисперсионный анализ показал, что существует статистически значимая разница между различными вариантами фиксации в данной группе ($P < 0.01$). При длине проксимального отломка 60мм (группа 3) использование четвертого блокирующего винта позволяет повысить жесткость фиксации на 16,59% (54.72Н/мм (образец 3-1) и 63.8Н/мм (образец 3-4)). Применение поллерных винтов обосновано при использовании 3 блокирующих винтов. Если использовано 4 блокирующих винта, то поллерные винты в дистальном отломке не позволяет увеличить жесткость фиксации, а поллерные винты в проксимальном отломке позволяют в небольшой степени повысить жесткость фиксации. Жесткость фиксации образца 3-3 (3ПВ+3БВ) статистически не отличается от фиксации 3-4 (4БВ) ($p = 0.509$). Наиболее жесткий вариант фиксации (образец 3-7) позволяет добиться (74.47Н/мм) 83.78% жесткости «эталона» (88.89Н/мм) при нагрузке 500Н. Тем не менее, разница между жесткостью фиксации для образцов 3-5 и 3-7 статистически незначима ($p = 0.163$). Проведенный эксперимент показал, что использование поллерных винтов в дистальном отломке не имеет смысла в тех случаях, когда проксимальный отломок зафиксирован минимум 4 блокирующими винтами. Результаты попарного сравнения (тест Тьюки) представлены на рисунке 28 и в таблице 11.

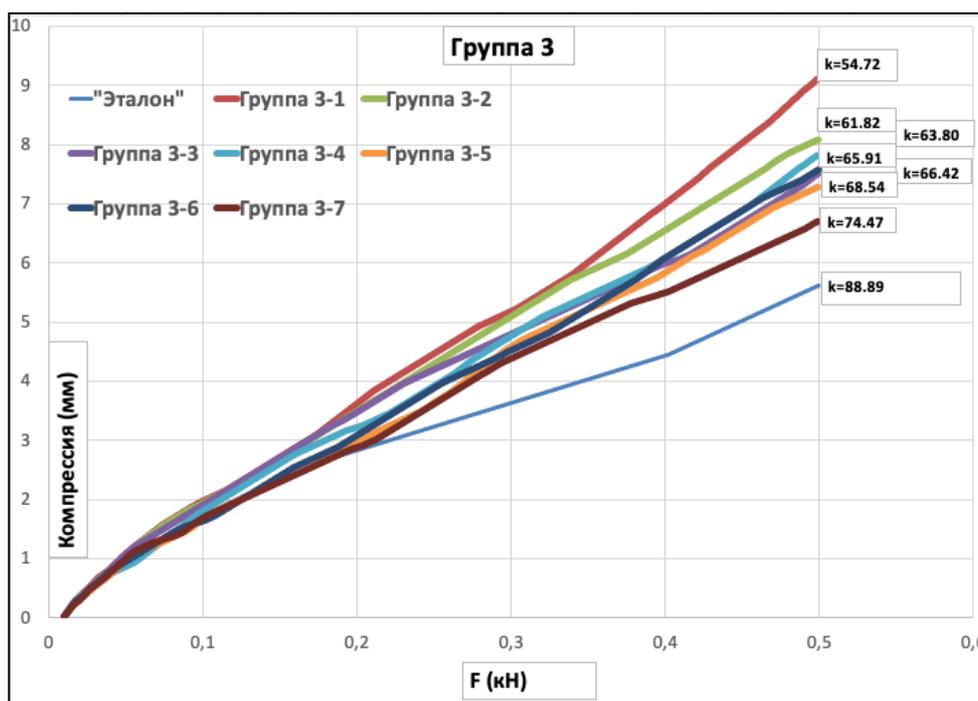


Рисунок 28 - Жесткость различных вариантов фиксации в группе 3

Таблица 11 - Тест Тьюки для группы 3. Разница статистически значима при $Q > Q_{critical}$

Пара	Q-критерий	p-value
5 vs 3-1	30.1141	<0.01
5 vs 3-2	25.1836	<0.01
5 vs 3-3	19.8040	<0.01
5 vs 3-4	18.8652	<0.01
5 vs 3-5	14.1777	<0.01
5 vs 3-6	16.4510	<0.01
5 vs 3-7	10.5275	<0.01
3-1 vs 3-2	4.9305	<0.05
3-1 vs 3-3	10.3100	<0.01
3-1 vs 3-4	11.2488	<0.01
3-1 vs 3-5	15.9364	<0.01
3-1 vs 3-6	13.6630	<0.01
3-1 vs 3-7	19.5866	<0.01
3-2 vs 3-3	5.3796	<0.01
3-2 vs 3-4	6.3184	<0.01
3-2 vs 3-5	11.0059	<0.01
3-2 vs 3-6	8.7326	<0.01
3-2 vs 3-7	14.6561	<0.01
3-3 vs 3-4	0.9388	0.9
3-3 vs 3-5	5.6264	<0.01
3-3 vs 3-6	3.3530	0.256
3-3 vs 3-7	9.2765	<0.01
3-4 vs 3-5	4.6876	<0.05
3-4 vs 3-6	2.4242	0.659
3-4 vs 3-7	8.3377	<0.01
3-5 vs 3-6	2.2734	0.718
3-5 vs 3-7	3.6502	0.163
3-6 vs 3-7	5.9236	<0.01
$Q_{critical} (\alpha=0.01)$	4.9881	
$Q_{critical} (\alpha=0.05)$	4.2869	

Группа 4

Дисперсионный анализ показал, что существует статистически значимая разница между различными вариантами фиксации в данной группе ($p < 0.01$). Проведенное исследование показало, что при длине проксимального отломка 90мм (группа 4) использование четвертого блокирующего винта позволяет повысить жесткость фиксации на 16,46% (68.35Н/мм (образец 4-1) и 79.61 Н/мм (образец 4-3). Использование поллерных винтов так же позволяет повысить жесткость фиксации, однако в меньшей степени, чем в группе с более короткой длиной проксимального отломка. Наиболее стабильный вариант фиксации (образец 4-4) позволяет добиться (85.09Н/мм) 95.73% жесткости «эталона» (88.89Н/мм) при нагрузке 500Н.

Результаты попарного сравнения (тест Тьюки) представлены на рисунке 29 и в таблице 12.

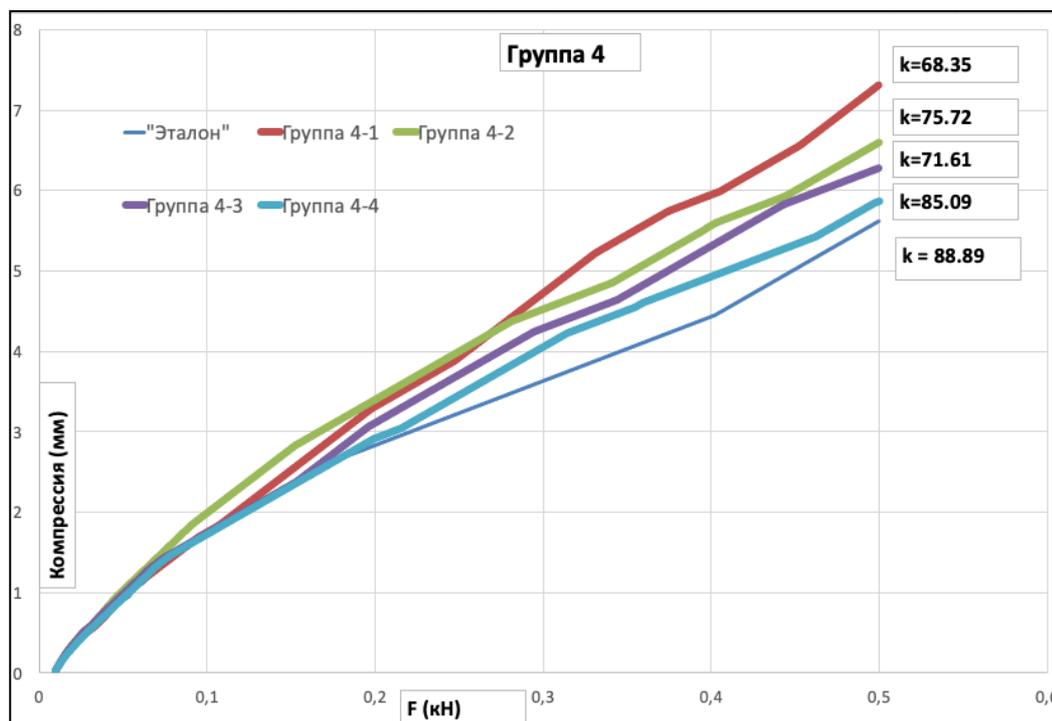


Рисунок 29 - Жесткость различных вариантов фиксации в группе 4

Таблица 12 - Тест Тьюки для группы 4. Разница статистически значима при $Q > Q_{critical}$

Пара	Q-критерий	p-value
5 vs 4-1	20.5386	<0.01
5 vs 4-2	17.3532	<0.01
5 vs 4-3	11.1860	<0.01
5 vs 4-4	5.7297	<0.01
4-1 vs 4-2	3.1854	0.161
4-1 vs 4-3	9.3526	<0.01
4-1 vs 4-4	14.8089	<0.01
4-2 vs 4-3	6.1672	<0.01
4-2 vs 4-4	11.6235	<0.01
4-3 vs 4-4	5.4564	<0.01
$Q_{critical} (\alpha=0.01)$	4.6041	

Длина проксимального отломка

Проведенный анализ показал, что длина проксимального отломка оказывает непосредственное влияние на жесткость фиксации при одинаковых вариантах проксимального блокирования. Фиксация проксимального отломка 3 блокирующими винтами позволяет добиться следующей жесткости фиксации для различных групп: группа 4 (образец 4-1) - 68.35 Н/мм, группа 3 (образец 3-1) - 54.72Н/мм, группа 2 (образец 2-2) - 43.16 Н/мм, что соответствует 76.9%, 61.6% и

48.5% от жесткости фиксации «эталона» (88.89Н/мм) при нагрузке 500Н. Фиксация проксимального отломка 4 блокирующими винтами позволяет добиться следующей жесткости фиксации для различных групп: группа 4 (образец 4-3) - 79.61 Н/мм, группа 3 (образец 3-4) – 63.8Н/мм, что соответствует 89.6% и 71.8% от жесткости фиксации «эталона» (88.89Н/мм) при нагрузке 500Н. Увеличение длины проксимального отломка при одинаковых вариантах фиксации позволяет в среднем увеличить жесткость фиксации на $24.6\pm 1.5\%$ между соседними группами. Анализ результатов для данного эксперимента представлен на рисунке 30 и таблице 13.

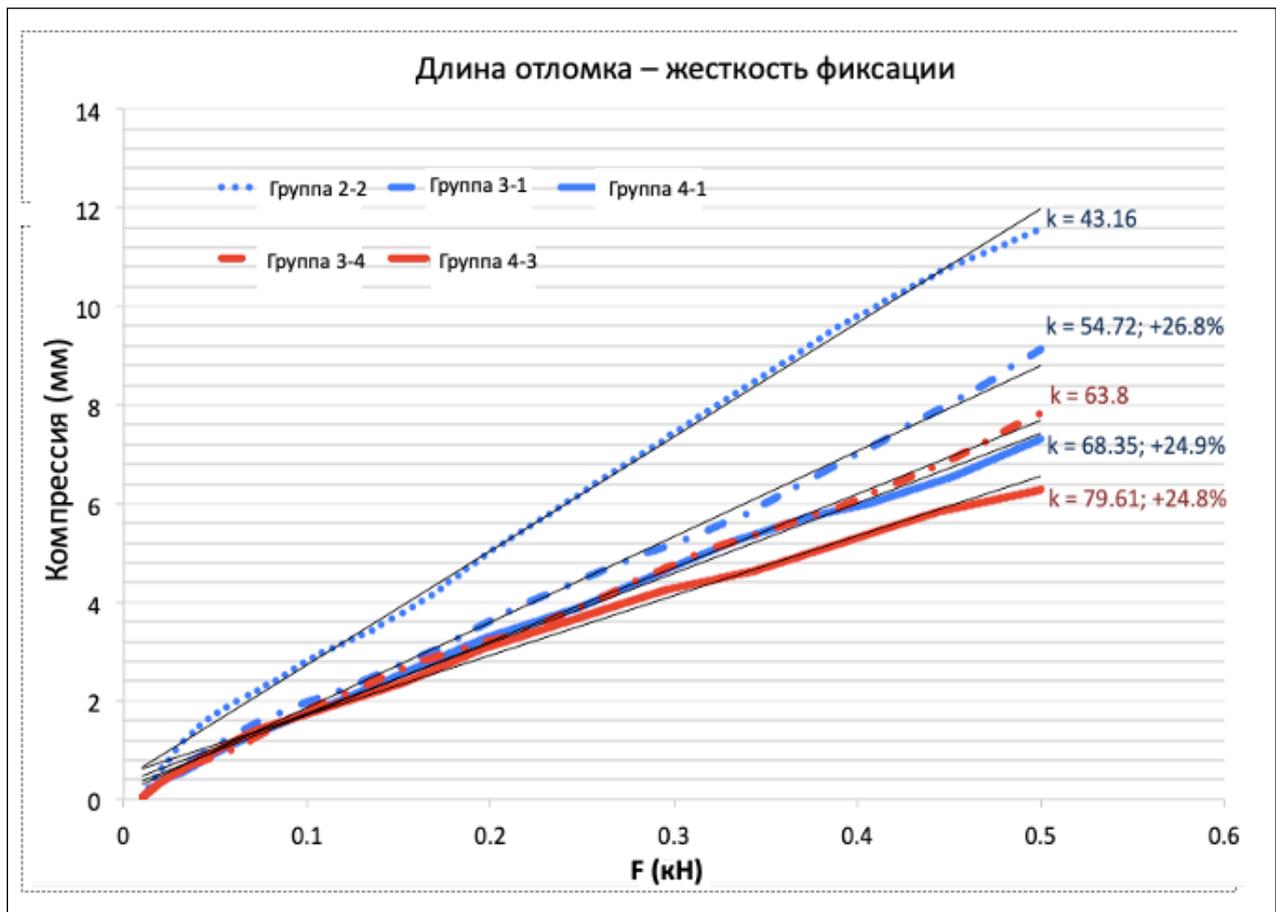


Рисунок 30 - Жесткость схожих вариантов фиксации при различной длине проксимального отломка.

Таблица 13 - Тест Тьюки для схожих вариантов фиксации при различной длине проксимального отломка. Разница статистически значима при $Q > Q_{critical}$

Пара	Q-критерий	p-value
2-2 vs 3-1	32.8752	<0.01
3-1 vs 4-1	11.1590	<0.01
3-4 vs 4-3	8.1954	<0.01
$Q_{critical} (\alpha=0.01)$	4.6041	

Поллерные винты в проксимальном отломке

Поллерные винты в проксимальном отломке достоверно повышают жесткость фиксации ($p < 0.01$). Один поллерный винт позволяет увеличить жесткость фиксации («эталон» принимается за 100%) в среднем на $7.97 \pm 4.22\%$. Два поллерных винта в проксимальном отломке позволяют увеличить жесткость фиксации («эталон» принимается за 100%) в среднем на $8.14 \pm 0.22\%$. Полученные результаты представлены в таблице 14.

Таблица 14 - Тест Тьюки для оценки различных комбинаций поллерных винтов в проксимальном отломке. Разница статистически значима при $Q > Q_{critical}$; ПВ - поллерные винты

Пары	N ПВ	% от жесткости	p-value
2-2 vs 2-3	1	+10.73%	<0.01
3-4 vs 3-5	1	+5.33%	<0.01
3-6 vs 3-7	1	+9.63%	<0.01
4-3 vs 4-4	1	+6.17%	<0.01
3-1 vs 3-2	2	+7.98%	<0.01
4-1 vs 4-2	2	+8.29%	<0.01

Поллерные винты в дистальном отломке

Поллерные винты в дистальном отломке повышают жесткость фиксации ($p < 0.01$). Их эффективность снижается по мере увеличения длины проксимального отломка. Один поллерный винт позволяет увеличить жесткость фиксации («эталон» принимается за 100%) в среднем на $5.33 \pm 2.45\%$. Два поллерных винта в дистальном отломке позволяют увеличить жесткость фиксации («эталон» принимается за 100%) в среднем на $9.03 \pm 1.12\%$. Полученные результаты представлены в таблице 15.

Таблица 15 - Тест Тьюки для оценки различных комбинаций поллерных винтов (ПВ) в проксимальном отломке. Разница статистически значима при $Q > Q_{critical}$

Пары	N ПВ	% от жесткости	p-value
3-2 vs 3-3	1	+5.82%	<0.01
3-4 vs 3-6	1	+2,67%	<0.01
3-5 vs 3-7	1	+7.51%	<0.01
1-1 vs 1-2	2	+8.23%	<0.01
2-3 vs 2-4	2	+9.82%	<0.01

Наиболее жесткие варианты фиксации в каждой группе

Проведенный анализ показал, что по мере увеличении длины проксимального отломка достоверно можно добиться более жесткой фиксации при интрамедуллярном остеосинтезе большеберцовой кости. Наиболее жесткий вариант

фиксации в группе 2 позволяет добиться на 35,87% большей фиксации, чем в группе 1; в группе 3 на 23,19% чем в группе 2, а в группе 4 на 14,26%, чем в группе 3. Жесткость фиксации в группе 4 только на 4,46% меньше, чем в «эталонной» группе. Полученные результаты представлены на рисунке 31 и в таблице 16.

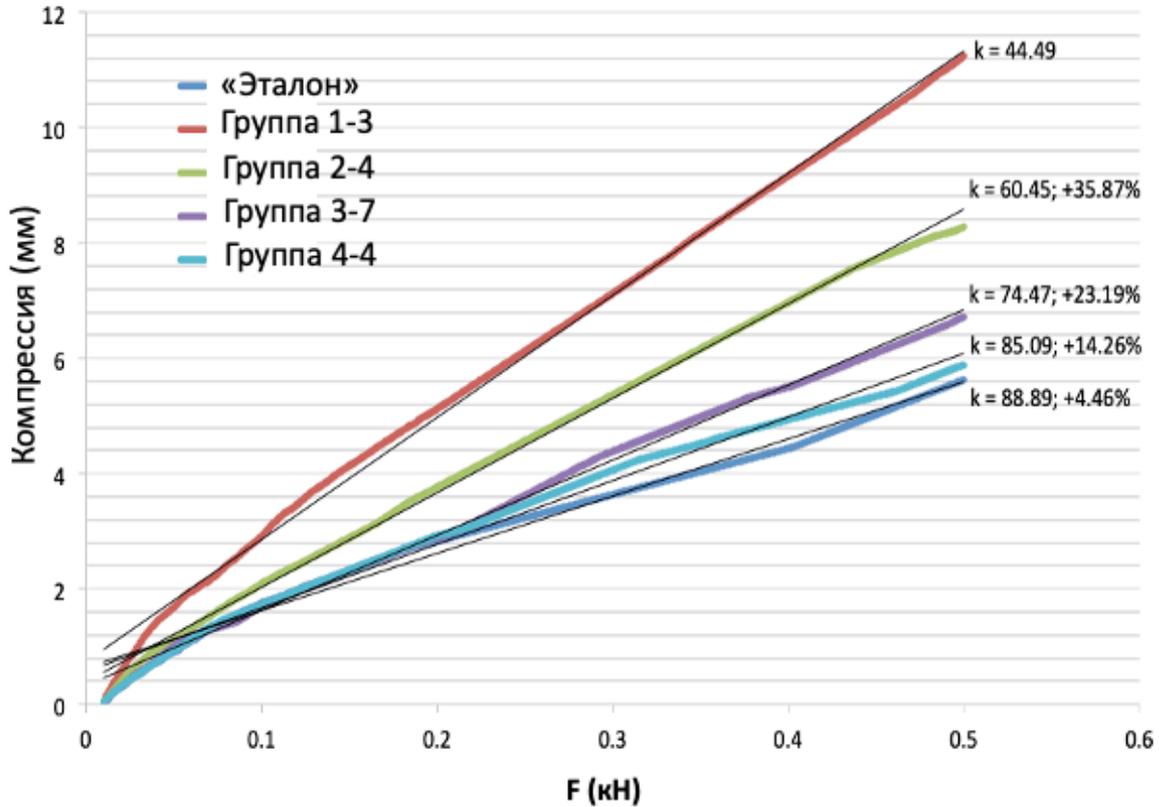


Рисунок 31 - Наиболее жесткие варианты фиксации для каждой группы

Таблица 16 - Различия между наиболее жесткими вариантами фиксации в различных группах

Пара	Повышение жесткости	p-value
2-4 vs 1-3	+35.87%	<0.01
3-7 vs 2-4	+23.19%	<0.01
4-4 vs 3-7	+14.26%	<0.01
5 vs 4-4	+4.46%	<0.01

3.5 Общий вывод эксперимента

Проведенное исследование показало, что длина проксимального отломка влияет на жесткость фиксации при интрамедуллярном остеосинтезе переломов верхней трети большеберцовой кости. Данный фактор должен учитываться при выборе метода лечения и планировании оперативного вмешательства.

Учитывая ограниченные возможности фиксации при интрамедуллярном остеосинтезе внесуставных переломов верхней трети большеберцовой кости с очень коротким проксимальным отломком, помимо блокируемых винтов особое внимание стоит уделять использованию поллерных винтов как в проксимальном, так и в дистальном отломках.

Стоит отметить, что жесткость достигаемой фиксации в проведенном эксперименте существенно отличается от клинических условий в связи с очевидными различиями биомеханических сред *in vitro* и *in vivo*.

Полученные результаты могут служить основой для разработки рекомендаций по методам фиксации проксимального отломка различной длины при интрамедуллярном остеосинтезе переломов верхней трети большеберцовой кости. Учитывая большую клиническую значимость полученных результатов, целесообразна их апробация в клинических условиях, результаты которой изложены в следующих главах настоящего исследования.

Глава 4. Выбор оптимальной хирургической тактики

4.1 Классификация внесуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости для планирования интрамедуллярного остеосинтеза (PFL-TN)

Общие положения

Проведенное экспериментальное исследование показало, что длина проксимального отломка при интрамедуллярном остеосинтезе оказывает существенное влияние на выбор оптимальной комбинации блокирующих и поллерных винтов, а также позволяет прогнозировать стабильность достигаемой фиксации и определить оптимальный нагрузочный режим на оперируемую конечность в послеоперационном периоде [25]. Однако, мы не нашли ни одной классификации, адекватно оценивающей данный критерий.

В связи с этим, основываясь на анализе имеющихся классификаций и проведенном эксперименте, мы разработали «Классификацию внесуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости для планирования интрамедуллярного остеосинтеза» (Proximal Fragment Length Classification for Tibial Nailing – PFL-TN) (Рисунок 32). В основу классификации были заложены следующие критерии:

1. Длина проксимального отломка;
2. Морфология перелома;
3. Дизайн интрамедуллярного штифта.

Тип	A	B	C	S
IV				
III				
II				
I				

Рисунок 32 - Классификация PFL-TN. I-IV - типы; A-C - подтипы; s - сегментарный

Типы

В зависимости от длины проксимального отломка мы выделили четыре типа переломов по принципу «от простого к сложному». Согласно нашей классификации, наиболее простые переломы, лечение которых методом интрамедуллярного остеосинтеза имеет предсказуемый отличный результат, относятся к типу I. Такие

переломы имеют максимальную длину проксимального отломка. Самые сложные переломы относятся к типу IV. Ввиду экстремально короткой длины проксимального отломка добиться стабильной фиксации методом интрамедуллярного остеосинтеза крайне проблематично (Рисунок 33).

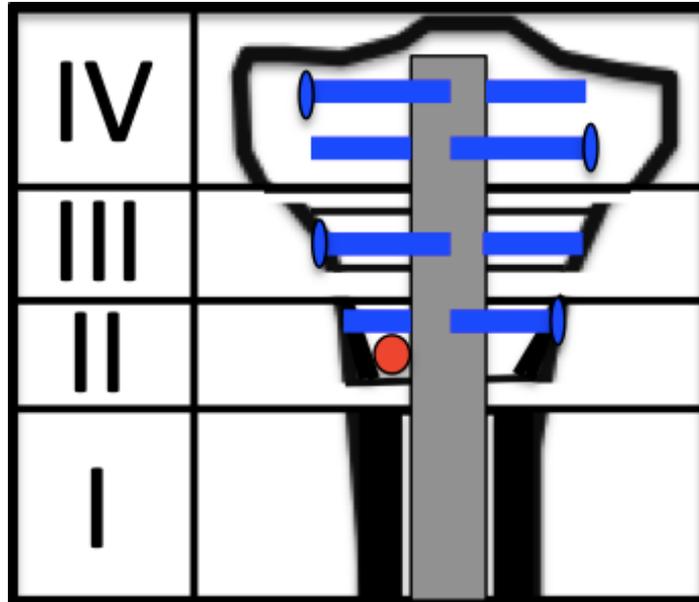


Рисунок 33 - Варианты фиксации проксимального отломка для типов I-IV. Синие полосы – блокирующие винты. Красный круг – поллерный винт

Тип I – диафизарные переломы. Такие переломы имеют максимальную длину проксимального отломка. К таким переломам относятся все переломы диафиза верхней трети большеберцовой кости. Переломы типа I могут быть прооперированы штифтами любого дизайна, имеющими 3 отверстия для проксимального блокирования. В использовании поллерных винтов в дистальном отломке нет необходимости. Репозиция переломов данной группы может быть проблематичной, особенно при сгибании коленного сустава, поэтому необходимо использовать специальные хирургические приемы, описанные в данной работе. Как было показано в биомеханическом исследовании, при таких переломах возможно добиться степени фиксации, сопоставимой с фиксацией при интрамедуллярном остеосинтезе переломов в области наиболее тонкой части интрамедуллярного канала.

Тип II - переломы верхней трети большеберцовой кости, выше места сужения метафизарной кости. Длины проксимального отломка при переломах данной группы хватает для того, чтобы провести четвертый блокирующий винт, поэтому стоит отдавать предпочтение штифтам, имеющим 4 отверстия для проксимального

блокирования. Использование поллерных винтов, как в дистальном, так и в проксимальном отломках позволяет повысить стабильность фиксации. Стоит отметить, что добиться фиксации сопоставимой с фиксацией при интрамедуллярном остеосинтезе переломов в области наиболее тонкой части интрамедуллярного канала, особенно при оскольчатых переломах, скорее всего не получится.

Тип III – переломы данной группы похожи, на переломы группы II, однако их отличает техническая невозможность блокирования 4 винтами, ввиду отсутствия на рынке штифтов соответствующего дизайна. При остеосинтезе таких переломов необходимо отдавать предпочтение специализированным штифтам, имеющим 3 отверстия для блокирования на максимально коротком расстоянии от верхушки штифта. Большое значение при переломах типа III имеет применение нескольких поллерных винтов как в проксимальном, так и в дистальном отломках. Это позволяет частично компенсировать отсутствие четвертого блокирующего винта.

Тип IV – к данной группе относятся переломы с экстремально короткой длиной проксимального отломка. На настоящий момент ни одна фирма производитель не предлагает штифтов, дизайн которых позволяет выполнить проксимальное блокирование хотя бы 3 винтами. В связи с этим добиться стабильной фиксации проксимального отломка методом интрамедуллярного остеосинтеза крайне проблематично. Для данной группы переломов накостный блокируемый остеосинтез является более адекватным методом фиксации. Стоит отметить, что он может быть использован в комбинации с интрамедуллярным остеосинтезом при сегментарных переломах.

Подтипы

В классификации PFL-TN мы предлагаем разделять переломы каждой типа по морфологии на подтипы А, В и С. Разделение на подтипы проводится аналогично общепринятой универсальной классификации переломов АО/ОТА [149].

К подтипу А относятся простые переломы. При интрамедуллярном остеосинтезе таких переломов возможно добиться более жесткой фиксации, за счет плотного контакта между отломками. При остеосинтезе таких переломов использование

поллерных спиц и прямых методов репозиции (репозиционные щипцы, монокортикальная пластина) позволяет добиться анатомичной репозиции, значительно упрощая выполнение операции.

Переломы подтипа В имеют промежуточный клиновидный фрагмент. Такие переломы являются менее стабильными и добиться качественной репозиции более проблематично. Особое внимание стоит уделять использованию поллерных спиц и винтов. В случаях наличия большого спирального клиновидного фрагмента прямые методы репозиции так же показывают свою эффективность. Интрамедуллярный остеосинтез переломов подтипа В позволяет добиться удовлетворительной степени фиксации за счет наличия контакта между проксимальным и дистальным отломками. Использование поллерных винтов позволяет повысить степень фиксации за счет аугментации отколовшейся стенки, однако их проведение не всегда возможно из-за наличия линии перелома в месте предполагаемого проведения винта.

Переломы подтипа С – оскольчатые переломы. Данный тип переломов представляет наибольшие сложности при интрамедуллярном остеосинтезе. Это крайне нестабильные переломы, имеющие тенденцию к смещению и укорочению. Ввиду нестабильности любые манипуляции приводят к повреждению мягких тканей, окружающих место перелома. Использование остеосинтеза в полуразогнутом положении коленного сустава (супрапателлярный доступ) позволяет лучше контролировать репозицию и уменьшить травматизацию мягких тканей. Использование репозиционного аппарата наружной фиксации так же позволяют уменьшить интраоперационную травму мягких тканей и значительно облегчить репозицию. Отсутствие контакта между проксимальными и дистальным отломками понижает стабильность достигаемой фиксации и способствуют повышению риска несращения перелома. Использование блокирующих винтов с угловой стабильностью позволяет добиться более жесткой фиксации таких переломов.

В случае сегментарных переломов при кодировании типа перелома после заглавной буквы (А-С) дополнительно пишется прописная буква *s*. При выборе метода лечения сегментарных переломов необходимо учитывать морфологию проксимального и дистального переломов. При сегментарных переломах типа IV

может быть использован комбинированный накостный и интрамедуллярный остеосинтез. Ввиду нестабильности перелома стоит уделять особое внимание методам репозиции, позволяющим снизить тяжесть интраоперационной травмы мягких тканей, таких как остеосинтез на полуразогнутом коленном суставе и использование репозиционных аппаратов наружной фиксации.

4.2 Алгоритм выбора тактики лечения

Временная фиксация при поступлении

При поступлении мы сохраняли иммобилизацию поврежденной конечности транспортной шиной, наложенной на догоспитальном этапе. При несостоятельности иммобилизации мы выполняли адекватную временную иммобилизацию транспортной шиной, после чего принимали решение о дальнейшем методе фиксации перелома в зависимости от характера повреждения, общего состояния пациента, состояния мягких тканей. По решению дежурной бригады выполнялась окончательная фиксация перелома интрамедуллярным штифтом или временная фиксация перелома одним из следующих методов: стабилизация перелома аппаратом наружной фиксации, фиксация перелома системой скелетного вытяжения за пяточную кость, иммобилизация перелома подкладочной рассеченной гипсовой повязкой от ягодичной складки до пальцев стопы. Пациентам с высокоэнергетическим механизмом травмы, с открытыми переломами и переломами типа С выполнялась иммобилизация аппаратом наружной фиксации; иммобилизация системой скелетного вытяжения выполнялась пациентам с закрытыми низкоэнергетическими переломами типов А и В по классификации PFL-TN; иммобилизация гипсовой повязкой выполнялась в исключительных случаях при наличии стабильных низкоэнергетических переломов типов А и В по классификации PFL-TN по клиническим показаниям.

В группе 1 из методов временной стабилизации перелома фиксация АНФ была проведена 23 пациентам (53.5%), скелетное вытяжение – 17 пациентам (39.5%), иммобилизация рассеченной циркулярной гипсовой повязкой – у 2 пациентам

(4.7%). В группе 2 из методов временной стабилизации перелома фиксация АНФ была проведена 24 пациентам (57.1%), скелетное вытяжение – 11 пациентам (26.2%), иммобилизация рассеченной циркулярной гипсовой повязкой – 1 пациенту (2.4%). Разница между группами по типам временной фиксации статистически незначима ($p=0.15768$) (таблица 17).

Таблица 17 - Методы временной фиксации переломов в группах 1 и 2

Метод временной фиксации	Группа 1	Группа 2	p-value
АНФ	23 (53.5%)	24 (57.1%)	0.15768
Скелетное вытяжение	17 (39.5%)	11 (26.2%)	
Гипсовая повязка	2 (4.7%)	1 (2.4%)	

Сроки выполнения окончательной фиксации

Окончательная фиксация перелома выполнялась первично при поступлении пациента в стационар или же последовательно через несколько дней после поступления. Решение о сроках выполнения окончательной фиксации принималось на основе данных клинического осмотра: общего состояния пациента, локального статуса конечности.

В группе 1 окончательный интрамедуллярный остеосинтез был выполнен в первые сутки у 1 пациента, в сроки со 2 до 5 суток у 22 пациентов, с 6 по 10 сутки у 14 пациентов, после 10 суток – у 6 пациентов. Средний срок выполнения окончательной фиксации перелома большеберцовой кости составил 6.1 ± 0.5 суток.

В группе 2 в первые сутки 6 пациентам мы выполнили окончательный интрамедуллярный остеосинтез, в сроки со 2 до 5 суток - 24 пациентам, с 6 по 10 сутки - 7 пациентам, после 10 суток – 5 пациентам. Средний срок выполнения окончательной фиксации перелома большеберцовой кости составил $5.0 \pm 0,6$ суток. Проведенный анализ архивных данных и проспективное исследование показали, что основными причинами откладывания оперативного вмешательства на сроки более 5 суток в обеих группах являлись наличие тяжелых сопутствующих повреждений и

плохое состояние мягких тканей. Разница по срокам выполнения оперативного вмешательства в группах 1 и 2 статистически незначима ($p=0.08209$) (Рисунок 34).

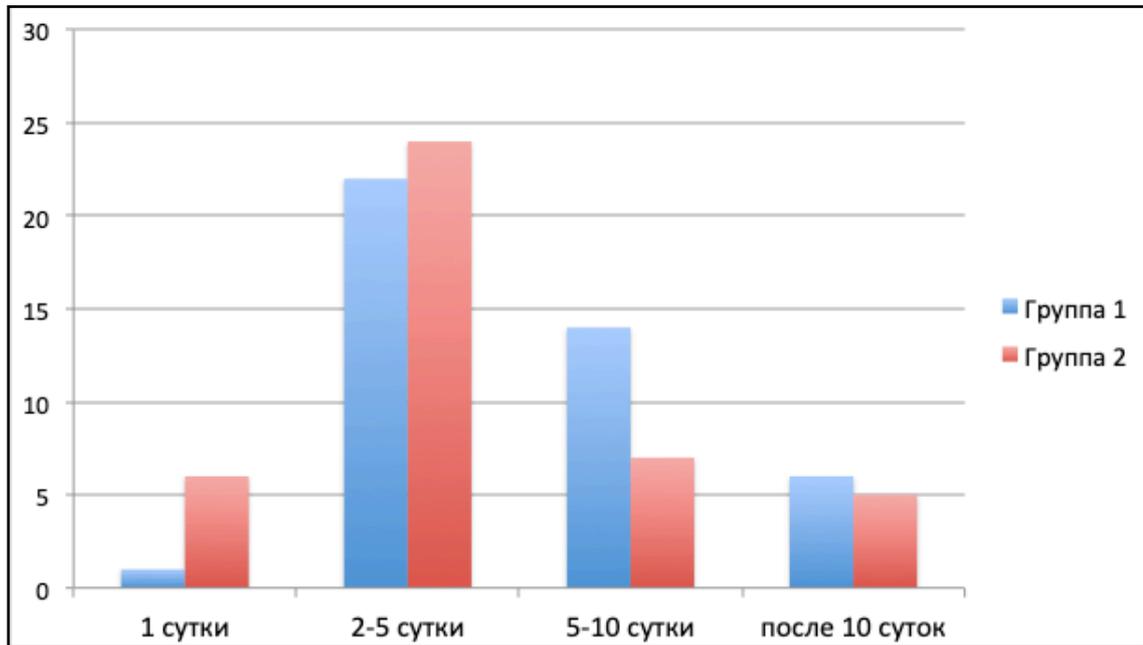


Рисунок 34 - Распределение пациентов групп 1 и 2 по срокам выполнения окончательной фиксации

Описание стандартной техники интрамедуллярного остеосинтеза большеберцовой кости

При выполнении интрамедуллярного остеосинтеза необходима укомплектованная операционная бригада, состоящая из оперирующего хирурга, как минимум одного ассистента, анестезиолога, операционной медицинской сестры, анестезиологической медицинской сестры, рентген-лаборанта или ассистента, выполняющего его функцию. Выбор метода анестезии зависит от клинической ситуации и определяется анестезиологом. Оперативное вмешательство выполняется под постоянным рентгенологическим контролем с помощью электронно-оптического преобразователя (ЭОП).

После выполнения анестезии производится удаление фиксирующей повязки или демонтаж внешних фиксирующих устройств (система скелетного вытяжения, аппарат наружной фиксации). В зависимости от предпочтений хирурга, система скелетного вытяжения или стабилизация аппаратом наружной фиксации может быть

сохранена для облегчения выполнения репозиции при выполнении оперативного вмешательства.

Стандартная техника выполнения интрамедуллярного остеосинтеза большеберцовой кости подразумевает укладку пациента в положении «лежа на спине». В зависимости от предпочтений оперирующего хирурга и клинической ситуации наиболее распространено два варианта укладки пациента на операционном столе. В первом случае необходимо уложить поврежденную конечность на специальную подставку с упором под коленным суставом таким образом, чтобы тазобедренный сустав было согнут на 30-45 градусов, а коленный сустав более 90 градусов (рисунок 35А). Контралатеральную конечность необходимо отвести в сторону и зафиксировать специальным ремнем. Второй вариант подразумевает укладку обеих конечностей на операционном столе в выпрямленном положении без использования специальных подставок (рисунок 35Б). Для удобства выполнения рентгенологического контроля в боковой проекции во время операции здоровая конечность опущена книзу на 10-15 градусов или под поврежденную голень подкладывается валик. Под контролем ЭОП с помощью специальной линейки хирург определяет длину и диаметр предполагаемого к использованию интрамедуллярного штифта, принимает решение о необходимости выполнения рассверливания костномозгового канала.

Определение «точки входа» производится с учетом индивидуальных анатомических особенностей пациента и рекомендаций фирмы производителя используемого штифта. В проведенном исследовании оптимальной «точкой входа» мы считали точку, расположенную по медиальной стороне латерального межмышцелкового возвышение на прямой проекции и в месте перехода передней поверхности большеберцовой кости на скат суставной поверхности на боковой проекции. По направляющей спице хирург производит трепанацию костномозгового канала канюлированным сверлом или шилом. В случае необходимости выполнения рассверливания костномозгового канала из проксимального отломка в дистальный под контролем ЭОП вводится длинная направляющая спица с оливообразным расширением на конце. По спице по стандартной методике выполняется

расверливание костномозгового канала на 1-1,5мм больше диаметра штифта, в соответствии с рекомендациями производителя. Ассистент выполняет ручную репозицию перелома с одновременным сгибанием коленного сустава более 90 градусов. Оперирующий хирург вводит в канал интрамедуллярный штифт. Введение штифта контролируется с помощью ЭОП.

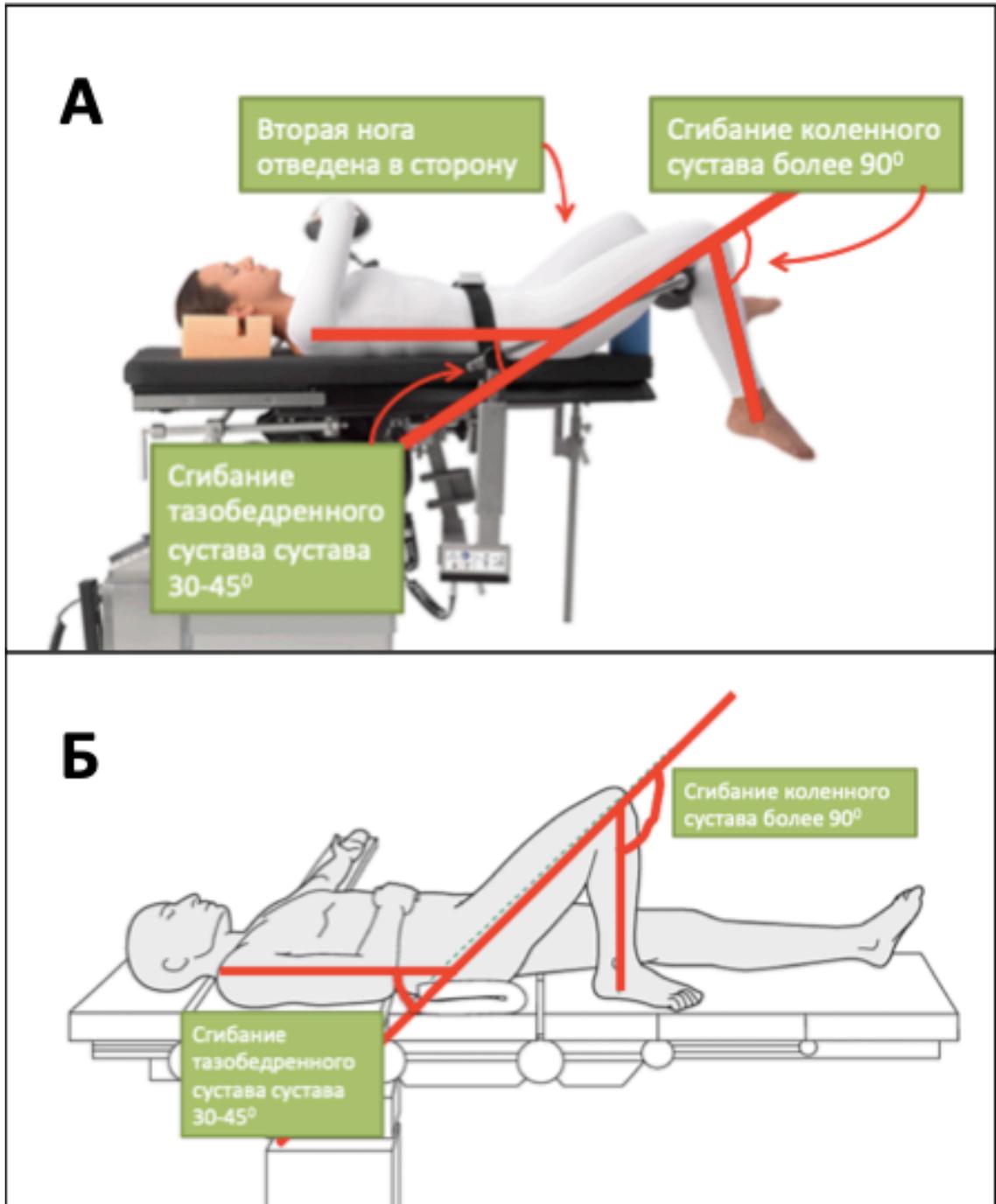


Рисунок 35 - Положение пациента при выполнении инфрапателлярного доступа. А - с использованием специальных подставок. Б - без использования специальных подставок

Проксимальное блокирование штифта выполняется с помощью специального направляющего устройства через разрезы-проколы кожи по стандартной методике. Дистальное блокирование штифта выполняется с помощью специального направляющего устройства или методом «свободной руки» через разрезы-проколы кожи по стандартной методике. В соответствии с рекомендациями производителя, количество используемых блокирующих винтов в дистальном и проксимальном отломках должно быть не менее двух, однако точное их количество не регламентировано и зависит от интуитивного решения хирурга, основанного на субъективной оценке жесткости необходимой фиксации для каждой конкретной клинической ситуации.

Решение о необходимости фиксации малоберцовой кости зависит от оценки стабильности коленного и голеностопного суставов после выполнения фиксации большеберцовой кости. Фиксация малоберцовой кости выполняется в случаях отрыва головки малоберцовой кости вместе с латеральной коллатеральной связкой коленного сустава и в случаях перелома наружной лодыжки. Метод фиксации зависит от клинической ситуации и предпочтений хирурга. В случае разрыва проксимального или дистального межберцового синдесмоза, необходимо устранение подвывиха и укорочения малоберцовой кости с последующей ее фиксацией к большеберцовой кости позиционным винтом.

Алгоритм выполнения интрамедуллярного остеосинтеза внесуставных переломов верхней трети большеберцовой кости

Выбор интрамедуллярного штифта

В нашем исследовании мы использовали интрамедуллярные штифты различных производителей, представленных в таблице 18. Данные штифты различаются по следующим характеристикам: количество проксимальных блокирующих отверстий, расстояние первых трех блокирующих отверстий от верхушки штифта, расстояние от верхушки штифта до «угла Герцога», величина «угла Герцога», возможность использования винтов с угловой стабильностью, диаметр блокирующих винтов.

Таблица 18 - Характеристика используемых в исследовании интрамедуллярных фиксаторов. «+» - оптимальные фиксаторы, «±» - неоптимальные фиксаторы, «-» - неподходящие фиксаторы

Штифт	ETN	SN KneeNail	SN MetaNail	DC Tibial Nail	UTN
Н проксимальных отверстий	5	3	4	5	3
Нижняя граница 3го отверстия (мм)	36	40	30	33	68
Угол Herzog	8	12,5	10	13	12
Расстояние до изгиба Herzog	90	32	27	90	120
Диаметр винтов (мм) (штифты 10+ мм)	5	5	5	4.5	5
Супрапателлярный доступ	+	+	+	-	-
Винты с угловой стабильностью	+	-	+	-	-
Тип III	+	-	+	±	-
Тип II	+	+	+	±	±
Тип I	+	+	+	+	±

Штифты, имеющие как минимум три отверстия на расстоянии до 35 мм от верхушки подходят для переломов с коротким проксимальным отломком. Штифты Synthes UTN, SN KneeNail имеют увеличенное расстояние между проксимальными отверстиями для блокирования и подходят для переломов с более длинным проксимальным отломком. Стоит отметить, что предпочтение отдавалось штифтам с более высоким углом Герцога, с целью предотвращения «эффекта клина». Из использованных штифтов к таким относятся штифты SN Trigen KneeNail, SN Trigen MetaNail. В отличие от аналогов штифт Synthes ETN имеет плавный угол Герцога с дугой 8 градусов. Благодаря плавному переходу данный штифт не вызывает «эффекта клина», даже если изгиб Герцога находится ниже области перелома.

Выбор интрамедуллярного штифта зависит от типа перелома. При переломах типа III мы использовали специализированные штифты, имеющие три проксимальных отверстия для блокирования на минимальном расстоянии от верхушки: Expert Tibial Nail (DePuy Synthes), Trigen Metanail Tibia (Smith and Nephew) и DC Tibial Nail (ДиСи), Использование этих штифтов позволяет

заблокировать короткий проксимальный отломок длиной 35-45 мм минимум тремя блокирующими винтами.

Штифты UTN, ETN, SN KneeNail, SN MetaNail диаметром 10 мм имеют блокирующие винты диаметром 5 мм, штифты DC Tibial Nail имеют 4.5 мм винты. Такая разница особенно принципиальна у пациентов с остеопорозом и коротким проксимальным отломком в связи с меньшей степенью стабильности винтов меньшего диаметра.

Кроме того, в связи с разницей в диаметре винтов и отверстий для блокирования, стабильность фиксации зависит так же от люфта винта в блокирующем отверстии. При анализе научной литературы и существующих рекомендаций по использованию интрамедуллярных штифтов мы не нашли информации, характеризующей данную особенность в дизайне интрамедуллярных штифтов. В проведенном эксперименте мы выяснили люфт винта в блокирующем отверстии у различных штифтов, используемых в нашем исследовании: SN MetaNail ASLS отверстия, ETN+Винты ASLS – 0гр, ETN, SN MetaNail, SN KneeNail, UTN – 1-2гр, DC – 3-4гр.

Два проксимальных винта штифта SN MetaNail имеют функцию боковой стабильности, за счет наличия резьбовой пластиковой вставки с двух проксимальных отверстий штифта. Для штифта ETN разработаны специальные винты с пластиковой накладкой за счет которой они имеют функцию боковой стабильности. Использование винтов с боковой стабильностью повышает стабильность фиксации короткого проксимального отломка, что имеет большие преимущества у пациентов с остеопорозом. Винты с боковой стабильностью имеют люфт 0гр.

При выборе интрамедуллярного штифта мы учитывали описанные особенности: при переломах типа III мы не использовали штифты DC в связи с маленьким диаметром винтов и большим люфтом. У пациентов с остеопорозом, имеющих переломы типов II и III, были использованы опции проксимального блокирования с боковой стабильностью штифтов ETN или SN MetaNail.

При проведении исследования мы отметили отсутствие описанного в литературе «эффекта клина» при переломах типа III вне зависимости от величины угла Герцога и его расстояния от верхушки штифта. По мере увеличения длины проксимального

отломка, частота возникновения данной проблемы повышалась. При переломах типа I и II мы использовали штифты, у которых угол Герцога находился проксимальнее линии перелома.

Во всех случаях предпочтение отдавалось штифтам с диаметром 10мм и более, что связано с возможностью использовать блокирующие винты большего диаметра, а также возможностью добиться более жесткой фиксации за счет жесткости самого штифта и более плотного проксимального прилегания штифта к костномозговому каналу. Рассверливание производилась у всех пациентов с узким интрамедуллярным каналом (менее 11) на 1мм более диаметра штифта. У пациентов с остеопорозом с диаметром интрамедуллярного канала 13 мм и более рассверливание не производилось. На рисунке 36 представлен алгоритм выбора интрамедуллярного штифта при переломах различных типов.

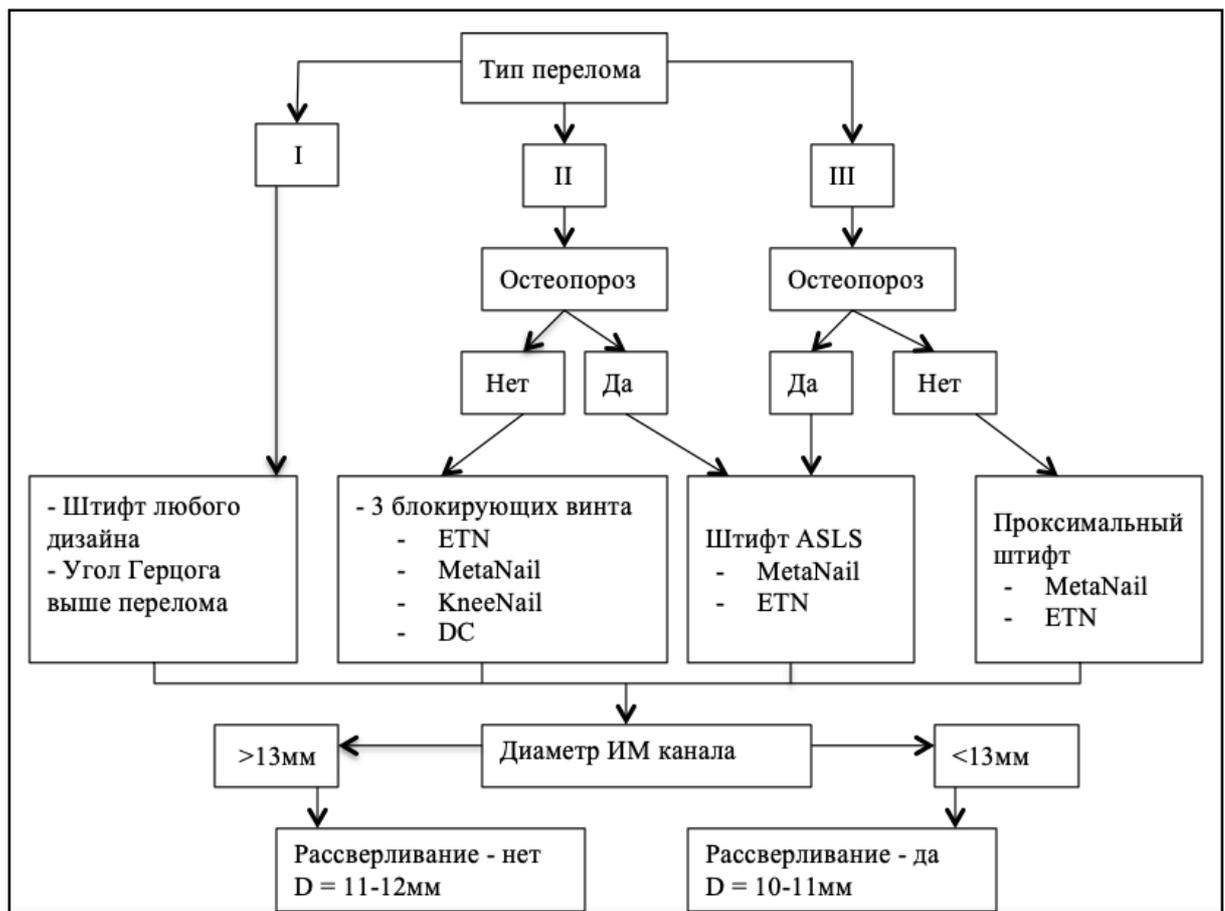


Рисунок 36 - Алгоритм выбора интрамедуллярного штифта при различных типах переломов (PFL-TN). Штифт ASLS – штифт с блокирующими винтами с угловой стабильностью

В таблице 19 представлен сравнительный анализ соответствия используемых штифтов типу перелома. Как видно из представленных данных, введение алгоритма существенно изменило подходы к выбору интрамедуллярного штифта при различных типах переломов. Количество ошибок, связанных с выбором штифта неподходящего дизайна уменьшилось с 9.3% до 0% ($p < 0.05$). Кроме того, после введения алгоритма частота использования штифтов малого диаметра (< 10 мм) снизилась с 37.9% до 0% ($p < 0.05$), римирование костно-мозгового канала стало применяться в 2.28 раза чаще ($p < 0.05$). Ретроспективный анализ показал, что только 34.9% операций интрамедуллярного остеосинтеза в группе 1 соответствовало предложенному алгоритму выбора штифта. Так же стоит отметить, что частота использования винтов с угловой стабильностью при остеопорозе увеличилась в 3.91 раза ($p < 0.05$).

Таблица 19 - Оценка соответствия выбора интрамедуллярного штифта предложенному алгоритму

	Группа 1 (контрольная)	Группа 2 (основная)	p-value
Штифты			
ETN	8	6	0.04627
SN MetaNail	9	21	
SN KneeNail	8	4	
UTN	11	4	
DC	7	7	
Соответствие протоколу			
Оптимальный	26 (60.5%)	36 (85.7%)	0.03258
Неоптимальный	13 (30.2%)	6 (14.3%)	
Неподходящий	4 (9.3%)	0 (0%)	
Диаметр штифта			
< 10	12 (37.9%)	0 (0%)	0.00273
10-11.5	31 (72.1%)	38 (90.5%)	
> 11.5	0 (0%)	4 (9.5%)	
Римирование			
Да	13 (30.2%)	29 (69%)	0.00035
Соответствие протоколу	15 (34.9%)	42 (100%)	< 0.00001
ASLS при остеопорозе PFL-TN II и III	4 из 18 (22.2%)	13 из 15 (86.7%)	0.00027

Укладка пациента и выбор хирургического доступа

В основной группе во всех случаях укладка пациента производилась лежа на спине с обеими нижними конечностями в выпрямленном положении. Поврежденная нижняя конечность уложена на валик, приставка операционного стола под здоровой конечностью опущена на 10-15гр.

В контрольной группе укладка пациента зависела от предпочтений оперирующего хирурга и выбранного хирургического доступа.

Выбор хирургического доступа зависел от предпочтений оперирующего хирурга и клинической ситуации. В большинстве случаев предпочтение отдавалось доступам на полуразогнутом коленном суставе. Использование таких доступов обусловлено возможностью выполнения репозиции и введения штифта без сгибания коленного сустава, таким образом нейтрализуя смещающее действие мышц на отломки (глава 1). Кроме того, выполнение интрамедуллярного остеосинтеза на полуразогнутом коленном суставе снижает травматизацию мягких тканей области перелома при манипуляции отломками, значительно облегчает работу ассистента и рентгенологический контроль репозиции во время операции. При использовании штифтов ETN и SN (MetaNail, KneeNail) использовался супрапателлярный доступ, в связи с тем, что производители данных штифтом имеют специализированный инструментарий. При использовании остальных штифтов был использован парапателлярный доступ (медиальный или латеральный), не требующий использования специализированного инструментария. Техника выполнения супрапателлярного и парапателлярного доступа подробно описана в главе 1.

Инфрапателлярный доступ использовался в случаях наличия повреждения кожных покровов в области супрапателлярного и парапателлярного доступов, при открытых переломах типа 3 по классификации Gustilo-Anderson, чтобы избежать возможного инфицирования сустава при выполнении операции, и в случаях наличия у пациента выраженного артроза пателлофemorального сустава.

Во всех случаях точка доступа выбиралась наиболее проксимально, что имеет преимущества при переломах верхней трети большеберцовой кости, описанные в главе 1.

Укладка пациента и выбор хирургического доступа в контрольной группе зависели от предпочтений оперирующего хирурга и клинической ситуации. В таблице 20 представлен сравнительный анализ основной и контрольной групп по использованным хирургическим доступам и укладке пациента.

Таблица 20 - Хирургические доступы, использованные при интрамедуллярном остеосинтезе в группах 1 и 2

Доступ	Группа 1	Группа 2	p-value
Инфрапателлярный	26	8	0.00048
Супрапателлярный	15	29	
Парапателлярный	2	5	

Фиксатор-ассистированный остеосинтез

Использование аппарата наружной фиксации в качестве репозиционного устройства позволяет контролировать репозицию перелома и облегчить технику выполнения интрамедуллярного остеосинтеза. Проанализировав преимущества и недостатки различных техники фиксатор-ассистированного интрамедуллярного остеосинтеза (ФАИМО), мы разработали методику, позволяющую достичь качественную репозиции при переломах большеберцовой кости и сохранять ее на время введения штифта [179].

Разработанная нами методика основана на использовании тубулярного аппарата наружной фиксации в качестве репозиционного устройства. Для выполнения ФАИМО по предложенной методике необходимо 4 самосверлящих винта Шанца диаметром 5мм, две карбоновые трубки длиной не менее 400мм, 4 соединяющих замка.

Первым этапом необходимо провести винты Шанца через референсные коридоры, представленные на рисунке 37. Введение винтов осуществляется под рентгенологическим контролем. Конец винта Шанца должен заходить за противоположный кортикальный слой на 1-2мм. В сагиттальной плоскости винты Шанца необходимо проводить в проксимальный и дистальный метаэпифизы большеберцовой кости латеральнее от предполагаемого хода штифта и перпендикулярно оси отломка. Во фронтальной плоскости винты Шанца необходимо проводит в проксимальный и дистальный метаэпифизы большеберцовой

кости кзади от предполагаемого хода штифта и параллельно суставной поверхности. Длина двух винтов Шанца, используемых в проксимальном отломке, должна быть минимально-достаточной, чтобы не мешать устройству для проксимального блокирования штифта.

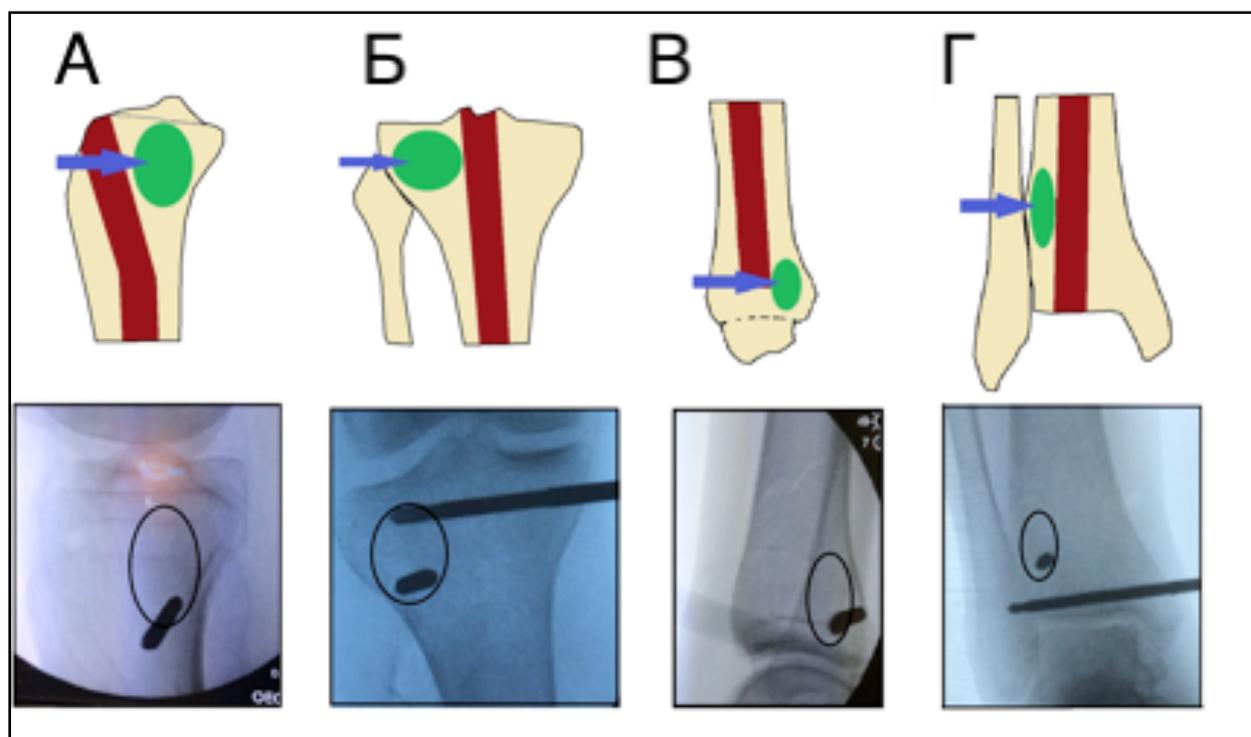


Рисунок 37 - Безопасные коридоры для проведения винтов Шанца при монтаже репозиционного аппарата. А – проксимальный фронтальный; Б – проксимальный сагиттальный; В – дистальный фронтальный; Г – дистальный сагиттальный

После проведения винтов Шанца мы производим монтаж двух перпендикулярных друг другу монолатеральных рам. Замки затягиваются не полностью, таким образом, чтобы в аппарате сохранялась подвижность.

В случае, если на предоперационных снимках сохраняется укорочение большеберцовой кости и прошло более 1 недели после травмы, то стоит ожидать сложности при проведении ручной репозиции перелома. В такой ситуации вместо медиальной рамы мы рекомендуем использовать большой дистрактор АО или специальных замком с дистракционным механизмом.

Для решения вопроса о применении дистракционного аппарата после проведения анестезии перед началом оперативного вмешательства мы проводили пробную

тракцию по оси конечности под контролем ЭОП. Если устранить укорочение не получалось, то мы использовали дистракционный аппарат.

При выполнении репозиции ассистент выполняет тракцию по оси конечности, визуально устраняет ротационное, поперечное и угловое смещения с помощью ручной репозиции, после чего хирург закрывает все четыре замка. Если винты Шанца проведены без нарушения техники, то после выполнении репозиции они должны быть параллельны другу в каждой из рам. После выполнения репозиции производится ЭОП-контроль.

При выявлении остаточного смещения возможна его коррекция с помощью репозиционного аппарата.

1. При сохранении укорочения, ротационного смещения или поперечного смещения необходимо открыть все четыре замка аппарата. Укорочение и ротационное смещение конечности всегда необходимо устранять в первую очередь. Устранение укорочения производится с помощью ручной тракции или дистракционного аппарата. Ротационное смещение необходимо контролировать с помощью ЭОП на истинной прямой проекции. Для точности контроля репозиции возможно сравнение с интраоперационными снимками коленного и голеностопного суставов здоровой конечности, а также интраоперационная клиническая оценка длины и осей обеих конечностей.
2. Вторым этапом необходимо произвести устранение грубого поперечного смещения. Для этого дистальный винт Шанца, проведенный в плоскости смещения, соединяется с Т-образной рукояткой и движением «тяги-толкай» используется в качестве джойстика. При этом необходимо создавать противоупор на проксимальном отломке. При использовании данного приема необходимо стараться избегать создания углового смещения за счет наклона винта Шанца. После устранения укорочения, ротационного и поперечного смещения замки закрываются.
3. При сохранении углового смещения, его возможно устранить с помощью репозиционного аппарата, не теряя ранее достигнутую репозицию. Для устранения углового смещения во фронтальной плоскости, замки боковой рамы

расслабляются, и производится регулировка репозиции с помощью дистального винта Шанца в качестве джойстика, после чего боковая рама закрывается. Закрытая передняя рама не позволяет происходить смещению в сагиттальной плоскости, при этом винты Шанца проведенные в переднезаднем направлении являются центром ротации отломка и предотвращают образования поперечного смещения. Схожий маневр выполняется и со второй рамой. Техника выполнения репозиции представлена на рисунке 38.



Рисунок 38 - Техника выполнения репозиции с помощью репозиционного аппарата наружной фиксации

Большинство описанных в литературе компоновок репозиционных аппаратов наружной фиксации не позволяют предотвращать угловое смещение в сагиттальной плоскости, возникающее при сгибании коленного сустава и эффекта клина, возникающий при введении штифта с низким углом Герцога. Так же, большинство описанных методик не позволяет выполнять аппарат-ассистированную дистракцию при укорочении большеберцовой кости.

Описанная Бекреевым Д.А. методика использования упрощенного модуля аппарата Илизарова в качестве репозиционного устройства является альтернативой описанной нами методики [2]. Стоит отметить, что коррекция ротационного и поперечного смещения, после монтажа циркулярного аппарата является более трудоемкой задачей и занимает значительно больше интраоперационного времени.

Использование ФАИМО возможно с любым из ранее описанных доступов. При использовании инфрапателлярного доступа передняя рама репозиционного аппарата позволяет предотвратить смещение в сагиттальной плоскости, возникающее за счет разнонаправленного действия мышц на отломки и «эффекта клина» возникающий при введении штифта. Применение хирургического доступа на полуразогнутом коленном суставе позволяет нейтрализовать смещающее действие мышц на отломки и лучше контролировать репозицию при всех типах переломов. Использование поллерных спиц в сагиттальной плоскости позволяет сохранить достигнутую репозицию при введении штифта. В ходе исследования было так же отмечено, что «эффект клина» не возникает при переломах типа III даже при использовании штифтов с углом Герцога, расположенным дистальнее линии перелома. Поэтому, при использовании остеосинтеза на полуразогнутом коленном суставе в некоторых случаях мы применяли только боковую раму репозиционного аппарата (упрощенный фиксатор-ассистированный интрамедуллярный остеосинтез – УФАИМО). Переломы подтипа С и некоторые переломы подтипа В являлись нестабильными и имели высокую степень патологической подвижности в сагиттальной плоскости, поэтому при таких переломах использовалась полная компоновка аппарата.

При использовании ФАИМО у пациентов с выраженным остеопорозом отмечался высокий риск потери стабильности винтов Шанца, поэтому у данной группы пациентов рекомендуется использование данной методики с осторожностью. Потеря стабильности аппарата отмечалась в основном при использовании инфрапателлярного доступа при сгибании коленного сустава и при введении интрамедуллярного штифта.

Использование поллерных винтов и спиц

Несмотря на эффективность ФАИМО, в некоторых случаях сохраняется небольшое поперечное смещение в сагиттальной или фронтальной плоскостях. Кроме того, в момент введения штифта, особенно при использовании инфрапателлярного доступа, имеется тенденция к созданию штифтом антекурвационной деформации за счет того, что штифт вводится не соосно с

интрамедуллярным каналом в сагиттальной плоскости. При диафизарных переломах за счет жесткости задней стенки происходит эластичная деформация штифта и он соскальзывает в интрамедуллярный канал. После полного введения штифта образовавшееся эластичное напряжение штифта уменьшается за счет изгиба Герцога.

При переломах верхней трети такой эластичной деформации не происходит, а штифт создает типичное угловое смещение. Такое действие интрамедуллярного штифта наблюдается при всех типах переломов верхней трети большеберцовой кости. После полного введения интрамедуллярного штифта величины угла Герцога часто недостаточно для того, чтобы компенсировать образовавшуюся деформацию.

Для предотвращения данной проблемы во всех случаях мы использовали поллерные спицы. Поллерные спицы позволяют искусственно создать стенки интрамедуллярного канала в губчатой кости, ориентируя штифт в нужном направлении. Данная методика проста в применении и малотравматична, а ее рутинное применение в комбинации с описанными выше методами позволяет добиться точной репозиции. Мы использовали от 1 до 3 спиц сагиттальной и фронтальной плоскостях в проксимальном отломках со стороны деформации. Если, несмотря на проводимые действия, смещение дистального отломка сохраняется, то поллерные спицы проводились и в дистальный отломок. На клиническом примере №1 продемонстрирована методика проведения интрамедуллярного остеосинтеза через супрапателлярный доступ с применением поллерных спиц и репозиционного аппарата наружной фиксации у пациента с фрагментарным переломом большеберцовой кости.

В проведенном исследовании мы не использовали поллерные винты для выполнения репозиции в связи с тем, спицы имеют значительные преимущества, описанные в главе 1. Однако мы использовали поллерные винты после окончания фиксации перелома. Показания к их использованию описаны в разделе «особенности блокирования интрамедуллярного штифта».

Клинический пример №1

Пациент Ч. 34 лет (ИБ №30276-19). Травма в результате ДТП – пешеход сбит автомобилем. Закрытый оскольчатый перелом обеих костей правой голени, АО/ОТА 42C2, PFL-TN тип ПAs. Множественные осложненные переломы рёбер, гемопневмоторакс, ушиб легкого. При поступлении выполнена иммобилизация перелома АНФ. При монтаже аппарата выбрана компоновка без блокировки коленного и голеностопного суставов, позволяющая выполнить ФАИМО без выполнения демонтажа аппарата и таким образом избежать дополнительной травматизации мягких тканей при манипуляциях (Рисунок 39).

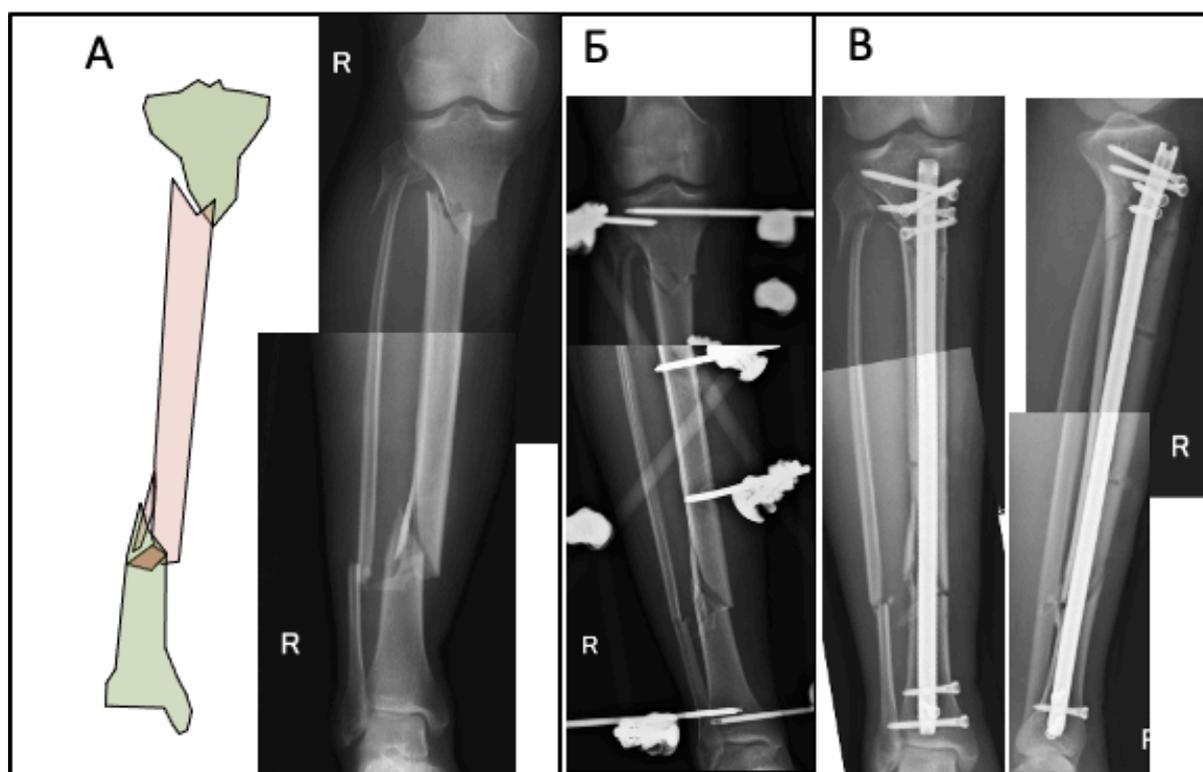


Рисунок 39 - Закрытый оскольчатый перелом обеих костей правой голени, АО/ОТА 42C2, PFL-TN тип ПAs (А); Фиксация перелома АНФ, позволяющего выполнить ФАИМО без перемонтажа аппарата (Б); Послеоперационные рентгенограммы после ФАИМО (В)

На 5е сутки выполнена конверсия АНФ на интрамедуллярный остеосинтез. Из методов репозиции были выбран супрапателлярный доступ в комбинации с ФАИМО. При репозиции перелома были использованы поллерные спицы в прямой и боковой проекциях. На интраоперационных снимках видно, что аппарат позволяет эффективно контролировать репозицию, а введенные поллерные спицы позволяют добиться отличной репозиции.

Сгибание поллерных спиц после введения штифта позволяет судить о корректности их введения (Рисунок 40). В связи с тем, что перелом удалось заблокировать 4мя винтами, то в проведении поллерных винтов не было необходимости. Несмотря на тяжелый нестабильный характер перелома, остеосинтез выполнен без технических трудностей и продолжительность операции составила 50 минут. Отмечено полное восстановление анатомической оси большеберцовой кости в прямой и боковой проекциях, устранение ротационных смещений.

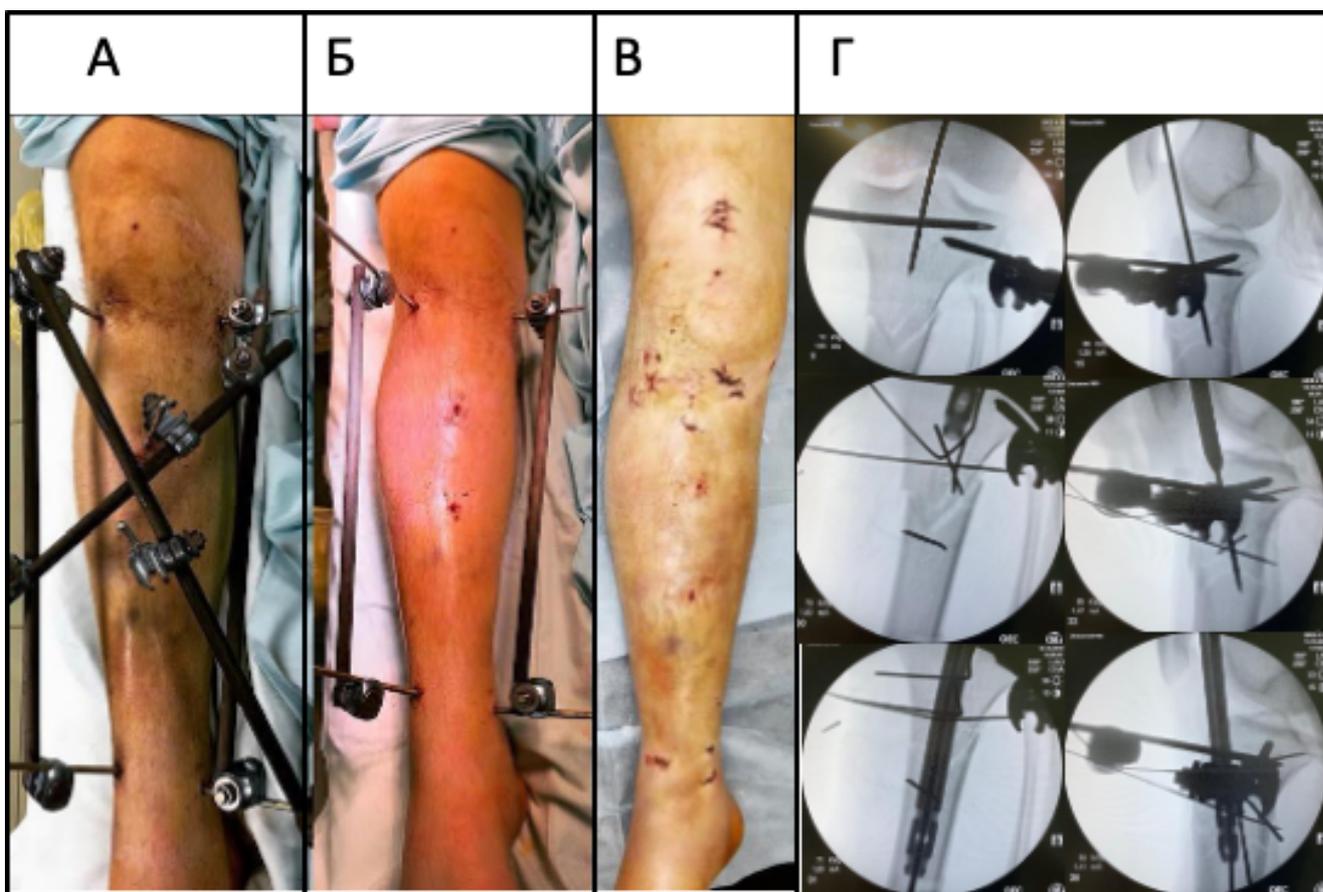


Рисунок 40 – Внешний вид конечности в АНФ (А), использование первичного АНФ для ФАИМО (Б), внешний вид конечности после операции (В), интраоперационные рентгенограммы, показывающие эффективность поллерных спиц для устранения остаточных смещений (Г)

На следующий день после операции пациенту разрешено начать нагрузку на ногу, начата разработка движений в коленном и голеностопном суставах. Пациент с низким комплаэнсом, страдающий алкоголизмом, выпал из группы наблюдения.

Применение прямых методов репозиции

При выполнении операции мы не использовали такие методы прямой репозиции как серкляжная проволока и репозиционные пластины ввиду того, что добиться удовлетворительной репозиции удавалось менее инвазивными методами. При хорошем качестве кости при длинных косых переломах и при винтообразных переломах типа I и II в некоторых мы использовали репозиционные остроконечные щипцы, введенные через минимально инвазивные разрезы кожи до 0.5см, как продемонстрировано на клиническом примере №2. Использование репозиционных щипцов понадобилось в трех случаях. Однако, наш опыт показал, что использование данных репозиционных инструментов в большинстве случаев излишне и не должно быть использовано рутинно.

Клинический пример №2

Пациент Ч. 50 лет (ИБ №19976-19), страдающий хроническим алкоголизмом, ВИЧ-инфекцией, алкогольной полинейропатией. Травма в результате прямого удара по голени. Закрытый перелом обеих костей левой голени АО/ОТА 42B1, PFL-TN тип ПВ. При поступлении выполнена фиксация перелома системой скелетного вытяжения.

На 5е сутки после травмы произведен интрамедуллярный остеосинтез через супрапателлярный доступ. При репозиции перелома были использованы поллерные спицы и репозиционные щипцы, введенные через проколы кожи. Проксимальное блокирование штифта произведено четырьмя винтами. Продолжительность операции составила 105 минут. Отмечено полное восстановление анатомической оси большеберцовой кости в прямой и боковой проекциях, устранение ротационных смещений (Рисунок 41).

На следующий день после операции пациенту разрешено начать нагрузку на ногу, начата разработка движений в коленном и голеностопном суставах.

Через 6 недель после операции отмечено полное восстановление амплитуды движений в коленном суставе. Пациенту разрешено начать ходить с опорой на

трость. Однако пациент продолжал пользоваться костылями в связи с алкогольной полинейропатией.

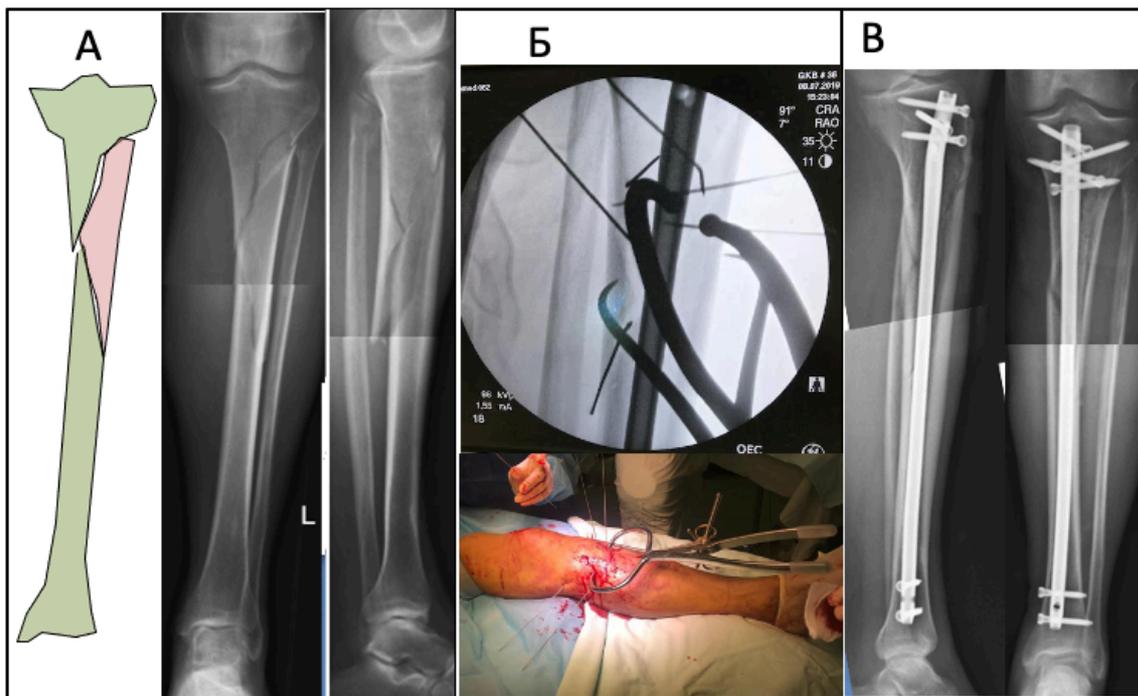


Рисунок 41 - Закрытый перелом обеих костей левой голени АО/ОТА 42B1, PFL-TN тип ПВ (А). Использование репозиционных щипцов и поллерных спиц для репозиции перелома (Б). Послеоперационные рентгенограммы (В)

Через 10 недель отмечена консолидация перелома. Пациент отказался от костылей и начал пользоваться тростью через 14 недель. Через 6 месяцев с момента операции пациент полностью отказался от дополнительных средств опоры (Рисунок 42).

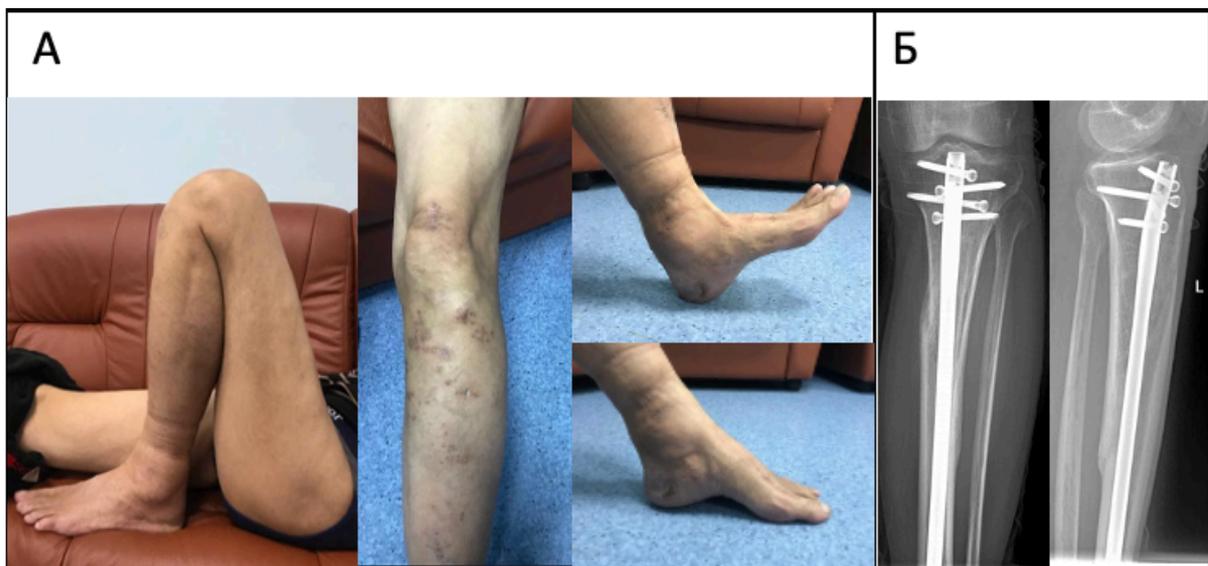


Рисунок 42 – полное восстановление амплитуды движений в коленном и голеностопном суставах через 6 недель после операции (А). Полная консолидация перелома через 14 недель (Б).

Отмечено полное восстановление функции до прежнего уровня. Боли пациента не беспокоят. Функциональный результат через 12 месяцев составил 88.75 баллов (отличный) по шкале LEFS, качество жизни – 85.83 балла (хороший) по шкале SF-36.

Особенности блокирования интрамедуллярного штифта

При выборе способа блокирования интрамедуллярного штифта мы основывались проведенном анализе литературы (глава 1), биомеханическом исследовании (глава 2) и отталкивались от клинической ситуации – характера перелома, состояния мягких тканей и качества кости.

При переломах типа III мы использовали 3 блокирующих винта в проксимальном отломке. При возможности мы использовали 1 поллерный винт в проксимальном и 1 поллерный винт в дистальном отломках для повышения окончательной стабилизации штифта в метафизарной кости за счет создания эффекта «искусственного» костномозгового канала.

При переломах типа II мы использовали 4 блокирующих винта в проксимальном отломке. У пациентов с остеопорозом мы использовали 5 блокирующий винт, если это позволял дизайн интрамедуллярного штифта. В случаях, когда при введении штифта поллерные спицы были сильно напряжены, на их месте мы использовали по 1 поллерному винту.

При переломах типа I мы использовали блокирование 3 винтами у пациентов с хорошим качеством кости и максимальными количеством винтов (4-5) у пациентов с остеопорозом. В использовании поллерных винтов не было необходимости.

Дистальное блокирование выполнялось двумя винтами во всех случаях, кроме сегментарных переломов с дистальной линией перелома в нижней трети большеберцовой кости. В этих случаях дистальное блокирование выполнялось 3мя винтами. Алгоритм выполнения блокировки штифта блокирующими и поллерными винтами представлен на рисунке 43.



Рисунок 43 - Алгоритм выполнения блокировки штифта при различных типах переломов. БВ – блокирующий винт; ПВ – поллерный винт.

Лечение сопутствующих повреждений

Помимо повреждений большеберцовой кости, у 31 пациента (36.47%) групп 1 и 2 наблюдались переломы, требующие оперативного лечения. Оперативное лечение сопутствующих переломов производилось одноэтапно с остеосинтезом большеберцовой кости или последовательно, в зависимости от клинической картины и объема предполагаемого оперативного лечения. Наличие сопутствующих переломов учитывалось при разработке протокола послеоперационной реабилитации и оказывало значительное влияние на скорость послеоперационной реабилитации.

В группе 1 помимо интрамедуллярного остеосинтеза большеберцовой кости 19 пациентам было выполнено 30 оперативных вмешательств по окончательной фиксации переломов, из них 12 (40%) по поводу перелома ипсилатеральной нижней конечности или таза, 7 (23.33%) – контралатеральной нижней конечности или таза, 10 (33.33%) - верхней конечности и в одном случае (3.33%) была выполнена

ревизионная операция по поводу первичной неудовлетворительной репозиции перелома. Из 30 операций 18 (60%) были выполнены одноэтапно с остеосинтезом большеберцовой кости.

В группе 2 помимо интрамедуллярного остеосинтеза большеберцовой кости 13 пациентам было выполнено 19 оперативных вмешательств по окончательной фиксации переломов, из них 6 (31.57%) по поводу переломов ипсилатеральной нижней конечности или таза, 8 (42.11%) - контралатеральной нижней конечности или таза, 5 (26.32%) - верхней конечности. Из 19 операций 11 (57.89%) были выполнены одноэтапно с остеосинтезом большеберцовой кости.

Помимо переломов конечностей и таза в группе 1 имелись сопутствующие повреждения, требующие привлечения смежных специалистов: черепно-мозговая травма – 16 пациентов, переломы лицевого отдела черепа – 3 пациента, переломы ребер и травма грудной клетки - 10, травма органов брюшной полости, забрюшинного пространства и таза - 6, переломы позвоночника - 5. В группе 2 черепно-мозговая травма наблюдалась у 14 пациентов переломы лицевого отдела черепа - 2, переломы ребер и травма грудной клетки – 6, травма органов брюшной полости, забрюшинного пространства и таза - 2, переломы позвоночника - 4. Лечение данных повреждений проводилось в соответствии с современными стандартами и оказывало влияние на тактику лечения пациентов и сроки реабилитации.

Послеоперационный период

В послеоперационном периоде всем пациентам продолжалась терапия, согласно принятым протоколам лечения пациентов травматологического профиля: проводилось динамическое наблюдение состояния пациента, местное лечение послеоперационных ран, симптоматическая, гастропротекторная, антикоагулянтная терапия, периоперационная антибиотикопрофилактика, антибиотикотерапия по клиническим показаниям, профилактика гипостатических осложнений, лечение сопутствующих заболеваний, по клиническим показаниям к лечению пациентов

привлекались врачи других специальностей. На следующие сутки после операции начиналась активизация пациента с инструктором по лечебной физкультуре.

При определении нагрузочного режима на оперированную конечность учитывались следующие факторы: тип перелома, тип используемого фиксатора, качество костной ткани, субъективное ощущение хирургом достигнутой стабильности фиксации, наличие сопутствующих повреждений.

В группе 1 производилась ретроспективная оценка разрешенного нагрузочного режима. Согласно проанализированным архивным данным 25 (58.14%) пациентам группы 1 разрешено начать дозированную нагрузку на оперированную конечность с первого дня после операции, причем в 2 случаях (4.65%) разрешена нагрузка только на оперированную конечность в связи с наличием повреждения, не позволяющего начать раннюю нагрузку на контралатеральную нижнюю конечность. Из оставшихся 18 (37.21%) пациентов в 6 случаях (13.95%) нагрузка не была разрешена из-за недостаточной фиксации в остеопорозной кости. В 7 случаях (16.28%) из-за несоответствия дизайна штифта типу перелома: в 3 случаях был использован штифт тонкого дизайна у пациентов с повреждением контралатеральной нижней конечности, не позволяющем начать раннюю нагрузку на ногу, в 4 случаях при переломах типов II и III фиксация проксимального отломка рассматривалась как недостаточная для начала ранней нагрузки. В 4 случаях (9.3%) нагрузка на ногу не была разрешена из-за ипсилатеральных повреждений, не позволяющих начать раннюю нагрузку. В одном случае нагрузка на ногу не разрешена из-за неудовлетворительной репозиции у пациента с переломом типа IV. Данному пациенту выполнено удаление штифта и остеосинтез аппаратом Илизарова на пятые сутки после первой операции. Гипсовая иммобилизация и полное ограничение нагрузки на ногу в течение 10 недель после операции в группе 1 было рекомендовано четырем пациентам (9.3%). Использование данной меры было расценено как нестабильная фиксации с помощью интрамедуллярного штифта.

Всем пациентам группы 2 в первые сутки после операции начат курс реабилитационных мероприятий, направленных на разработку ранних активных и пассивных движений в суставах поврежденной конечности, вертикализация

пациента. Нагрузочный режим в группе 2 определялся согласно разработанному алгоритму послеоперационной реабилитации (рисунок 44). В случае осложнений производилась корректировка разработанного нагрузочного режима.

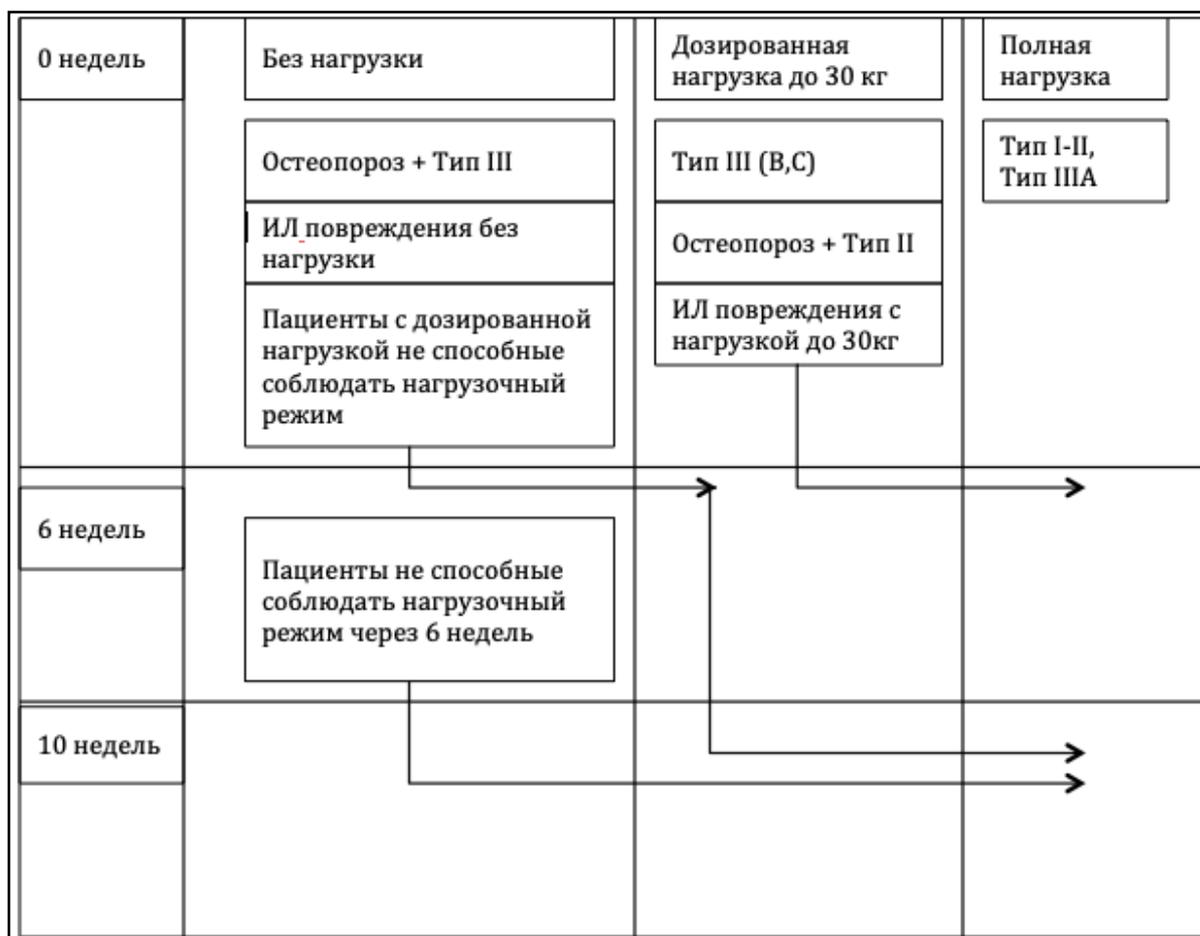


Рисунок 44 - Алгоритм послеоперационной реабилитации

По клиническим показаниям в срок от 10 до 18 недель выполнялось оперативное вмешательство по динамизации интрамедуллярного штифта с целью ускорения консолидации перелома [165]. В группе 2 ранняя дозированная нагрузка разрешена 31 пациенту (73.81%), причем в 3 случаях (7.14%) разрешена нагрузка только на оперированную конечность в связи с наличием повреждения, не позволяющего начать раннюю нагрузку на контралатеральную нижнюю конечность. Из 31 пациента 10 пациентам с переломами типа I (23.81%) и 10 пациентам с переломами типа II (23.81%) разрешена полная нагрузка ногу, 7 пациентам с переломами типа II (16.67%) и 4 пациентам с переломами типа III (9.52%) разрешена дозированная нагрузка на ногу с весом до 30% массы тела в течение 6 недель. Из

оставшихся 11 (26.19%) пациентов в 5 случаях (11.9%) нагрузка не была разрешена из-за недостаточной фиксации в остеопорозной кости при переломах типа III, в 2 случаях (4.76%) нагрузка не разрешена у пациентов с переломами типа III в комбинации с повреждениями, не позволяющими начать раннюю нагрузку на контралатеральную нижнюю конечность. В 4 случаях (9.52%) нагрузка на ногу не была разрешена из-за ипсилатеральных повреждений, не позволяющих начать раннюю нагрузку. У данных пациентов решение вопроса о начале дозированной нагрузки принималось через 6 недель по результатам контрольных рентгенограмм. Гипсовая иммобилизация после операции у пациентов группы 2 не использовалась.

Глава 5. Результаты лечения пациентов с внесуставными переломами верхней трети большеберцовой кости методом интрамедуллярного остеосинтеза

Анализ результатов эффективности применения предложенного алгоритма интрамедуллярного остеосинтеза переломов верхней трети большеберцовой кости включал в себя:

- Оценку качества достигнутой репозиции в основной и контрольной группах
- Оценка эффективности применяемых методов репозиции
- Сравнение ранних и среднесрочных результатов лечения ретроспективной и проспективной групп
- Анализ ошибок и осложнений

5.1 Оценка качества достигнутой репозиции в основной и контрольной группах

Сравнение групп по качеству репозиции

На рисунке 45 представлены результаты сравнения качества репозиции групп 1 и 2. Как видно из проведенного анализа, до введения разработанного алгоритма интрамедуллярного остеосинтеза внесуставных переломов верхней трети большеберцовой кости (группа 1) в 30.23% случаев (13 пациентов) не удалось достичь приемлемой репозиции, в 53.5% случаев (23 пациента) репозиция расценивалась как хорошая, и только в 16.28% случаев (7 пациентов) удалось добиться отличной репозиции. После введения алгоритма (группа 2) не было ни одного пациента, у которого не удалось бы добиться приемлемой репозиции, при этом отличной репозиции удалось добиться в 71.43% случаев (30 пациента), то есть в 4.4 раза чаще, чем в контрольной группе. Анализ показал, что в основной группе нет различий в распределении переломов по качеству репозиции, и доля пациентов с отличной репозицией варьирует от 64 до 75% ($p=0.799$). В группе сравнения

существует разница между долями отличных, хороших и неприемлемых результатов. Доля неприемлемых результатов при переломах типов I, II, III увеличивается с 25 до 43%, доля отличных результатов увеличивается с 8 до 28%, а доля хороших результатов уменьшается с 67% до 29%, однако разница между группами статистически не значима ($p=0.59$). Различия между типами (уменьшение количества промежуточных результатов при переломах типа III) могут быть результатом статистической погрешности, или же бимодального распределения переломов (увеличение количества простых и сложных для репозиции переломов) внутри типа III.

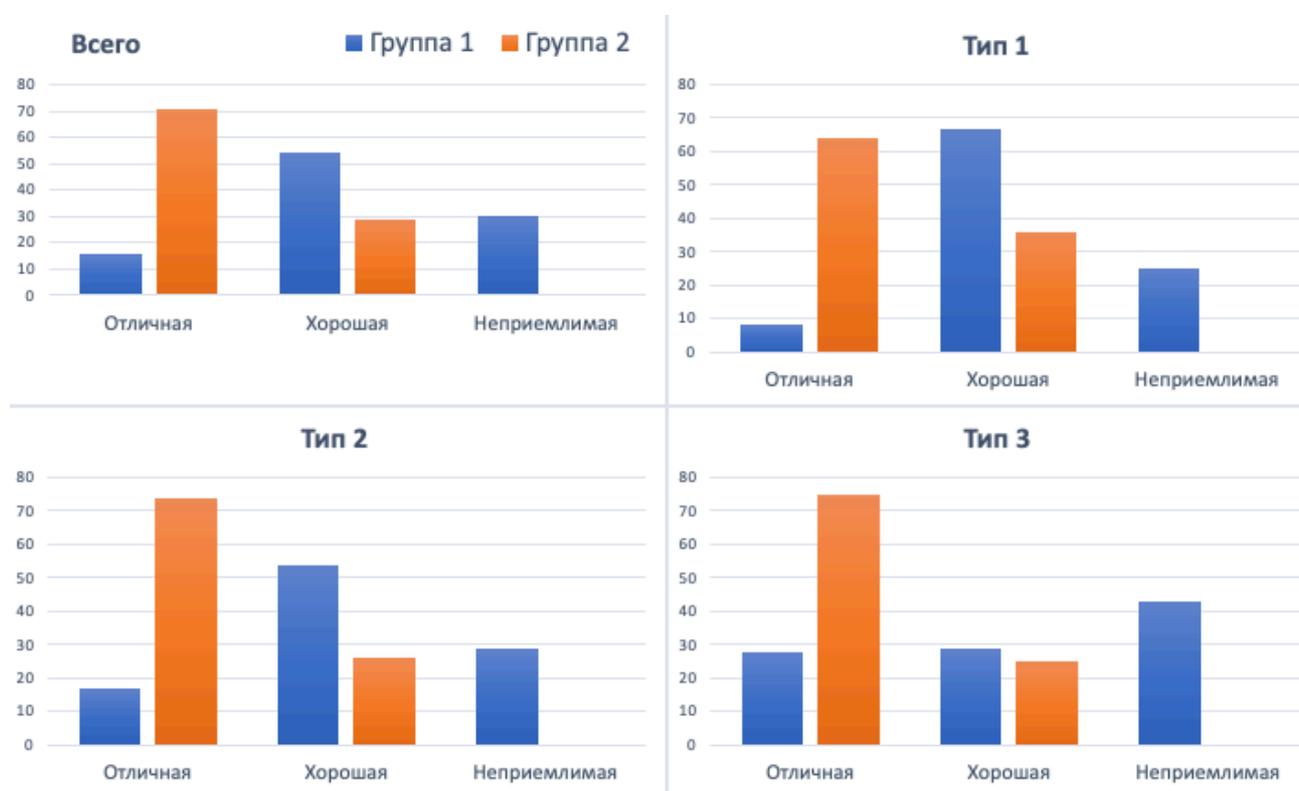


Рисунок 45 - Сравнение качества репозиции в группах 1 и 2 при различных типах переломов.

Среди пациентов группы 1, у которых наблюдалась хорошая репозиция (23 пациента), в 60.87% случаев (14 пациентов) отмечался только один вид смещения в 30.43% случаев (7 пациентов) - два вида и в 8.7% случаев (2 пациента) - три вида; у пациентов с неприемлемой репозицией (13 пациентов) один вид смещения наблюдался в 61.53% случаев (8 пациентов), а два вида в 38.46% случаев (5 пациентов). Среди пациентов группы 2, у которых наблюдалась хорошая репозиция только в одном случае наблюдалось более одного вида смещения (8.33%).

Среди всех пациентов группы 1, имеющих неприемлемую репозицию (13 пациентов), наблюдалось 18 неприемлемых смещений, то есть 1.38 вида смещения на каждого пациента. Так же, на 13 пациентов с неприемлемой репозицией приходится дополнительно 13 приемлемых смещений, то есть 1 на пациента. Таким образом, на каждого пациента с неприемлемой репозицией имеется 2.38 вида смещения.

Среди всех пациентов группы 1, имеющих хорошую репозицию (23 пациента), наблюдалось 47 смещений, то есть 2.04 вида смещения на 1 пациента. Среди всех пациентов группы 2, имеющих хорошую репозицию (12 пациентов), наблюдалось 13 смещений, то есть 1.1 вида смещения на 1 пациента.

Всего в группе 1 наблюдалось 65 смещений на 43 пациента (1.51 смещений на 1 пациента), а в группе 2 – 13 смещений на 42 пациента (0.3 смещений на 1 пациента). Таким образом, разработанный алгоритм позволил полностью исключить неприемлемую репозицию при интрамедуллярном остеосинтезе переломов верхней трети большеберцовой кости и снизить общее количество смещений в 5.04 раза.

Для оценки статистической достоверности разницы, выявленной между сравниваемыми группами, была использована балльная шкала оценки репозиции [24]. Результаты проведенного анализа представлены в таблице 21.

Таблица 21 - Оценка качества репозиции при различных типах переломов с использованием балльной системы оценки

	Группа 1	Группа 2	p-value
Ср. балл (Тип I)	19.25	7.45	0.01051
Ср. балл (Тип II)	16.92	7.26	0.00083
Ср. балл (Тип III)	22	7	0.00177
Ср. балл (всего)	18.33	7.24	< 0.00001

Различия в видах смещений при различных типах переломов

При переломах типа I в группе 1 наблюдалось 16 приемлемых и 5 неприемлемых смещений на 12 человек (1.75 на человека). Наиболее часто встречались угловые смещения – антекурвационная, вальгусная и варусная деформация 58.33% (7 пациентов), 25% (3 пациента) и 25% (3 пациента) соответственно. Приемлемое поперечное смещение в сагиттальной плоскости наблюдалось у 4 пациентов (33.33%) и во фронтальной плоскости у 1 пациента (8.33 %). Ротационное смещение

наблюдалось у 2 пациентов (16.67%), причем в одном случае оно было расценено как неприемлемое. В обоих случаях наблюдалась избыточная наружная ротация дистального отломка у пациентов с сегментарными переломами. Кроме того, у одного пациента наблюдалось приемлемое укорочение конечности (менее 1см).

При переломах типа I в группе 2 наблюдалось 4 приемлемых смещения на 11 человек (0.36 на человека). Угловое смещение наблюдалось только в 1 случае (9.09%) – антекурвационное смещение 3° у пациента с переломом типа IB, вальгусная и варусная деформации не наблюдались ни у одного пациента. В 3 случаях (27.27%) наблюдалось приемлемое поперечное смещение в сагиттальной плоскости, причем в двух случаях были использованы штифты с низким углом Герцога (UTN). Данное смещение является следствием «эффекта клина», и несмотря на то, что поперечное смещением менее 1см рассматривалось как приемлемое, предпочтение стоит отдавать штифтам с углом Герцога расположенным проксимальнее линии перелома. Данные результаты показывают, что применение разработанного алгоритма позволяет повысить качество репозиции при переломах типа I.

При переломах типа II в группе 1 наблюдалось 26 приемлемых и 9 неприемлемых смещений на 24 человека (1.46 на человека). Так же, как и при переломах типа I, наиболее часто встречались угловые смещения – антекурвационная, вальгусная и варусная деформация 45.83% (11 пациентов), 36.5% (9 пациентов) и 16.67% (4 пациента) соответственно. Поперечное смещение в сагиттальной плоскости наблюдалось у 6 пациентов (25%), причем в 2 случаях оно рассматривалось как неприемлемое, во фронтальной плоскости смещение наблюдалось у 2 пациентов (8.33%), причем в 1 случае оно было неприемлемое. Приемлемое ротационное смещение наблюдалось у 2 пациентов (8.33%). В обоих случаях наблюдалась избыточная наружная ротация дистального отломка у пациентов с сегментарными переломами. Кроме того, у одного пациента наблюдалось приемлемое укорочение конечности (менее 1см).

При переломах типа II в группе 2 наблюдалось 6 приемлемых смещений на 19 человек (0.32 на человека). Угловое смещение наблюдалось у 3 пациентов (15.79%) –

во всех трех случаях наблюдалось антекурвационное смещение. В 2 случаях наблюдалось приемлемое поперечное смещение во фронтальной плоскости при переломах типа IIВ. В отличие от переломов 1 типа поперечного смещения в сагиттальной плоскости не наблюдалось. Данные результаты показывают, что применение разработанного алгоритма позволяет повысить качество репозиции при переломах типа II.

При переломах типа III в группе 1 наблюдалось 5 приемлемых и 4 неприемлемых смещений на 7 человек (1.29 на человека). Наиболее часто встречались угловые смещения – антекурвационная, вальгусная и варусная деформация 57.14% (4 пациента), 42.86% (3 пациента) и 14.29% (1 пациент) соответственно. Неприемлемое поперечное смещение в сагиттальной плоскости наблюдалось у 1 пациента (14.29%). Ротационного смещения и укорочения у пациентов с переломами типа III не отмечалось.

При переломах типа III в группе 2 наблюдалось 3 приемлемых смещения на 12 пациентов (0.25 на человека). Угловое смещение наблюдалось у 2 пациентов (16.67%) – в обоих случаях наблюдалось вальгусное смещение. В 1 случае (8.33%) наблюдалось приемлемое поперечное смещение во фронтальной плоскости при переломе типа IIIС. Других видов смещения у пациентов с переломами типа III не наблюдалось (Рисунок 46).

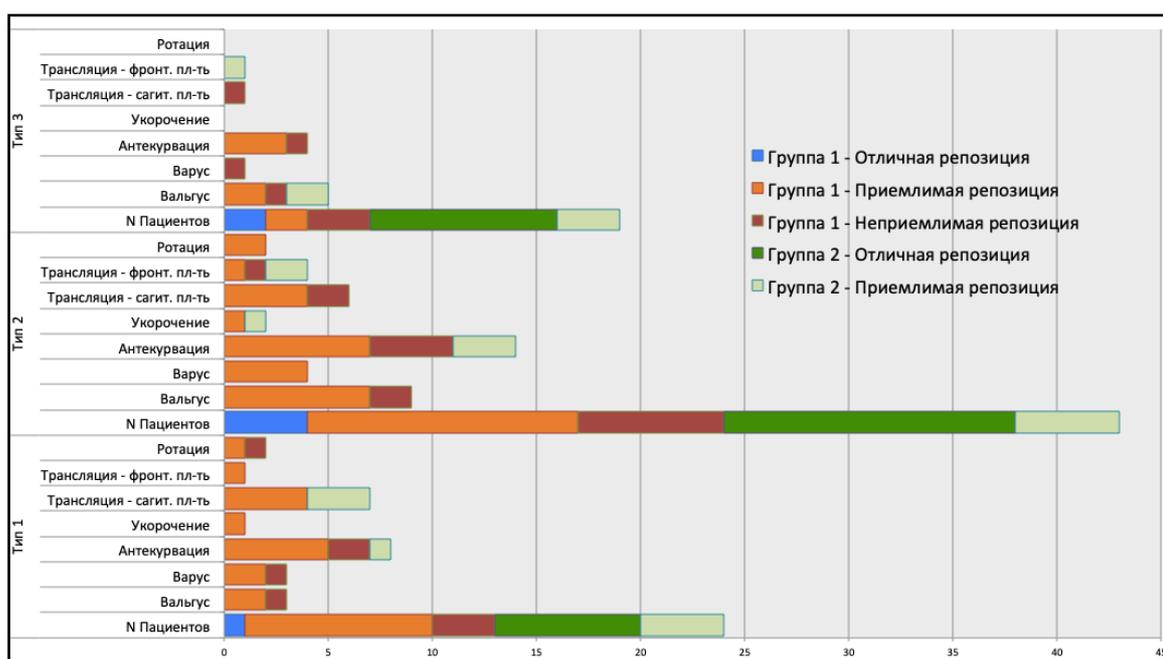


Рисунок 46 - Распределение видов смещения между группами при разных типах переломов

5.2 Оценка эффективности используемых репозиционных приемов

Доступ на полуразогнутом коленном суставе

Доступ на полуразогнутом коленном суставе был использован у 17 пациентов (39.53%) группы 1 и у 34 пациентов (80.95%) группы 2. Проведенный анализ показал, что использование хирургического доступа на полуразогнутом коленном суставе (супрапателлярный, парапателлярный) позволяет добиться более качественной репозиции при внесуставных переломах верхней трети большеберцовой кости. В группе 1 количество неудовлетворительных результатов при использовании супрапателлярного/парапателлярного доступа (17.64%) было в 2.18 раз меньше, чем при использовании инфрапателлярного доступа (38.46%). Количество отличных результатов при использовании супрапателлярного/парапателлярного доступа (23.53%) было в 2.04 раз больше, чем при использовании инфрапателлярного доступа (11.54%). В группе 2 неудовлетворительных результатов не наблюдалось, при этом количество отличных результатов при использовании супрапателлярного/парапателлярного доступа (79.41%) было в 1.81 раз больше, чем при использовании инфрапателлярного (62.5%) (рисунок 47).

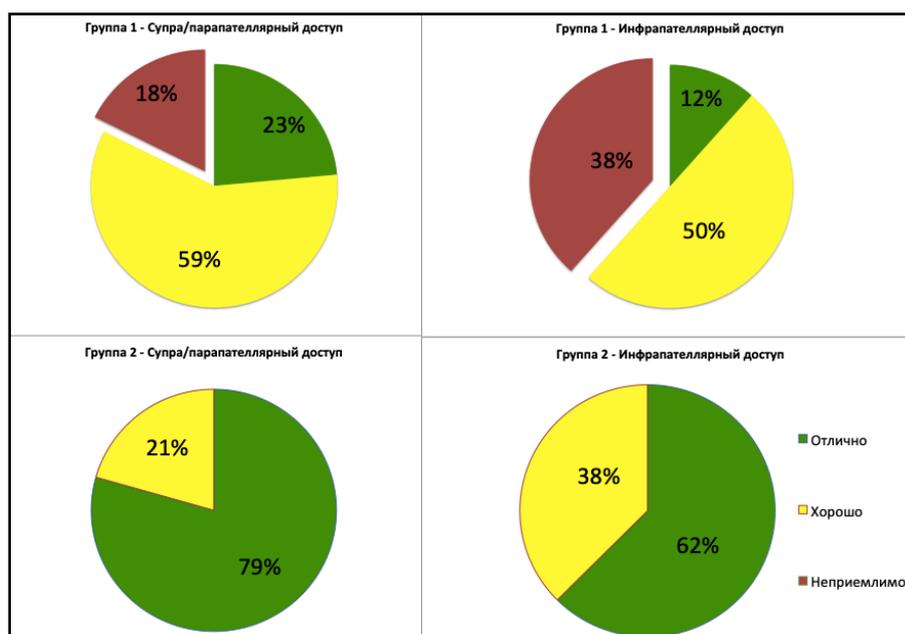


Рисунок 47 - Качество достигнутой репозиции в группах 1 и 2 при использовании различных хирургических доступов

Данные результаты свидетельствуют о том, что использование доступа на полуразогнутом коленном суставе – эффективный метод достижения репозиции при интрамедуллярном остеосинтезе внесуставных переломах верхней трети большеберцовой кости. Однако, наличие 17.64% неудовлетворительных результатов в группе 1 при использовании этой группы хирургических доступов и отсутствие неудовлетворительных результатов в группе 2 свидетельствует о том, что использование других методов репозиции необходимо для улучшения качества репозиции при интрамедуллярном остеосинтезе внесуставных переломов верхней трети большеберцовой кости.

Использование доступа на полуразогнутом коленном суставе имеет наибольшую эффективность при переломах с более коротким проксимальным отломком. Данная тенденция наиболее четко прослеживается в группе 1, где не были использованы другие эффективные методы репозиции в комбинации с описанными доступами. При использовании инфрапателлярного доступа количество неудовлетворительных результатов растет с 29% до 67% по мере уменьшения проксимального отломка. Использование супра/парапателлярного доступа при переломах с более коротким проксимальным отломком (тип III) приводит к достижению отличной репозиции в 50% случаев, а количество неудовлетворительных результатов снижается с 67% до 25%.

При переломах с длинным проксимальным отломком (тип I) использование супра/парапателлярного доступа снижает количество неудовлетворительных результатов с 29% до 20%, однако объективно судить о его преимуществах над инфрапателлярным доступом не представляется возможным ввиду маленькой выборки внутри данной группы пациентов (5 пациентов – супра/парапателлярный доступ; 7 пациентов – инфрапателлярный). Так же невозможно сравнивать результаты репозиции по типам переломов в группе 2 в связи с маленькой выборкой пациентов, при лечении которых был выбран инфрапателлярный доступ (8 пациентов). На рисунке 48 представлено графическое отображение результатов репозиции при различных доступах в зависимости от типа перелома в группах 1 и 2.

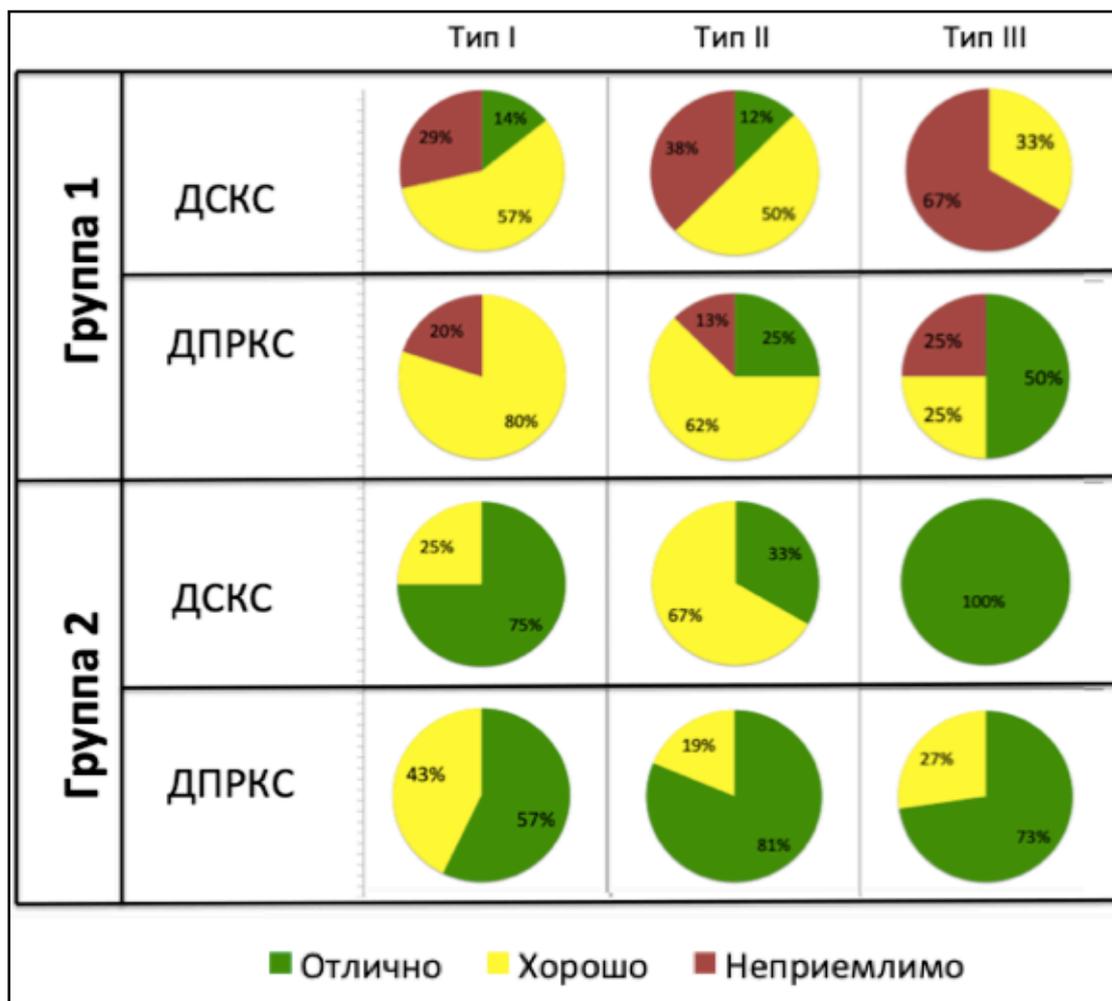


Рисунок 48 - Сравнение качества репозиции при использовании различных доступов в группах 1 и 2. ДСКС – доступ на согнутом коленном суставе; ДПРКС – доступ на полуразогнутом коленном суставе

Для статистической оценки разницы, выявленной между различными группами, была использована балльная шкала оценки репозиции. Проведенный анализ показал, что использование доступа на полуразогнутом коленном суставе (Ср. балл - 9.61) позволяет добиться лучшей репозиции, чем при использовании доступа со сгибанием коленного сустава (Ср. балл – 17.71; $p < 0.05$). Анализ не позволил выявить статистически значимую разницу в результатах репозиции внутри групп 1 и 2 при различных хирургических доступах в связи с маленькой выборкой. При анализе эффективности интрамедуллярного остеосинтеза на полуразогнутом коленном суставе была проведена оценка влияния выбора хирургического доступа на продолжительность операции. Проведенный анализ показал, что использование супра/парапателлярного доступа снижает продолжительность оперативного вмешательства в основной и контрольной группах (таблица 22). Стоит отметить, что

сокращение продолжительности хирургического вмешательства косвенно отражает эффективность применяемого доступа, так как она напрямую зависит от сложностей при выполнении репозиции перелома.

Таблица 22 - Сравнение доступов на согнутом по полуразогнутом коленном суставе по качеству репозиции и по продолжительности операции.

	Супра/парапателлярный доступ	Инфрапателлярный доступ	p-value
Оценка качества репозиции			
Ср. балл (Группа 1)	14.24	21	0.05364
Ср. балл (Группа 2)	7.18	7.5	0.6959
Ср. балл (Всего)	9.61	17.71	0.00037
Средняя продолжительность операции			
Группа 1	82.06±5.86	100.96±5.05	0.01029
Группа 2	80.59±3.11	93.12±6.04	0.04154

На клиническом примере №3 продемонстрирована эффективность использования супрапателлярного доступа у пациента с открытым переломом большеберцовой кости.

Клинический пример №3

Пациент Р. 39 лет. (ИБ №26490-20). Травма в результате ДТП на мотоцикле. Открытый оскольчатый перелом обеих костей правой голени Gustilo-Anderson тип II, АО/ОТА 42В3, PFL-TN тип IB. При поступлении выполнена первичная хирургическая обработка, ушивание раны, интрамедуллярный остеосинтез большеберцовой кости (Рисунок 49).



Рисунок 49 - Открытый оскольчатый перелом обеих костей правой голени АО/ОТА 42В3, PFL-TN тип IB (А) Gustilo-Anderson тип II (Б) у пациента 39 лет

Из методов репозиции был первоначально выбран инфрапрапателлярный доступ в комбинации с упрощенным ФАИМО. При репозиции перелома были использованы поллерные спицы в прямой и боковой проекциях. Однако сгибание коленного сустава создавало антекурвационную деформацию в момент введения штифта, несмотря на использование поллерных спиц. В связи с этим было принято решение о смене хирургического доступа – выполнен супрапателлярный доступ. Репозиция выполнена без технических трудностей. Учитывая хорошее качество кости, и большую длину проксимального отломка, проксимальное блокирование штифта произведено тремя винтами согласно предложенному алгоритму (рисунок 39). Продолжительность операции составила 110 минут. Отмечено полное восстановление анатомической оси большеберцовой кости в прямой и боковой проекциях, устранение ротационных смещений (Рисунок 50).



Рисунок 50 - Упрощенная компоновка аппарата при ФАИМО (А); Послеоперационные рентгенограммы (Б); Внешний вид голени на первые сутки после операции (В)

На следующий день после операции пациенту разрешено начать нагрузку на ногу, начата разработка движений в коленном и голеностопном суставах.

Через 6 недель после операции отмечено полное восстановление амплитуды движений в коленном суставе. Пациенту разрешено начать ходить с опорой на трость.

Через 10 недель пациент полностью отказался от дополнительных средств опоры, однако сохранялись умеренные болезненные ощущения в области перелома. На контрольных осмотрах через 10 и 14 недель отмечена замедленная консолидация перелома в связи с чем произведена динамизация интрамедуллярного штифта. К сроку 20 недель отмечена консолидация перелома.

Функциональный результат через 12 месяцев составил 100 баллов (отличный) по шкале LEFS, качество жизни – 100 баллов (отличный) по шкале SF-36. Пациент участвует в международных соревнованиях по кроссфиту (Рисунок 51).



Рисунок 51 - Отсутствие признаков консолидации через 14 недель (А); Консолидация перелома через 6 недель после динамизации (Б); Полное восстановление, участие в спортивных соревнованиях через 1 год после операции (Г)

Фиксатор-ассистированный интрамедуллярный остеосинтез (ФАИМО)

Фиксатор-ассистированный интрамедуллярный остеосинтез был выполнен 32 пациентам (68.7%) группы 2. ФАИМО не выполнялся у 10 пациентов группы 2 (31.3%) и всех 43 пациентов группы 1 (100%). У 15 пациентов ФАИМО был выполнен с применением двух моностеральных АНФ, у 17 пациентов была использована упрощенная версия репозиционного устройств, состоящая из одной моностеральной рамы. В двух случаях с целью устранения укорочения конечности вместо моностерального тубулярного АНФ был использован большой дистрактор АО.

Проведенный анализ показал, что использование репозиционного аппарата наружной фиксации позволяет повысить качество репозиции. Отличной репозиции удалось добиться у 25 пациентов (78.13%) при выполнении ФАИМО и у 5 пациентов (50%) при выполнении интрамедуллярного остеосинтеза без применения вспомогательных репозиционных устройств (рисунок 52).

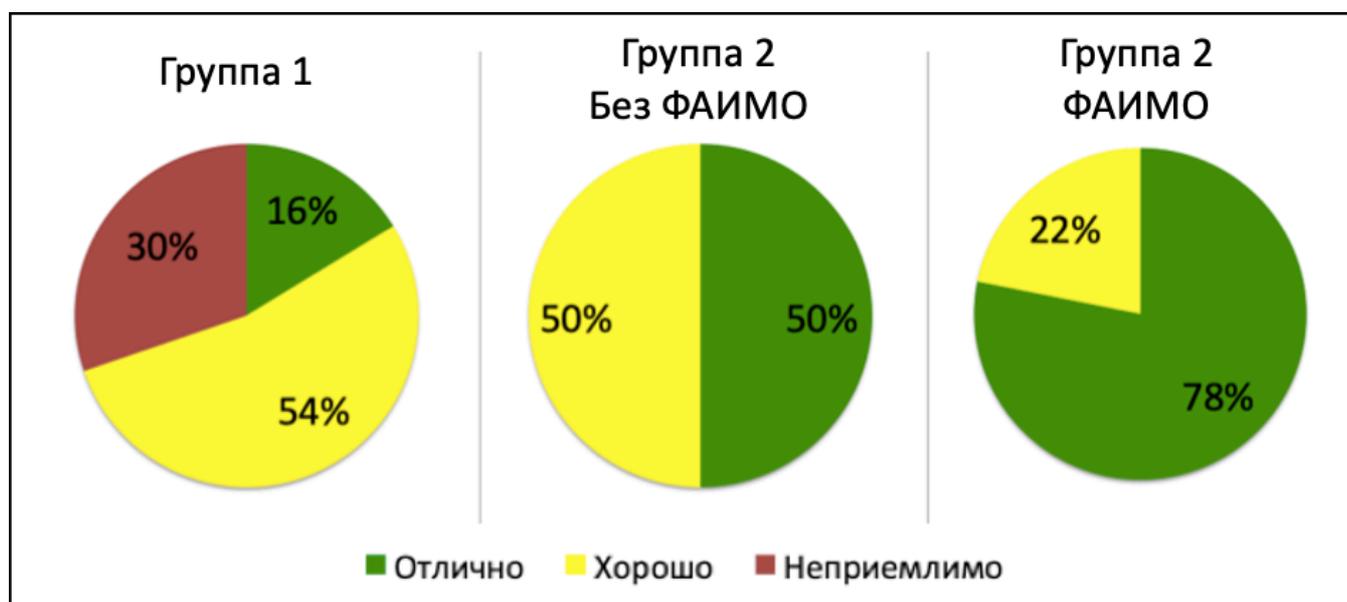


Рисунок 52 - Сравнение групп 1 и 2 (без применения ФАИМО и с применением ФАИМО) по качеству репозиции

В ходе исследования было выявлено, что при выполнении ФАИМО в комбинации с доступом на полуразогнутом коленном суставе, в использовании второй рамы в сагиттальной плоскости в большинстве случаев нет необходимости. Поэтому в ряде случаев мы использовали репозиционный АНФ в упрощенной

компоновке (упрощенный ФАИМО). Проведенный анализ показал, что при выполнении остеосинтеза на согнутом коленном суставе, ФАИМО позволяет значительно улучшить качество репозиции. В группе 1, у пациентов, которым выполнялся остеосинтез через инфрапателлярный доступ, неудовлетворительная репозиция наблюдалась у 38.46% пациентов, а отличные результаты наблюдались только у 11.54% пациентов. При использовании ФАИМО в комбинации с инфрапателлярным доступом неудовлетворительных результатов репозиции не наблюдалось, а отличные результаты были отмечены у 71.43% пациентов. Таким образом, использование репозиционного аппарата наружной фиксации позволяет повысить вероятность достижения отличной репозиции при интрамедуллярном остеосинтезе внесуставных переломов верхней трети большеберцовой кости через инфрапателлярный доступ более чем в 6 раз. Средний балл репозиции при использовании инфрапателлярного доступа без ФАИМО (группа 1) составил 21, а с использованием ФАИМО – 7.5 (разница между группами статистически значима, $p=0.0161$). Комбинация ФАИМО с доступом на полуразогнутом коленном суставе позволяет добиться отличной репозиции у 76.47% пациентов при использовании упрощенной компоновки АНФ и у 87.5% при использовании полноценной компоновки репозиционного АНФ.

Стоит отметить различия в результатах репозиции между группами 1 и 2 при выполнении остеосинтеза на полуразогнутом коленном суставе. В группе 1 неудовлетворительные результаты наблюдались у 17.65% пациентов, а отличные результаты репозиции были отмечены у 23.53% пациентов. В группе 2 неудовлетворительных результатов не наблюдалось, а отличные результаты наблюдались у 50% пациентов. Данная разница может обусловлена различным распределением типов переломов внутри групп 1 и 2, так же применением дополнительных техник репозиции в группе 2 (рисунок 53).

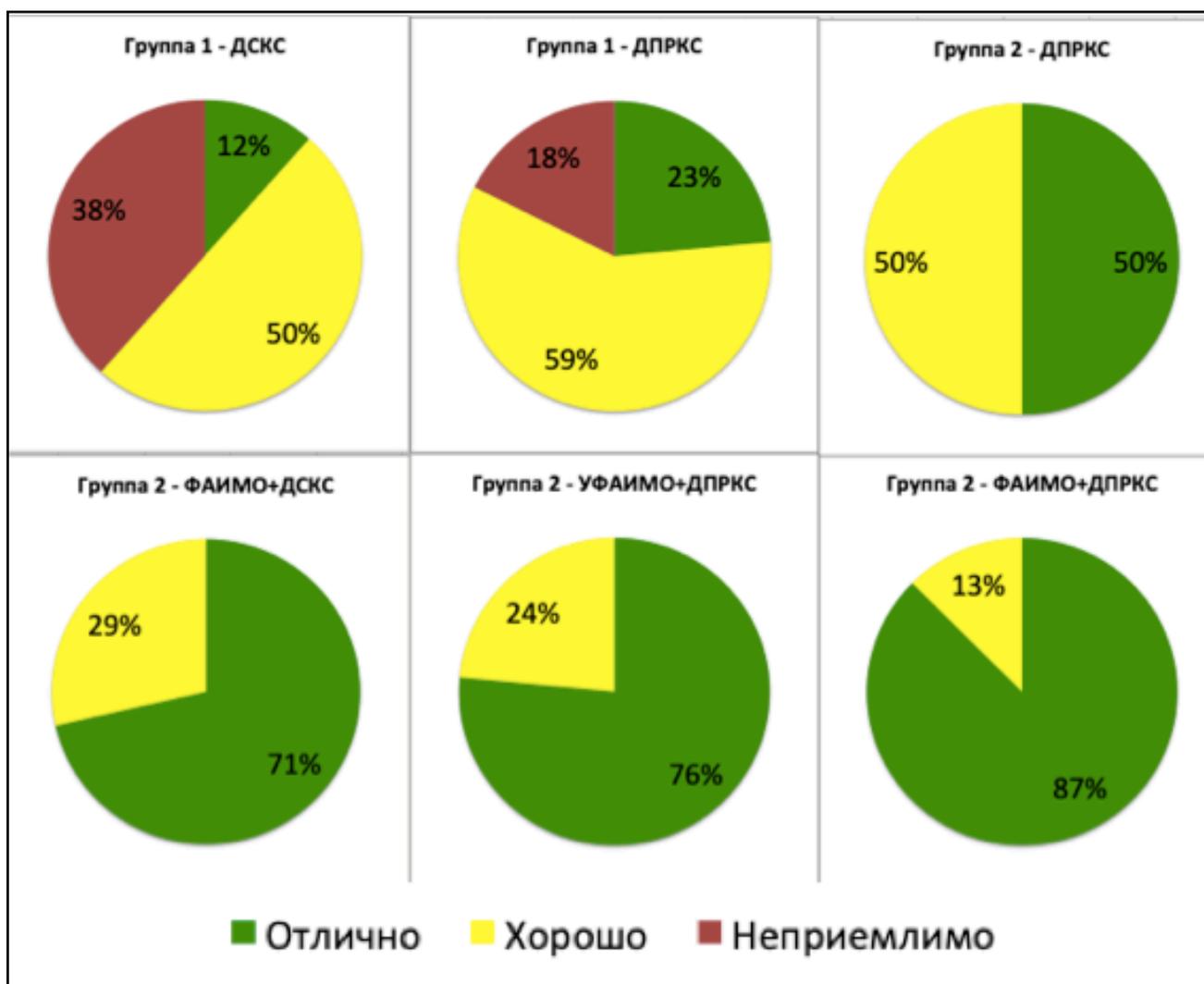


Рисунок 53 - Сравнение качества репозиции при использовании различных хирургических доступов в комбинации с фиксатор-ассистированным интрамедуллярным остеосинтезом. УФАИМО – упрощенный фиксатор-ассистированный интрамедуллярный остеосинтез

В таблице 23 представлены сводные данные по результатам использования ФАИМО и сравнение результатов с группой пациентов без использования репозиционного устройства. Проведенный дисперсионный анализ показал, что результаты репозиции в группе 2 с применением техники ФАИМО и без нее достоверно лучше, чем в группе 1. Однако, статистически значимой разницы в результатах репозиции с применением техники ФАИМО и без нее внутри группы 2 не обнаружено. Данное наблюдение может быть обусловлено маленькой выборкой, а также эффективностью применяемого алгоритма при выборе приемов, повышающих качество репозиции при интрамедуллярном остеосинтезе внесуставных переломов верхней трети большеберцовой кости. Проведение сравнительного анализа

эффективности различных комбинаций описанных методик внутри группы не проводилось в связи с маленькой выборкой.

Таблица 23 - Оценка влияния метода ФАИМО на продолжительность операции и качество достигнутой репозиции

	Без ФАИМО		ФАИМО (группа 2) - С		p-value
	Группа 1 - А	Группа 2 - В	Полный	Упрощенный	
№ пациентов	43	10	15	17	
Время операции	90.2±3.6		85.2±3.2		0.16956
			86.7±4.6	82.9±4.5	0.23474
	93.5±4.1	76±5.9			0.02742
Качество репозиции (дисперсионный анализ + апостериорный тест Тьюки)					
Ср. балл	18.33±2.05	8±0.67	7±0.36		<0.01
А - В					p<0.01
А - С					p<0.01
В - С					p=0.9

Сравнительная оценка эффективности других особенностей выполнения интрамедуллярного остеосинтеза, оказывающих влияние на качество репозиции, таких как выбор штифта правильного дизайна, особенности точки введения интрамедуллярного штифта, использование поллерных спиц и прямых методов репозиции не проводилось. Характеристика описанных особенностей и хирургических приемов представлена в главе 5.5 – анализ ошибок и осложнений.

На клиническом примере №4 продемонстрирован клинический результат после применения упрощенной компоновки аппарата при выполнении фиксатор-ассистированного интрамедуллярного остеосинтез через супрапателлярный доступ у пациента с фрагментарным переломом большеберцовой кости.

Клинический пример №4

Пациент З. 37 лет. (ИБ №35834-19). Травма в результате ДТП – сбит автомобилем. Открытый фрагментарный перелом обеих костей правой голени Gustilo-Anderson тип I, АО/ОТА 42С2, PFL-TN тип IAs. При поступлении выполнена

первичная хирургическая обработка, ушивание раны, фиксация перелома аппаратом наружной фиксации в компоновке «голень-стопа».

На 6е сутки после травмы произведена конверсия АНФ на интрамедуллярную фиксацию. Произведен упрощенный фиксатор-ассистированный интрамедуллярный остеосинтез через супрапателлярный доступ. При репозиции перелома были использованы поллерные спицы в прямой и боковой проекциях. Учитывая хорошее качество кости, простой характер перелома и большую длину проксимального отломка, был выбран штифт SN MetaNail диаметром 10мм с предварительным рассверливание костномозгового канала до 11мм. Проксимальное блокирование штифта произведено тремя винтами согласно предложенному алгоритму. Учитывая короткую длину дистального отломка, дистально блокирование так же произведено тремя винтами. Продолжительность операции составила 70 минут. Отмечено полное восстановление анатомической оси большеберцовой кости в прямой и боковой проекциях, устранение ротационных смещений (Рисунок 54).

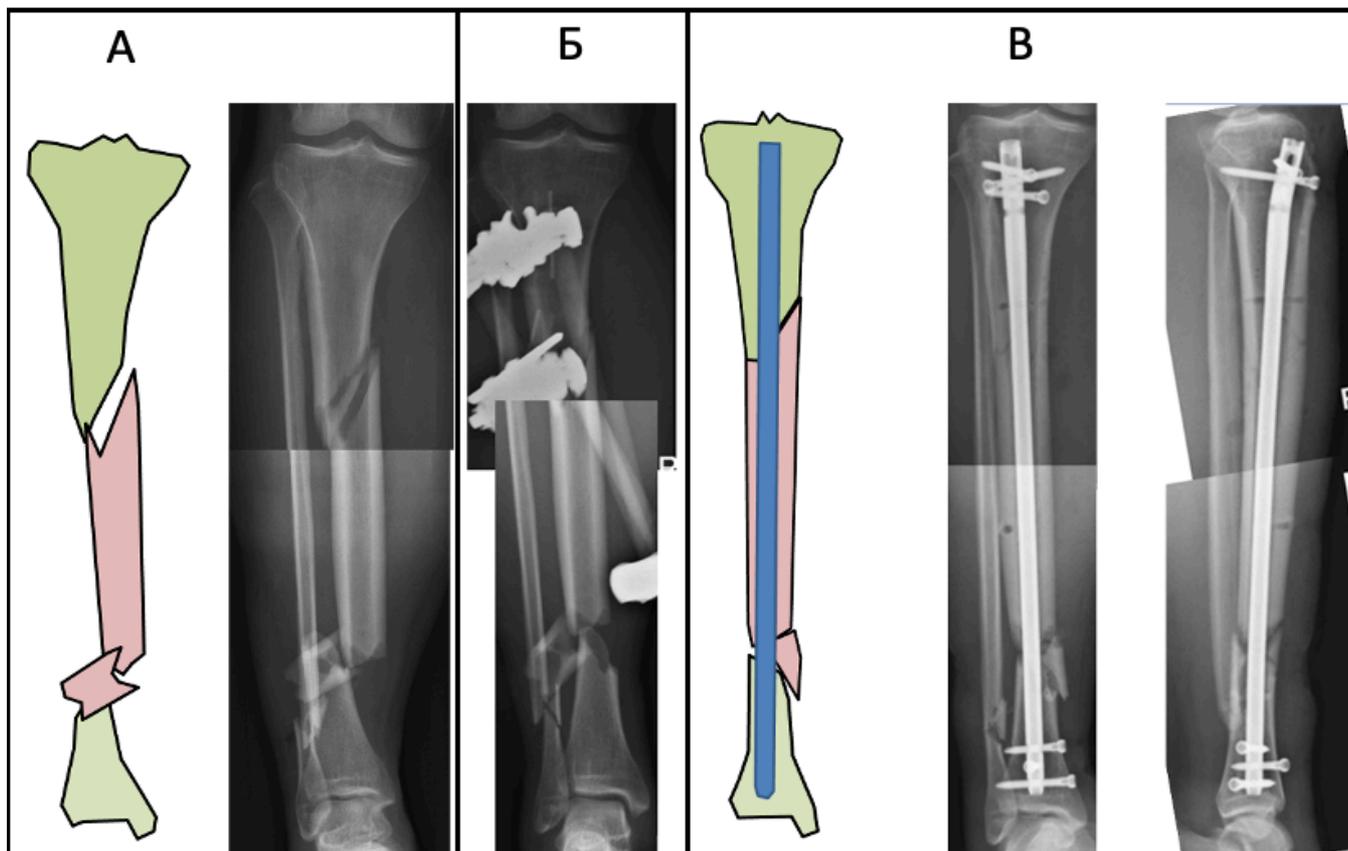


Рисунок 54 - Открытый фрагментарный перелом обеих костей правой голени Gustilo-Anderson тип I, AO/OTA 42C2, PFL-TN тип IAs (A), фиксация перелома аппаратом наружной фиксации в компоновке «голень-стопа» (Б), Послеоперационные рентгенограммы (В)

На следующий день после операции пациенту разрешено начать нагрузку на ногу, начата разработка движений в коленном и голеностопном суставах.

Через 6 недель после операции отмечено полное восстановление амплитуды движений в коленном суставе. Пациенту разрешено начать ходить с опорой на трость.

Через 10 недель отмечена консолидация перелома. Пациент полностью отказался от дополнительных средств опоры (Рисунок 55).

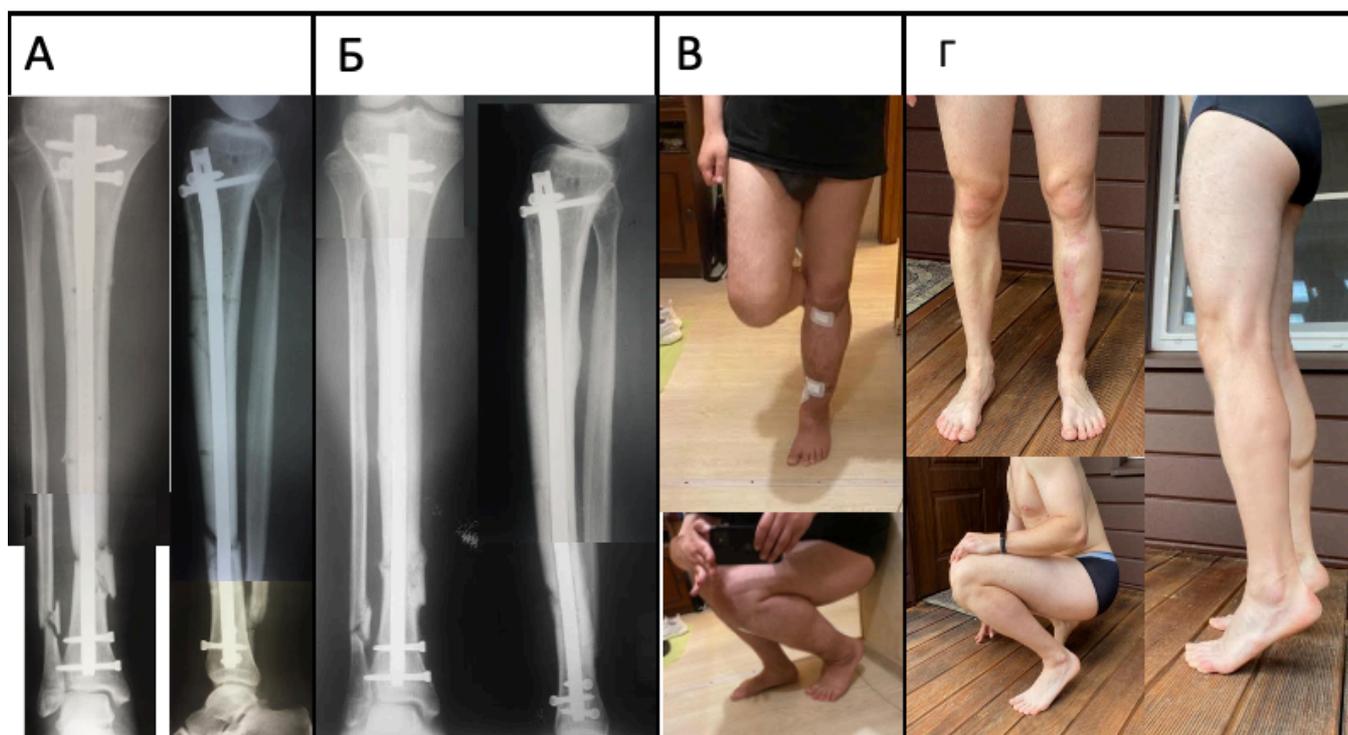


Рисунок 55 - Рентгенологический контроль через 6 недель (А), 14 недель (Б). Функция конечности через 6 недель (В), 14 недель (Г)

Через 1 год после операции произведено удаление металлоконструкции в связи с дискомфортом в области блокирующих винтов. Отмечено полное восстановление функции. Функциональный результат через 12 месяцев составил 100 баллов (отличный) по шкале LEFS, качество жизни – 90.83 балла (отличный) по шкале SF-36.

5.3 Оценка ранних результатов

При оценке ранних результатов (период стационарного лечения) оценивалась средняя продолжительность оперативного вмешательства, наличие осложнений во время стационарного лечения, продолжительность пребывания пациентов в стационаре, динамика уменьшения болевого синдрома (таблица 24).

Таблица 24 - Оценка ранних результатов лечения пациентов с ВППОБК методом интрамедуллярного остеосинтеза в группах 1 и 2

	Группа 1		Группа 2		p-value
	Изолированная травма	Сочетанная травма	Изолированная травма	Сочетанная травма	
Ср. прод-сть операции (мин)	93.49±4.05		82.98±2.84		0.01868
Ср. прод-сть стационарного лечения (суток)	13.84±1.02		12.64±1.01		0.14695
	10.95±1.35	16.35±1.31			0.00332
			9.36±0.68	17.47±1.74	<0.001
Осложнения во время стационарного лечения					
Поверхностная инфекция (%)	3 (6.98%)		2 (4.76%)		
Нестабильность фиксации (%)	4 (9.3%)		0		
Другие осложнения (%)	1 (2.33%)		0		
Всего	8 (18.6%)		2 (4.76%)		0.04766

Продолжительность операции и госпитализации

Проведенный анализ показал, что введение предложенного алгоритма позволяет сократить время оперативного вмешательства с 93.5 ± 4.1 минут до 83.0 ± 2.8 минут ($p=0.01868$). В группе 1 продолжительность госпитализации была 13.8 ± 1.0 койко-дней, а в группе 2 - 12.6 ± 1.0 койко-дней; разница между группами оказалась статистически не значимой ($p=0.14695$). В обеих группах продолжительность госпитализации была в 1.49-1.87 раз больше у пациентов с сочетанной травмой, чем у пациентов с изолированной травмой. Данная разница была статистически значима в обеих группах (таблица 24).

Ранние осложнения

Во время госпитализации рассматривались осложнения, связанные с исследуемым оперативным вмешательством. Оценка осложнений, не связанных с исследуемым оперативным вмешательством (в том числе тромбоз глубоких вен, тромбоэмболия легочной артерии, внутрибольничная пневмония и др.) не производилась. Среди осложнений, связанных с исследуемым оперативным вмешательством во время стационарного лечения, наблюдались: инфекционные осложнения, несостоятельность фиксации, неудовлетворительная репозиция, повлекшая за собой ревизионное оперативное вмешательство.

В группе 1 наблюдалось 8 осложнений (18.6%), связанных с оперативным вмешательством. В 3 случаях (6.98%) наблюдалось развитие поверхностной инфекции, среди которых было 2 пациента с открытыми переломами типа IIIВ и 1 пациент с переломом типа II по классификации Gustilo-Anderson. Данные осложнения не были связаны с техникой выполнения интрамедуллярного остеосинтеза. В 4 случаях наблюдалось наличие нестабильности фиксации, повлекшее за собой дополнительную иммобилизацию циркулярной гипсовой повязкой. В 1 случае наблюдалась неприемлемая репозиция, расцененная лечащим врачом как показание к ревизионному оперативному вмешательству. Данному пациенту выполнено удаление интрамедуллярного штифта и остеосинтез аппаратом Илизарова. Осложнения связанные с нестабильностью фиксации и неприемлемой репозицией рассматривались, как осложнения связанные с техникой выполнения интрамедуллярного остеосинтеза.

В группе 2 наблюдалось 2 осложнения (4.76%) связанные с оперативным вмешательством. В обоих случаях наблюдалось развитие поверхностной инфекции у пациентов с переломами типа IIIВ по классификации Gustilo-Anderson. Осложнений, связанных с техникой выполнения интрамедуллярного остеосинтеза не наблюдалось.

Таким образом, общее количество осложнений связанных с оперативным вмешательством в раннем послеоперационном периоде снизилось с 18.6% до 4.76% ($p=0.04766$). Общее количество осложнений, связанных с техникой выполнения интрамедуллярного остеосинтеза снизилось с 11.63% до 0%.

Динамика болевого синдрома первые 14 суток

В раннем послеоперационном периоде у пациентов группы 2 проводилась оценка динамики болевого синдрома по визуальной аналоговой шкале (ВАШ) на 1-е, 5-е и 14-е сутки после операции. При сравнении динамики болевого синдрома при разных хирургических доступах отмечено, что в первые сутки после операции болевой синдром был наиболее интенсивный у пациентов, которым был выполнен парапателлярный доступ, а к 5-м и 14-м суткам наиболее интенсивный болевой синдром отмечался у пациентов, которым был выполнен остеосинтез через инфрапателлярный доступ. При проведении однофакторного дисперсионного анализа с апостериорным тестом Тьюки отмечено, что статистической разницы между группами на 1е сутки не отмечено, а на 5-е и 14-е отмечена статистически значимая разница между инфрапателлярным и супрапателлярным доступом (5-е сутки – 5.25 и 4.28, $p=0.0465$; 14-е сутки 2.64 и 1.72, $p=0.02887$) (Рисунок 56).

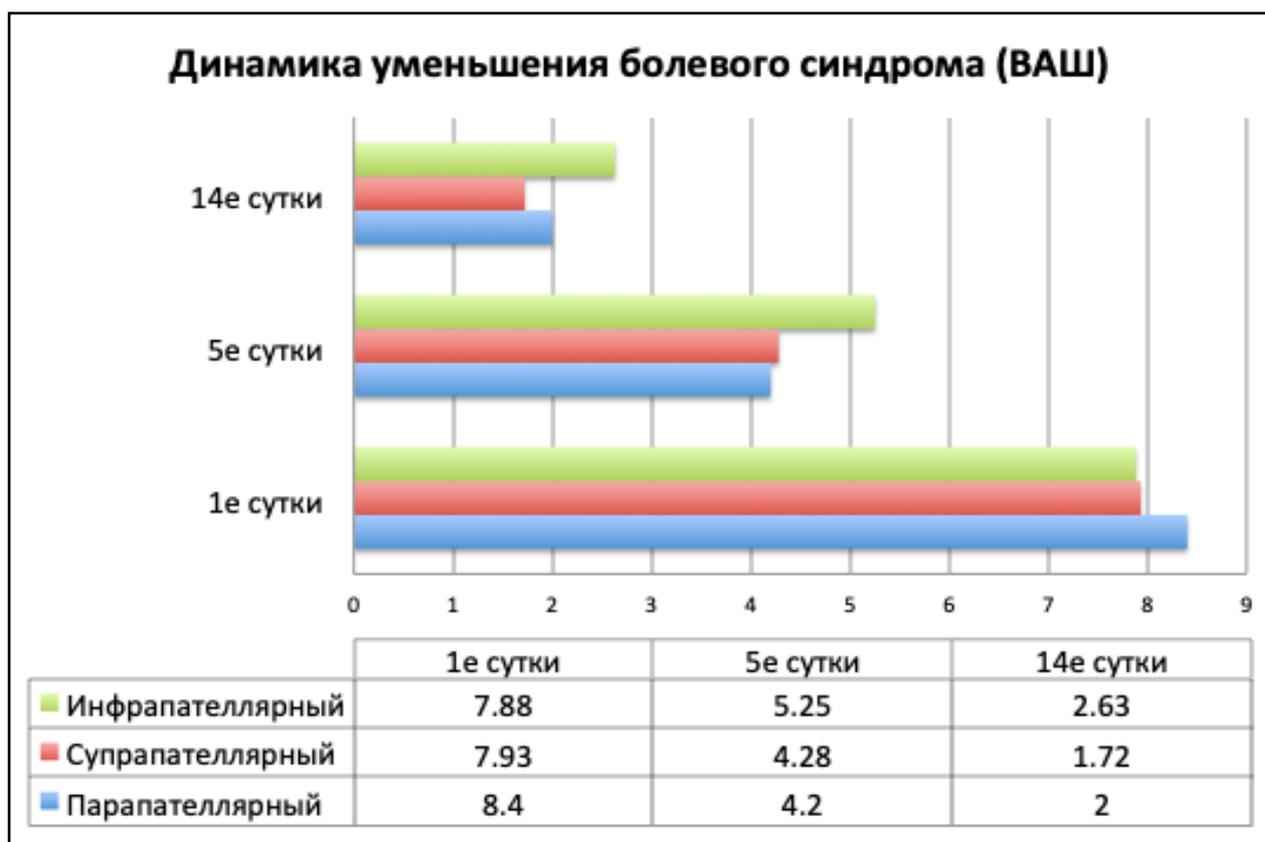


Рисунок 56 - Оценка динамики уменьшения болевого синдрома при различных хирургических доступах

5.4 Оценка среднесрочных результатов

Из 43 пациентов 1 группы в 2 случаях (4.65%) контрольные осмотры проводились начиная с 14 недели после операции, в 3 случаях (6.98%) – начиная с 6 месяцев после операции, в 9 случаях (20.93%) – начиная с 1 года после операции, и в 22 случаях (51.16%) – начиная более чем через 1 год после операции. Оставшиеся 7 пациентов (16.28%) не были доступны для оценки среднесрочных результатов (Рисунок 57)

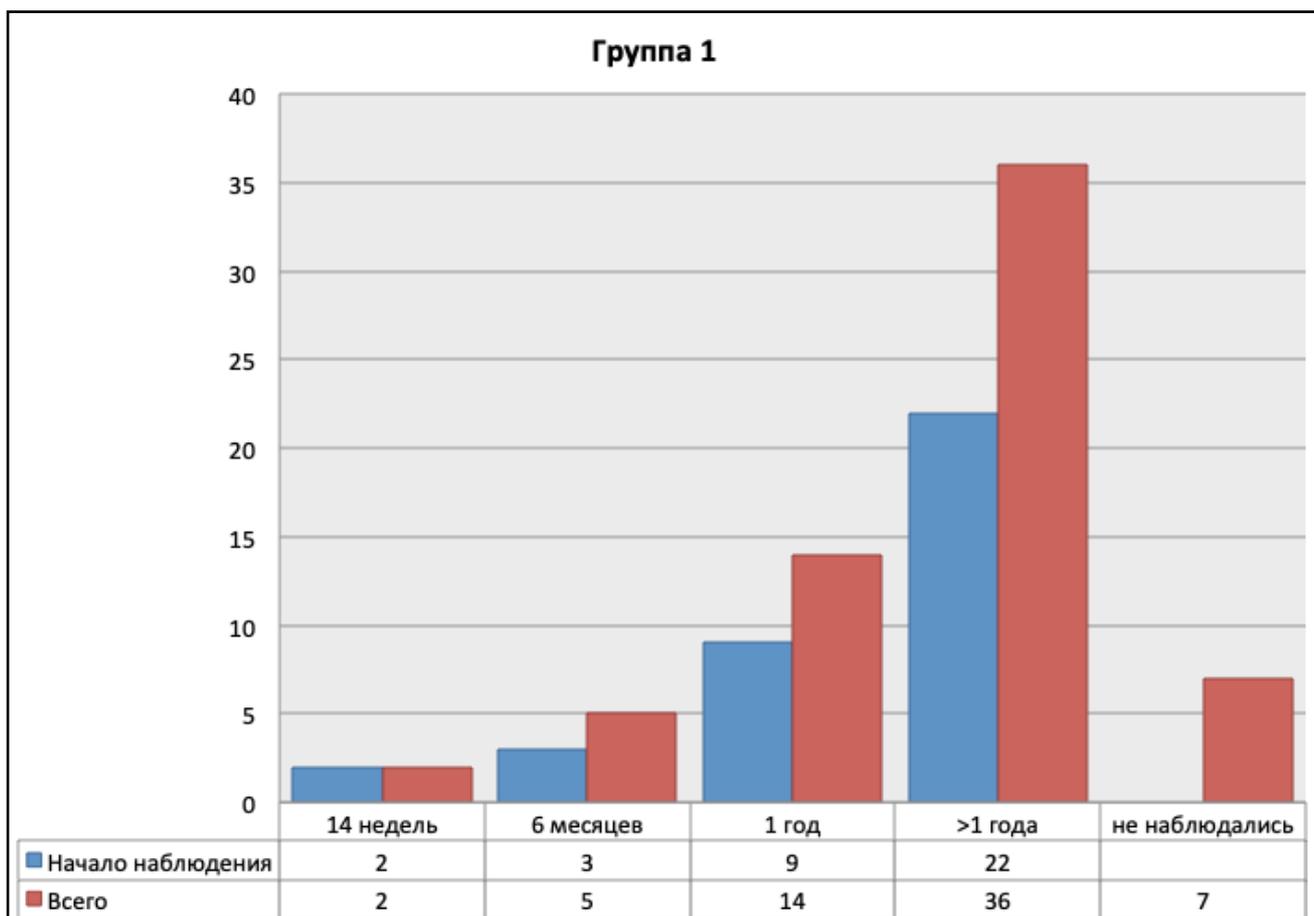


Рисунок 57 - Сроки наблюдения пациентов группы 1

В группе 2 из 42 пациентов, 3 пациента (7.14%) не явились на контрольные осмотры. Из оставшихся 39 пациентов (92.86%), 1 пациент (2.38%) выпал из группы наблюдения через 4 месяца после операции из-за случившегося ишемического инсульта, сопровождающегося стойкими функциональными нарушениями. К этому моменту у пациента уже была отмечена консолидация перелома. Оставшиеся 38

(90.48%) пациентов регулярно являлись на контрольные осмотры через 2, 6, 10, 14, 24, 48 недель, и при необходимости в неустановленные протоколом сроки (Рисунок 58).

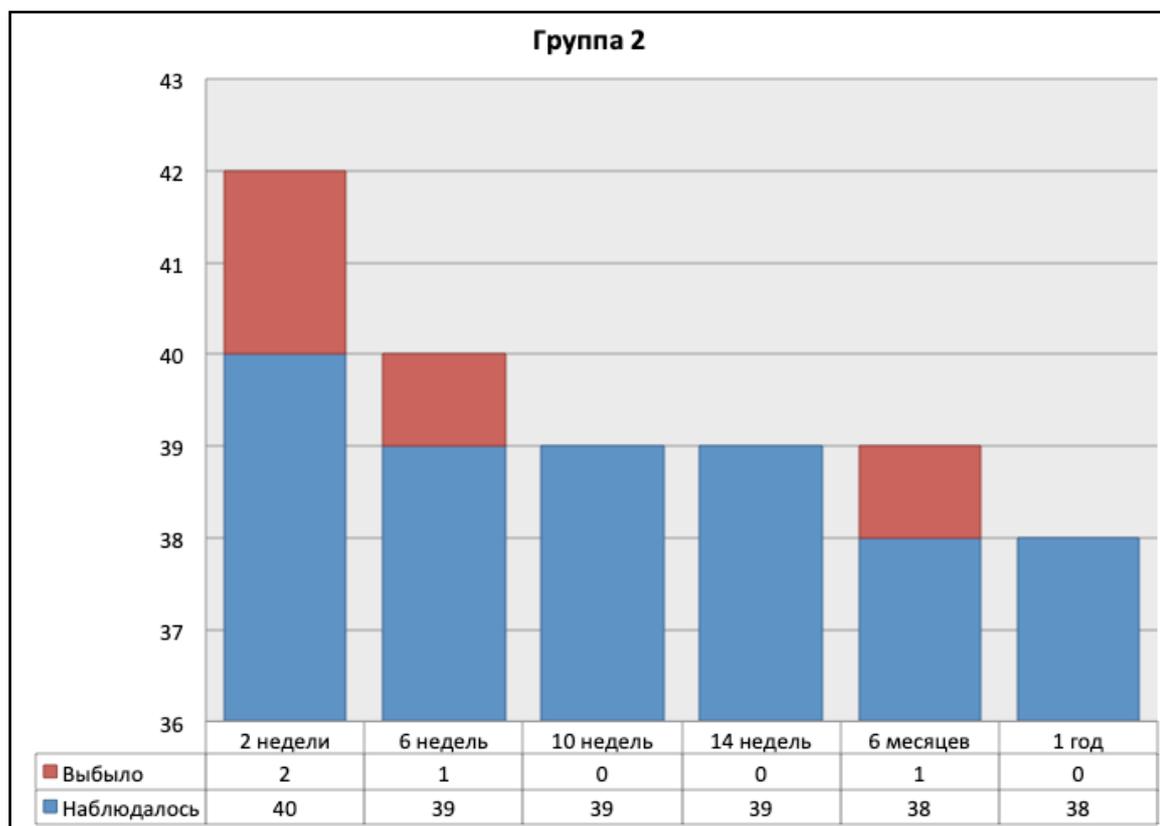


Рисунок 58 - Сроки наблюдения пациентов группы 2

Консолидация перелома

В группе 1 из 36 пациентов доступных осмотру сращение перелома без осложнений достигнуто у 24 пациентов (66.67%). В группе 2 сращение без осложнений достигнуто у 35 пациентов из 39 (89.75%). Средний срок сращения перелома в группе 1 составил 16.22 ± 2.05 недели, а в группе 2 - 13.76 ± 1.25 недели. Разница между группами по срокам сращения переломов статистически значима ($p=0.019$)

В группе 1 в 4 случаях (11.11%) наблюдалась замедленная консолидация перелома. У всех 4 пациентов имелись открытые переломы (Тип I - 1, Тип II – 2, Тип IIIВ – 1 по классификации Gustilo-Anderson). В 2 случаях были переломов типа I и в 2 случаях типа II по классификации PFL-TN. Стоит отметить, что у всех 4 пациентов рассверливание костномозгового канала не производилось. Во всех случаях

консолидация перелома была достигнута к сроку 12 недель после выполнения динамизации интрамедуллярного штифта.

В группе 2 замедленная консолидация перелома наблюдалась у 2 пациентов (5.13%). У 1 пациента имелся открытый перелома тип II по классификации Gustilo-Anderson, тип IB PFL-TN. У второго пациента был закрытый перелом типа IIB PFL-TN. Стоит отметить, что в одном случае рассверливание костномозгового канала не производилось. Во обоих случаях консолидация перелома была достигнута к сроку 12 недель после выполнения динамизации интрамедуллярного штифта.

У 2 пациентов (5.56%) группы 1 наблюдалось асептическое несращение перелома, причем в обоих случаях у пациентов с открытыми оскольчатыми переломами типа II по классификации Gustilo-Anderson. Рассверливание костномозгового канала выполнялось у 1 пациента. Первому пациенту с сегментарным оскольчатым переломом типа IICs через 26 недель после операции было произведено удаление интрамедуллярного штифта, рассверливание костномозгового и остеосинтез штифтом более толстой версии. Консолидация перелома достигнута через 6 недель после повторной операции. Второму пациенту с оскольчатым переломом типа IIIC PFL-TN было произведено удаление интрамедуллярного штифта и остеосинтез аппаратом Илизарова через 24 недели. Консолидация перелома была достигнута через 14 недель после повторной операции, срок ношения аппарата Илизарова составил 20 недель.

В группе 2 асептическое несращение наблюдалось у 1 пациента с открытым сегментарным переломом типа II по классификации Gustilo-Anderson, тип IBs по классификации PFL-TN. При первичном остеосинтезе у данного пациента производилось рассверливание костномозгового канала. Через 7 месяцев пациенту выполнено ревизионное оперативное вмешательство – удаление металлоконструкции, рассверливание костномозгового канала, остеосинтез большеберцовой кости штифтом большего диаметра. Консолидация перелома отмечена через 10 недель после операции.

Качество репозиции

Из 36 пациентов группы 1 доступных послеоперационному наблюдению, у 11 пациентов (30.56%) отмечалась неприемлемая репозиция (Рисунок 59). В 1 случае неприемлемая репозиция была расценена как показание к ревизионному остеосинтезу в раннем послеоперационном периоде. Данному пациенту было выполнено удаление интрамедуллярного штифта и остеосинтез аппаратом Илизарова на 5-е сутки после первой операции (Рисунок 59Б). Консолидация перелома в правильном положении отмечена к сроку 14 недель. Консолидация в неправильном положении отмечена у 7 пациентов. У 2 пациентов отмечена потеря фиксации в срок от 6 до 14 недель, а у 1 – несращение перелома к сроку 6 месяцев. Во всех 3 случаях выполнен ревизионный остеосинтез – в 2 случаях остеосинтез аппаратом Илизарова с постепенным устранением деформации привел к достижению консолидации перелома в правильном положении, а в 1 случае после двух ревизионных операций через 1 год после добиться консолидации не удалось. В группе 2 во всех 38 случаях наблюдалась приемлемая репозиция.

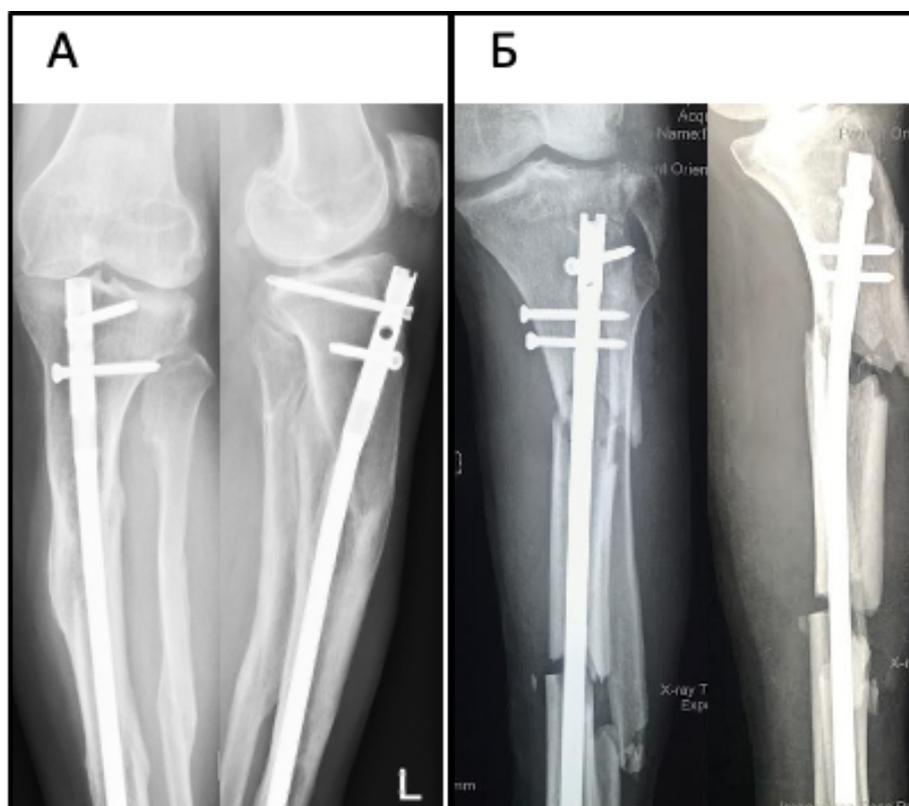


Рисунок 59 - Перелом тип IB PFL-TN, сросшийся с вальгусной и антекурвационной деформацией (А); Перелом типа тип IBs PFL-TN – некорректная репозиция перелома, требующая ревизионного остеосинтеза (Б)

Потеря стабильности фиксации

У 4 пациентов (11.11%) группы 1 произошла потеря стабильности фиксации и вторичное смещение отломков в сроки от 6 до 14 недель. В 3 случаях данное осложнение являлось следствием нестабильной фиксации проксимального отломка при первичном остеосинтезе и в 1 случае следствием поломки проксимальных блокирующих винтов (Рисунок 60). В 2 случаях выполнено удаление интрамедуллярного штифта и остеосинтез двумя блокируемыми пластинами с применением методики костной пластики, в 1 случае удаление штифта и остеосинтез аппаратом Илизарова и в 1 случае удаление штифта, рассверливание костномозгового канала и реостеосинтез штифтом более толстого диаметра. В 3 случаях удалось достичь консолидации перелома в срок от 12 до 18 недель после повторной операции. В группе 2 случаев потери стабильности фиксации не наблюдалось.



Рисунок 60 - Несращение перелома, связанное потерей стабильности фиксации в результате поломки блокирующих винтов. Использование штифта и винтов большего диаметра позволили бы предотвратить развитие данного осложнения

Глубокая инфекция

Развитие глубокой инфекции было отмечено у 2 пациентов группы 1. У одного пациента с открытым оскольчатым сегментарным переломом типа ШВ (Gustilo-Anderson), ПСs (PFL-TN) через 8 недель после купирования поверхностной инфекции было отмечено развитие хронического остеомиелита. Было произведено удаление металлоконструкции, концевая резекция костных отломков и костный транспорт с помощью аппарата Илизарова. Данному пациенту понадобилось выполнение четырех операций, прежде чем добиться консолидации перелома. Консолидация перелома достигнута к сроку 36 недель после операции, фиксация аппаратом Илизарова продолжалась более 1 года.

Еще у 1 пациента (2.78%) с открытым переломом типа ШВ (Gustilo-Anderson), ШВs (PFL-TN) через 6 месяцев после ревизионного остеосинтеза 2 пластинами не было отмечено признаков консолидации. Данному пациенту установлен диагноз “хронический остеомиелит”, произведено удаление пластин, концевая резекция отломков области инфицированного ложного сустава, остеосинтез аппаратом Илизарова. На момент последнего осмотра прошло 3 месяца после остеосинтеза аппаратом Илизарова, однако однозначных признаков консолидации на контрольных рентгенограммах отмечено не было.

В группе 2 наблюдался 1 случай развития глубокой инфекции у пациента с открытым сегментарным переломом типа ШВ (Gustilo-Anderson), ПСs (PFL-TN). Через 4 недели после операции произведено удаление интрамедуллярного штифта, санация гнойного очага, краевая резекция костных отломков и остеосинтез аппаратом Илизарова с последующим удлинением большеберцовой кости методом дистракционного остеогенеза. Консолидация перелома отмечена через 14 недель, срок ношения аппарата Илизарова – 22 недели.

На рисунке 61 представлено сравнение групп 1 и 2 по частоте развития отдаленных осложнений. При наличии у одного пациента более одного осложнения, осложнением считалось первое развившееся. Как видно из представленной диаграммы в группе 1 сращение в правильном положении без осложнений отмечалось только у 50% пациентов, а в группе 2 у 90% пациентов.

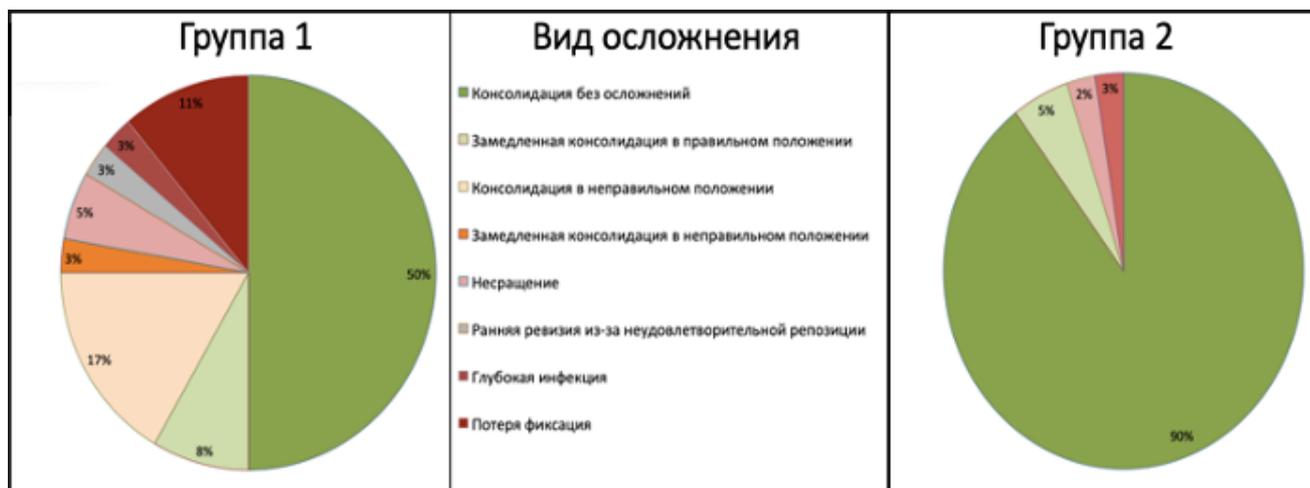


Рисунок 61 - Результаты лечения переломов проксимального отдела большеберцовой кости в группах 1 и 2

Дополнительные операции

Таким образом, в группе 1 для достижения консолидации переломов у 11 пациентов (30.56%) потребовалась выполнение дополнительного оперативного вмешательства. В 4 случаях (11.11%) потребовалось выполнение динамизации интрамедуллярного штифта, а в 7 случаях (19.44%) – выполнение полноценной ревизионной операции с заменой интрамедуллярного штифта. В 9 случаях удалось достичь консолидации перелома после одной операции, у 1 пациента с развившемся хроническим остеомиелитом большеберцовой кости потребовалось выполнение 4 операций для достижения консолидации перелома, а у 1 пациента после двух ревизионных операций признаков консолидации в срок 1 год после травмы добиться не удалось.

В группе 2 для достижения консолидации переломов у 4 пациентов (10.26%) потребовалась выполнение дополнительного оперативного вмешательства. В 2 случаях (5.13%) потребовалось выполнение динамизации интрамедуллярного штифта, в 2 случаях (5.13%) – выполнение полноценной ревизионной операции с заменой внутреннего фиксатора. Во всех случаях добиться консолидации удалось после одного оперативного вмешательства.

Всего в группе 1 понадобилось выполнение 15 дополнительных оперативных вмешательств у 11 пациентов из 36 в течение первого года после первой операции (0.42 операции на один случай). Стоит отметить, что консолидации перелома

удалось достичь у 10 из 11 пациентов. В группе 2 понадобилось выполнение 4 оперативных вмешательств у 4 пациентов (0.1 операция на один случай). Во всех случаях удалось добиться консолидации перелома.

Таким образом введение алгоритма позволило сократить количество отдаленных осложнений более чем в 5 раз (с 0.53 до 0.1) ($p=0.00723$), а количество необходимых дополнительных оперативных вмешательств более чем в 4 раза (с 0.42 до 0.1) ($p=0.03070$),

В таблице 25 представлен сравнительный анализ среднесрочных результатов лечения пациентов в группах 1 и 2.

Таблица 25 - Сравнение групп 1 и 2 по частоте поздних осложнений и необходимости выполнения дополнительных оперативных вмешательств

Осложнение	Группа 1	Группа 2	p-value
Консолидация в неправильном положении	6 (16.7%)	0	
Замедленная консолидация в правильном положении	3 (8.3%)	2 (5.1%)	
Замедленная консолидация в неправильном положении	1 (2.8%)	1 (2.6%)	
Асептическое несращение	2 (5.6%)		
Нестабильность фиксации	4 (11.1%)	0	
Глубокая инфекция	2 (5.6%)	1 (2.6%)	
Всего	19	4	
Дополнительные операции	15	4	0.03070

Послеоперационная реабилитация

После операции всем пациентам групп 1 и 2 рекомендовано использовать дополнительные средства опоры, такие как костыли или ходунки. По мере уменьшения болевого синдрома и увеличения нагрузки на оперированную конечность пациентам рекомендовано использование трости, а затем полный отказ от дополнительных средств опоры. Сроки начала нагрузки на ногу зависели от характера перелома, качества костной ткани, стабильности фиксации, а также характера сопутствующих повреждений. В группе 1 анализ сроков отказа от дополнительных средств опоры проводился на основе ретроспективных данных, полученных при опросе пациентов.

Через 6 недель после операции все пациенты групп 1 и 2 использовали дополнительные средства опоры. К этому моменту 8 пациентов (22.22%) группы 1 и 11 пациентов (28.21%) группы 2 давали полную нагрузку на оперированную конечность и использовали трость в качестве дополнительного средства опоры. Разница между группами на этом сроке статистически незначима ($p=0.55171$).

Через 10 недель после операции 12 пациентов (33.33%) группы 1 и 9 пациентов (23.08%) группы использовали костыли или ходунки в качестве дополнительных средств опоры, 17 пациентов (47.22%) группы 1 и 20 пациентов (51.28%) группы 2 использовали трость, а 7 пациентов (19.44%) группы 1 и 10 пациентов (25.64%) группы 2 передвигались без дополнительных средств опоры. Разница между группами на этом сроке статистически незначима ($p=0.58189$).

Через 14 недель после операции 8 пациентов (22.22%) группы 1 и 1 пациент (2.56%) группы использовали костыли или ходунки в качестве дополнительных средств опоры, 6 пациентов (16.67%) группы 1 и 12 пациентов (30.77%) группы 2 использовали трость, а 22 пациента (61.11%) группы 1 и 16 пациентов (66.67%) группы 2 передвигались без дополнительных средств опоры. Разница между группами на этом сроке статистически значима ($p=0.0216$).

Через 6 месяцев после операции в группе 1 костыли использовали 2 пациента (5.56%), трость – 1 пациент (2.78%), а 33 пациента (91.67%) передвигались без дополнительных средств опоры. Через год после операции с применением дополнительных средств опоры передвигался только 1 пациент, у которого продолжалось лечение ложного сустава большеберцовой кости в аппарате Илизарова.

Через 4 месяца после операции у пациентки 68 лет произошел ишемический инсульт с развитием параплегии. В связи с этим пациентка была исключена из группы наблюдения. Все остальные пациенты (38 пациентов) через 6 месяцев после операции передвигались без дополнительных средств опоры.

Средний срок отказа от костылей в группе 1 составил 11.67 ± 1.02 недели, а в группе 2 – 8.77 ± 0.5 . Разница между группами статистически значима ($p=0.01694$). Средний срок отказа от дополнительных средств опоры в группе 1 составил

16.29±1.3 недели, а в группе 2 – 13.53±0.65. Разница между группами на этом сроке статистически значима ($p=0.02807$) (рисунок 62).



Рисунок 62 - Использование дополнительных средств опоры в группах 1 и 2 на различных сроках

Оценка качества жизни и функционального статуса конечности

При оценке качества жизни использовались шкалы физическое функционирование (Physical Functioning — PF), ролевое функционирование (Role-Physical Functioning — RP) и интенсивность боли (Bodily pain — BP) опросника SF-36. Для группы 1 оценка производилась через 1 год и более после травмы, для группы 2 производилась динамическая оценка показателей на каждом контрольном осмотре.

Показатели физического функционирования в группе 1 через 1 год после травмы составили 77.5±1.88 баллов, а в группе 2 – 86.71±2.03 баллов, разница между группами статистически достоверна ($p=0.00072$). Показатели ролевого функционирования в группе 1 через 1 год после травмы составили 81.25±1.88 баллов, а в группе 2 – 86.84±2.26, разница между группами статистически достоверна ($p=0.00116$). Показатели интенсивности боли в группе 1 составили 85.06±2.05 баллов, а в группе 2 – 86.05±2.22, разница между группами статистически

не значима ($p=0.37323$). Стоит отметить, что в группе 1 у 26 пациентов (72.22%) сохранялись болевые ощущения через 1 год после травмы, а в группе 2 у 19 пациентов (50%).

Функциональный статус конечности оценивался по шкале LEFS. В группе 1 средние показатели функции конечности составили $83.58 \pm 1.87\%$, а в группе 2 – $93.29 \pm 1.23\%$, разница между группами статистически достоверна ($p=0.00002$).

На рисунке 63 представлена диаграмма динамического изменения средних показателей качества жизни и функции конечности в группе 2 на сроках 2, 6, 10, 14, 24, 48 недель после операции.

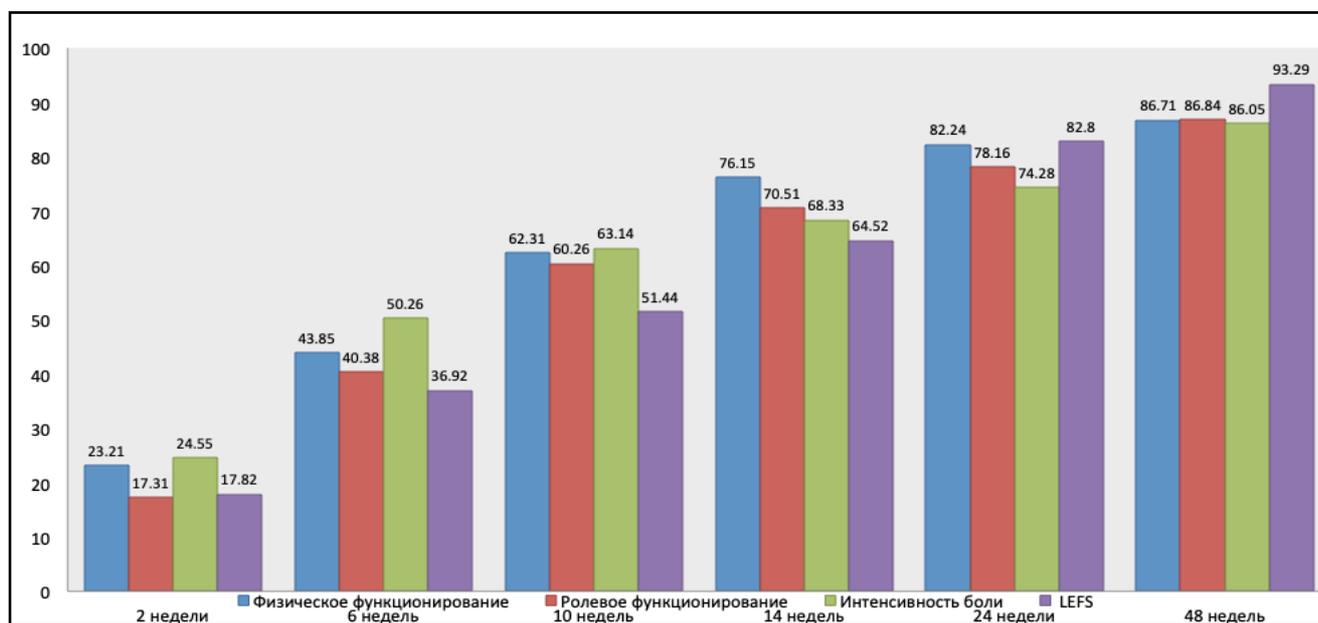


Рисунок 63 - Диаграмма изменения средних показателей качества жизни и функции конечности у пациентов группы 2 в течение 1 года после операции

5.5 Анализ ошибок и осложнений

Проведенный анализ показал, что ошибки, допущенные во время выполнения интрамедуллярного остеосинтеза, повышают риски развития осложнений. Мы выделяли следующие виды ошибок: 1 – Ошибки фиксации, 2 – Ошибки репозиции.

К ошибкам фиксации мы относили ошибки, связанные с выбором штифта соответствующего дизайна, приводящие к интраоперационным проблемам при выполнении репозиции и недостаточной жесткости фиксации перелома. В группе 1 мы наблюдали 19 ошибок такого рода у 17 пациентов (39.53%): в 3 случаях был

выбран штифт с изгибом Герцога дистальной линии перелома, в 4 случаях выбранный дизайн штифта позволил выполнить проксимальное блокирование только 2 винтами, в 12 случаях был выбран штифт маленького диаметра. Из 12 пациентов, которые являлись на контрольные осмотры, в 5 случаях (41.7%) понадобилось выполнение дополнительного оперативного вмешательства для достижения консолидации перелома. Из оставшихся 24 пациентов доступных послеоперационному наблюдению, при лечении которых не было допущено ошибок фиксации, дополнительное оперативное вмешательство для достижения консолидации перелома было выполнено в 6 случаях (25%). Из 4 пациентов, у которых проксимальное блокирование перелома типа III выполнялось 2 винтами, вторичная потеря репозиции произошла в 3 случаях (75%). В группе 2 при выборе интрамедуллярного штифта мы следовали разработанному алгоритму, позволившему полностью исключить данный тип ошибок.

К ошибкам репозиции мы относили технические ошибки, которые приводили к сохранением смещения на послеоперационных снимках. В группе 1 в 13 случаях (30,23%) наблюдались грубые ошибки, которые привели к неприемлемой репозиции, в 23 случаях наблюдались ошибки, при которых сохранялось допустимое остаточное смещение. Отличная репозиция была достигнута только у 7 пациентов. Анализ причин достижения неидеальной репозиции в группе 1 проводился ретроспективно на основе послеоперационных рентгенограмм и протоколов операции.

Наиболее частой технической ошибкой являлось недооценка деформирующих сил, действующих на отломки. Из 13 пациентов, у которых была достигнута неудовлетворительная репозиция в 10 случаях (76.92%) был использован инфрапателлярный доступа без применения репозиционного устройства, нейтрализующего действие смещающих сил при сгибании коленного сустава, из 23 пациентов с приемлемой, но не оптимальной репозицией, инфрапателлярный доступ был использован у 13 пациентов (56.52%). Из 7 пациентов с отличной репозицией, инфрапателлярный доступ был использован в 3 случаях (42.86%). Полученный опыт и результаты использования инфрапателлярного доступа в группе 2 позволяют сделать вывод о том, что применение фиксатор-ассистированного остеосинтеза

позволяет повысить качество репозиции при использовании интрамедуллярного остеосинтеза на согнутом коленном суставе.

Оценить ошибки при использовании поллерных винтов и спиц не представлялось возможным ввиду ретроспективного характера анализа. Однако, полученный опыт позволяет сделать вывод о том, что грамотное использование этого метода могло бы улучшить качество репозиции в группе 1.

Заключение

В проведенной работе была продемонстрирована актуальность проблемы лечения переломов верхней трети большеберцовой кости. Основываясь на проведенном анализе литературы, можно сделать вывод, что интрамедуллярный остеосинтез внесуставных переломов верхней трети большеберцовой кости имеет существенные преимущества над другими методами лечения как с биологической, так и с биомеханической точек зрения. Тем не менее, выполнение интрамедуллярного остеосинтеза при таких переломах требует применения специальных хирургических приемов достижения и поддержания репозиции, игнорирование которых приводит к неудовлетворительным результатам, что было продемонстрировано в ходе проведенного ретроспективного анализа результатов лечения пациентов с данным типом переломов.

Хотя в литературе описано множество хирургических приемов, позволяющих улучшить репозицию при интрамедуллярном остеосинтезе, на настоящий момент не существует систематического подхода к выбору того или иного метода в зависимости от типа перелома. Так же стоит отметить, что в литературе практически нет публикаций, посвященных сравнению эффективности и встречающихся технических трудностей, связанных с различными способами достижения репозиции. Особое внимание стоит уделить проблеме отсутствия клинической классификации таких переломов, учитывающей как морфологию перелома, так и длину проксимального отломка, оказывающих решающее значение при выборе оперативного метода лечения, дизайна используемого интрамедуллярного фиксатора, методов достижения и поддержания репозиции.

Для оценки влияния длины проксимального отломка на стабильность фиксации, а также для выявления наиболее стабильных вариантов фиксации при различных типах переломов мы провели биомеханическое исследование на пластиковых моделях большеберцовой кости. Проведенный эксперимент показал, что при одинаковых вариантах блокирования штифта, чем больше длина проксимального

отломка, тем выше жесткость фиксации. При длине проксимального отломка 45мм использование трех блокирующих винтов в комбинации с поллерными винтами позволяет добиться наиболее жесткой фиксации, при длине проксимального отломка 60мм использование четырех блокирующих винтов в комбинации с поллерными винтами позволяет добиться наиболее жесткой фиксации, а при длине проксимального отломка 90мм достаточно использования четырех блокирующих винтов. Полученные результаты послужили основой для разработки рекомендаций по методам фиксации проксимального отломка различной длины при интрамедуллярном остеосинтезе переломов верхней трети большеберцовой кости и явилось основанием для их применения в клинической практике.

На основании проведенного исследования разработана классификация внесуставных переломов верхней трети большеберцовой кости (Классификация PFL-TN). Предложенная классификация включает в себя все типы внесуставных переломов верхней трети большеберцовой кости. Согласно данной классификации, мы выделяем 4 типа переломов. Переломы типа IV имеют слишком короткий проксимальный отломок (менее 35мм) для его стабильной фиксации с помощью существующих интрамедуллярных фиксаторов, поэтому интрамедуллярный остеосинтез таких переломов не рекомендуется. Переломы типа III имеют короткий проксимальный отломок (35-45мм), и их стабильная фиксация возможна только при использовании специализированных штифтов, позволяющих провести три проксимальных блокирующих винта в комбинации с поллерными винтами. Переломы типа II имеют достаточную длину проксимального отломка (45-90мм) для проведения четырех блокирующих винтов при использовании специализированных интрамедуллярных фиксаторов. Переломы типа I (длина проксимального отломка - 90-120мм) относятся к переломам верхней трети диафиза большеберцовой кости. Жесткость фиксации таких переломов тремя блокирующими винтами достаточна и сопоставима с жесткостью фиксации диафизарных переломов, интрамедуллярный остеосинтез которых признан «золотым стандартом».

Таким, образом классификация PFL-TN позволяет определить показания к интрамедуллярному остеосинтезу большеберцовой кости, выбрать фиксатор

подходящего дизайна и наиболее оптимальную комбинацию поллерных и блокирующих винтов в зависимости от длины проксимального отломка и типа перелома. В связи с вышеперечисленным, данная классификация может считаться клинической и позволяет улучшить результаты лечения пациентов с переломами верхней трети большеберцовой кости, что было доказано в ходе проспективного клинического исследования.

На основании проведенного литературного обзора, ретроспективного анализа результатов лечения и биомеханического исследования был разработан алгоритм проведения предоперационного планирования и выполнении интрамедуллярного остеосинтеза при различных типах внесуставных переломов верхней трети большеберцовой кости.

Предложенная классификация и алгоритм были апробированы в ходе проспективного клинического исследования и внедрены в клиническую практику. Мы сравнили полученные в ходе проспективного исследования результаты с результатами лечения пациентов ретроспективной группы с переломами данной локализации. В основную (проспективную) группу вошло 42 пациента, а в группу сравнения (ретроспективную) вошло 43 пациента. Проведенный анализ показал, что обе группы сопоставимы по демографическим показателям, механизму травмы, типам переломов и сопутствующим заболеваниям.

При анализе результатов лечения была проведена оценка таких критериев, как продолжительность хирургического вмешательства, качество достигнутой репозиции, частота развития осложнений в раннем и отдаленном послеоперационном периоде, сроки сращения перелома, частота выполнения повторных оперативных вмешательств, динамика улучшения функциональных результатов и качества жизни пациентов в течение первого года после оперативного вмешательства. Для проведения оценки качества репозиции была предложена балльная шкала оценки качества репозиции, основанная на общепринятых пороговых значениях допустимого смещения при лечении диафизарных переломов большеберцовой кости.

В ходе исследования была обоснована эффективность разработанной нами методики выполнения фиксатор-ассистированного интрамедуллярного остеосинтеза переломов верхней трети большеберцовой кости, которая была использована при лечении 68.7% пациентов. Эффективность данной методики становится особенно очевидной и при использовании доступов со сгибанием коленного сустава. Проведенный анализ показал, что использование репозиционного аппарата наружной фиксации позволяет повысить вероятность достижения отличной репозиции при интрамедуллярном остеосинтезе внесуставных переломов верхней трети большеберцовой кости через инфрапателлярный доступ более чем в 6 раз.

На клиническом материале продемонстрирована эффективность выполнения интрамедуллярного остеосинтеза с применением хирургических доступов на полуразогнутом коленном суставе. Проведенный анализ показал, что использование доступа на полуразогнутом коленном суставе позволяет добиться лучшей репозиции, чем при использовании доступа со сгибанием коленного сустава ($p < 0.05$).

Проведенный анализ показал, что введение предложенного протокола позволило снизить количество оперативных вмешательств с неприемлемым качеством репозиции с 30 до 0%, при этом увеличить количество операций с отличным качеством репозиции с 16 до 76%. Улучшение качества репозиции в основной группе статистически значимо ($p < 0.05$) и отмечено при всех типах переломов (типы I-III PFL-TN).

Использование хирургических доступов на полуразогнутом коленном суставе позволяет упростить выполнение интрамедуллярного остеосинтеза переломов верхней трети большеберцовой кости. Проведенное исследование показало, что выполнение таких доступов позволило сократить продолжительность оперативного вмешательства в обеих группах ($p < 0.05$). Качество репозиции при использовании доступов на полуразогнутом коленном суставе в обеих группах достоверно лучше, чем при использовании доступов на согнутом коленном суставе ($p < 0.05$). Проведенное исследование показало, что использование супрапателлярного доступа сопряжено с более быстрой регрессией болевого синдрома по сравнению с инфра- и

парапателлярным доступами. Разница статистически достоверна на 5-е и 14-е сутки с момента операции ($p < 0.05$).

Применение аппарата наружной фиксации в качестве репозиционного устройства при интрамедуллярном остеосинтезе внесуставных переломов верхней трети большеберцовой кости остеосинтеза так же является эффективным методом, позволяющих улучшить результаты репозиции. Качество репозиции у 32 пациентов группы 2, которым был выполнен ФАИМО достоверно лучше, чем у пациентов группы 1, которым ФАИМО не выполнялся ($p < 0.05$). Стоит отметить, что проведенное исследование не позволило выявить достоверной разницы в качестве репозиции у пациентов группы 2 с применением ФАИМО и без. Данное наблюдение объясняется эффективностью разработанного алгоритма интрамедуллярного остеосинтеза, позволяющего добиваться отличной репозиции и с помощью других методов репозиции.

Введение предложенного алгоритма позволило уменьшить продолжительность оперативного вмешательства с 93.49 ± 4.05 минут до 82.98 ± 2.84 минут ($p < 0.05$). Кроме того, проведенный анализ показал, что общее количество осложнений связанных с оперативным вмешательством в раннем послеоперационном периоде снизилось с 18.6% до 4.76% ($p < 0.05$), причем общее количество осложнений связанных с техникой выполнения интрамедуллярного остеосинтеза снизилось с 11.63% до 0%.

Для оценки отдаленных результатов лечения были доступны 36 пациентов (83.7%) группы 1 и 39 пациентов (92.9%) группы 2. Использование разработанного алгоритма позволило улучшить отдаленные результаты лечения пациентов с внесуставными переломами верхней трети большеберцовой кости. Средний срок консолидации перелома снизился с 16.22 до 13.76 недель ($p < 0.05$). Замедленная консолидация и несращение переломов в группе 1 встречалась в 2 раза чаще, чем в группе 2. Разница между группами статистически не значима, что объясняется низкой частотой описанных осложнений и недостаточной выборкой для проведения статистического анализа. Через 1 год после операции консолидация перелома

отмечена у 97.2% пациентов группы 1 и у всех пациентов группы 2, явившихся на контрольный осмотр.

Сращение перелома в правильном положении без осложнений отмечено у 50% пациентов группы 1 и у 90% пациентов группы 2. Введение алгоритма интрамедуллярного остеосинтеза позволило сократить количество отдаленных осложнений более чем в 5 раз ($p<0.05$), а количество необходимых дополнительных оперативных вмешательств более чем в 4 раза ($p<0.05$),

Внедрение алгоритма интрамедуллярного остеосинтеза внесуставных переломов верхней трети большеберцовой кости позволило ускорить процесс реабилитации, что отчетливо видно по срокам отказа пациентов от дополнительных средств опоры. Средний срок отказа от костылей снизился 11.67 недель до 8.77 ($p<0.05$), а срок полного отказа от дополнительных средств опоры уменьшился с 16.29 до 13.53 недель ($p<0.05$).

При оценке качества жизни пациентов через 1 год после операции с использованием опросника SF-36 отмечены лучшие результаты в группе 2 по показателям физическое функционирование и ролевое функционирование ($p<0.05$). Однако, достоверной разницы между группами по показателю интенсивности болевого синдрома отмечено не было. При оценке функционального статуса конечности по шкале LEFS в группе 2 отмечены лучшие функциональные результаты ($p<0.05$).

Проведенный анализ показал, что ошибки, допущенные во время выполнения интрамедуллярного остеосинтеза, повышают риски развития осложнений. Мы выделяли следующие виды ошибок: 1 – Ошибки репозиции, 2 – Ошибки фиксации.

Использование специальных хирургических приемов, позволяет избежать технических ошибок, приводящих к неудовлетворительной репозиции перелома. Проведение интрамедуллярного остеосинтеза на полуразогнутом коленном суставе и фиксатор-ассистированного интрамедуллярного остеосинтеза позволяет нейтрализовать действие деформирующих сил на отломки, что является ключевым фактором при выполнении репозиции переломов верхней трети большеберцовой кости. Использование данных методик в комбинации с применением поллерных

спиц позволяют избежать неудовлетворительной репозиции при интрамедуллярном остеосинтезе данной группы переломов.

В ходе проведенного исследования было доказано, что использование предложенного алгоритма помогает избежать ошибок, связанных с выбором штифта и недостаточной фиксацией проксимального отломка. Следование алгоритму позволяет снизить риск возникновения таких проблем, как неудовлетворительная репозиция перелома, нестабильность фиксации, замедленная консолидация и несращение перелома. Более того, стабильная фиксация является необходимым условием для снижения риска развития инфекционных осложнений, особенно при открытых переломах.

Проведенная работа показала, что несмотря на техническую сложность выполнения интрамедуллярного остеосинтеза, использование разработанного алгоритма, учитывающего длину проксимального отломка, морфологию перелома, качество костной ткани и особенности используемых интрамедуллярных фиксаторов, а так же применение наиболее эффективных приемов репозиции, позволяют снизить количество осложнений и добиться отличных клинических результатов при лечении пациентов с внесуставными переломами проксимального отдела большеберцовой кости

Выводы

1. У 50% пациентов ретроспективной группы наблюдались осложнения при интрамедуллярном остеосинтезе внесуставных переломов верхней трети большеберцовой кости. Удовлетворительной репозиции не удалось добиться у 30.23% пациентов, а стабильной фиксации перелома у 39.53% пациентов. Высокая частота осложнений обусловлена техническими сложностями при выполнении интрамедуллярного остеосинтеза переломов данной локализации без применения специальных хирургических приемов.
2. При одинаковых вариантах блокирования штифта, чем больше длина проксимального отломка, тем выше жесткость фиксации при интрамедуллярном остеосинтезе переломов верхней трети большеберцовой кости. Использование как минимум трех блокирующих винтов в комбинации с поллерными винтами позволяет добиться наиболее жесткой фиксации, что особенно важно при короткой длине проксимального отломка
3. Разработанная классификация внесуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости и основанный на ней алгоритм интрамедуллярного остеосинтеза позволяет проводить предоперационное планирование и определять протокол послеоперационной реабилитации
4. Предложенная техника фиксатор-ассистированного интрамедуллярного остеосинтеза на основе тубулярного аппарата наружной фиксации является простым и эффективным методом, позволяющим выполнять адекватную репозицию и успешно сохранять ее во время проведения интрамедуллярного остеосинтеза переломов верхней трети большеберцовой кости. При выполнении интрамедуллярного остеосинтеза через инфрапателлярный доступ после внедрения техники фиксатор-ассистированного остеосинтеза количество пациентов с отличной репозицией увеличилось с 11.54% до 71.43%.
5. Разработанный алгоритм интрамедуллярного остеосинтеза позволяет оптимизировать подходы к выбору методов выполнения репозиции и достижения стабильной фиксации, за счет чего удалось сократить количество

поздних осложнений более чем в 5 раз, а количество необходимых дополнительных оперативных вмешательств более чем в 4 раза по сравнению с ретроспективной группой. Введение предложенного алгоритма позволило улучшить функциональные результаты лечения пациентов через 1 год после операции с 83.58 до 93.29% по шкале LEFS, и качество жизни пациентов с 79.38 до 86.78 баллов по показателям физического и ролевого функционирования по шкале SF-36.

Практические рекомендации

1. Применение интрамедуллярного остеосинтеза при внесуставных переломах верхней трети большеберцовой кости рекомендовано только в том случае, если в проксимальный отломок возможно ввести как минимум три блокирующих винта.
2. При переломах типов II и III по классификации PFL-TN рекомендовано использование специализированных штифтов для проксимального отдела большеберцовой кости. Стоит отдавать предпочтение таким штифтам, у которых угол Герцога располагается проксимальнее линии перелома большеберцовой кости.
3. Проксимальное блокирование должно быть выполнено минимум тремя винтами при переломах типа III PFL-TN, четырьмя винтами при переломах типа II PFL-TN. При переломах типа I PFL-TN достаточно использовать трех блокирующих винтов. У пациентов с остеопорозом рекомендовано использовать максимально возможное количество проксимальных блокирующих винтов при всех типах переломов, при этом предпочтение стоит отдавать винтам с угловой стабильностью.
4. В большинстве случаев рекомендовано использование штифтов большого диаметра (не менее 10мм) с рассверливанием костномозгового канала. У пациентов с широким костномозговым каналом рекомендовано использование штифтов максимального диаметра. При открытых переломах с тяжелым повреждением мягких тканей выполнение рассверливания костномозгового канала не рекомендовано.
5. Интрамедуллярный остеосинтез внесуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости предпочтительнее выполнять из доступов на полурасогнутом коленном суставе. При переломах подтипа C PFL-TN или невозможности выполнения остеосинтеза на полурасогнутом коленном суставе рекомендовано выполнение фиксатор-ассистированного остеосинтеза с использованием внешних репозиционных устройств.

6. Поллерные спицы рекомендовано использовать при интрамедуллярном остеосинтезе всех типов переломов верхней трети большеберцовой кости со стороны предполагаемой деформации во фронтальной и сагиттальной плоскостях вне зависимости от качества достигаемой репозиции до введения штифта. Введение поллерных винтов обязательно при переломах III типа по классификации PFL-TN, рекомендовано в ряде случаев при переломах II типа и не показано при переломах I типа.
7. При выполнении интрамедуллярного остеосинтеза переломов проксимального отдела большеберцовой кости в соответствии с разработанным алгоритмом, в послеоперационном периоде рекомендовано начать раннюю разработку движений в коленном и голеностопном суставах, в течение первых 6 недель разрешить пациентам с переломами I, II и IIIА типов полную нагрузку на оперированную конечность, а пациентам с переломами типов IIIВ и IIIС, а также с остеопорозом – раннюю дозированную нагрузку до 20 кг. При наличии сопутствующих повреждений и заболеваний, усложняющих реабилитацию, особенно у пациентов с остеопорозом и переломами типов IIIВ и IIIС, решение о сроках начала нагрузки на ногу должно приниматься в индивидуальном порядке.

Список сокращений и условных обозначений

ВППОБК – внесуставные переломы проксимального отдела большеберцовой кости

Классификация PFL-TN – классификация внесуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости для планирования интрамедуллярного остеосинтеза

АО - Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (пер. с нем. рабочая группа по вопросам изучения остеосинтеза)

АНФ – аппарат наружной фиксации

ASLS - Angular Stable Locking System (система блокирования с угловой стабильностью)

ИПК – индивидуальная регистрационная карта

ATLS – Advanced Trauma Life Support (международный протокол оказания помощи пациентам с сочетанной травмой)

aLPTA – anatomical lateral proximal tibial angle (анатомический латеральный проксимальный суставно-диафизарный угол большеберцовой кости)

aPPTA - anatomical posterior proximal tibial angle (анатомический задний проксимальный суставно-диафизарный угол большеберцовой кости)

UTN – Unreamed Tibial Nail (большеберцовый штифт фирмы «Synthes»)

ETN – Expert Tibial Nail (большеберцовый штифт «Эксперт» фирмы «Synthes»)

SN Trigen KneeNail – Smith and Nephew Trigen KneeNail (универсальный большеберцовый/ретроградный бедренный штифт «Трайген НиНеил» фирмы «Smith&Nephew»)

SN Trigen MetaNail - Smith and Nephew Trigen MetaNail (большеберцовый штифт «Трайген МетаНеил» фирмы «Smith&Nephew»)

DC Tibial Nail – большеберцовый штифт фирмы ДиСи

ФАИМО – фиксатор-ассистированный интрамедуллярный остеосинтез

ВАШ – визуальная аналоговая шкала

Список литературы

1. Анкин Л.Н. Практическая травматология. Европейские стандарты диагностики и лечения. Москва: Книга плюс. 2002. – 480 с.
2. Бекреев Д.А. Закрытый интрамедуллярный остеосинтез при лечении больных с переломами верхней трети большеберцовой кости и их последствиями: автореферат дис. ... канд. мед. наук – Уфа, 2012 – 22 с.
3. Беленький И.Г., Кочиш А.Ю., Кислицын М.А. Переломы мыщелков большеберцовой кости: современные подходы к лечению и хирургические доступы (обзор литературы). Гений ортопедии. 2016;4:114-122.
4. Беляков А.А. Отдаленные исходы лечения больных с переломами диафиза костей голени. Ортопедия, травматология и протезирование. 1980;10:38-41.
5. Блаженков А.Н., Куринный С.Н., Муханов М.Л., Афаунов А.А. Клиническое наблюдение успешного лечения пострадавшей с политравмой и открытым переломом костей левой голени в верхней трети ШВ типа по Gustilo-Anderson. Политравма, №1, Март 2019:70-74
6. Бондаренко А.В., Плотников И.А., Гусейнов Р.Г. Лечение посттравматических дефектов диафиза большеберцовой кости методом комбинированного последовательного билокального и блокирующего остеосинтеза. Политравма, №1, Март 2020:23-30
7. Воронкевич И.А. Переломы проксимального эпифиза большеберцовой кости и технические возможности современного погружного остеосинтеза. Травматология и ортопедия России 2004;1:68-75.
8. Воронкевич И.А. Остеосинтез переломов мыщелков большеберцовой кости в экстренном порядке с использованием пластин отечественного производства. Травматология и ортопедия России, 2011;1: 87-91.
9. Гусейнов А.Г. Способы оптимизации лечения диафизарных переломов костей голени методом Илизарова. Сборник тезисов всероссийской научно-практической конференции «Современные технологии в травматологии и ортопедии». Москва, 2005:113-114

10. Иванов П.А. Лечение открытых переломов длинных костей конечностей у пострадавших с множественной и сочетанной травмой: автореферат дис. ... докт. мед. наук – Москва, 2009 – 47 с.
11. Кавалерский Г.М., Якимов Л.А., Кашеев А.А., Калинин Е.Б., Калинин Б.М., Кашеев Г.А. Применение способа интраоперационной репозиции и интрамедуллярного остеосинтеза переломов дистального метафиза большеберцовой кости. Кафедра травматологии и ортопедии. 2015. №2(14). с.4-7
12. Каплунов О.А. Чрескостный остеосинтез по Илизарову в травматологии и ортопедии. Москва: ГЭОТАР-МЕД, 2002. 304 с.
13. Ключевский, В.В. Хирургия повреждений (издание второе). Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати». 2004.
14. Ключевский В.В. Скелетное вытяжение. Ленинград: Медицина. 1991
15. Корнилов Н.В. Факторы, приводящие к длительной утрате нетрудоспособности у больных с закрытыми диафизарными переломами костей голени. Человек и его здоровье: материалы XI Рос. нац. конгресса. – 2006. – С.148
16. Линник С.А. Причины возникновения и профилактика послеоперационного остеомиелита. Вест. хирургии им. Грекова. 1988;140(1):143-147.
17. Локшина Е.Г., Моргун В.В., Веселов Н.Я. Лечение диафизарных переломов голени аппаратами внешней фиксации в условиях контролируемого режима устройством авторов. Аппараты и методы внешней фиксации в травматологии и ортопедии: материалы международного семинара по усовершенствованию аппаратов и методов внешней фиксации. Рига, 1985;3:45-49
18. Малышев Е.Е., Павлов Д.В. Комбинация интрамедуллярного и накостного остеосинтеза при сочетании переломов проксимального отдела и диафиза большеберцовой кости. Гений ортопедии. 2010;4:5-10.
19. Мацукатов Ф.А. Лечение больных с закрытыми винтообразными переломами костей голени на основе новых технологических решений управляемого чрескостного остеосинтеза: дис. ... канд. мед. наук - Курган, 2013 - 177 с.

20. Миронов С.П., Оганесян О.В., Зилов В.Г. Реакция организма при проведении спиц аппаратов чрескостной фиксации в биологически активных зонах. Вестн. травматологии и ортопедии. – 2002;2:14-18
21. Неведров А.В. Пластика покровных тканей при оказании неотложной помощи пострадавшим с открытыми переломами костей голени: дис. ... канд. Мед. Наук. Москва, 2015. 169 с.
22. Прокопьев А.Н. Анатомические особенности большеберцовой кости юношей различных типов конституции. Гений Ортопедии. 2012;1:128-130.
23. Разанков А.Г. Внутрикостный остеосинтез переломов большеберцовой кости: дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2009. 131 с.
24. Семенистый А.А., Литвина Е.А., Миронов А.Н. Классификация и алгоритм лечения переломов проксимального отдела большеберцовой кости методом интрамедуллярного остеосинтеза. Травматология и ортопедия России. 2021;27(4):42-52. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1699>.
25. Семенистый А.А., Литвина Е.А., Федотова А.Г., Куликов М.В. Оценка стабильности интрамедуллярной фиксации при переломах верхней трети большеберцовой кости: экспериментальное исследование. Профилактическая и клиническая медицина. 2021; 81(4):100-109; DOI:10.47843/2074-9120-2021-4-100;
26. Семенистый А.А., Литвина Е.А., Федотова А.Г., Миронов А.Н. Особенности интрамедуллярного остеосинтеза при лечении внесуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2018;(1):57-65. doi: 10.17816/vto201825157-65.
27. Сергеев С.В. Блокируемый остеосинтез при переломах длинных костей. Опыт применения и результаты лечения /С.В.Сергеев, А.В.Джоджуа, Н.В.Загородний и др. //Вестн. травматологии, ортопедии им. Н.Н.Приорова. – 2005. - No2. – С.44-47.
28. Соколов В.А., Иванов П.А., Бялик Е.И. [и др.]. Замена внешней фиксации на интрамедуллярный блокируемый штифт при открытых переломах длинных костей у пострадавших с политравмой. Вестник травматологии и ортопедии им Н.Н. Приорова.- 2007.- 1.- С.3-7

29. Супрун К.С. Оптимизация хирургического лечения диафизарных переломов костей голени: дис. ... канд. мед. наук. Санкт-Петербург, 2010. 148 с.
30. Столбиков С.А. Тактика лечения пострадавших с закрытыми диафизарными переломами костей голени в зависимости от их характера и локализации: автореф. дис. ... канд. Мед. Наук. Курган, 2010. 23 с.
31. Ткаченко С.С. Остеосинтез: руководство для врачей. Ленинград: Медицина, 1987. 267 с.
32. Трубников В.Ф. Заболевания и повреждения опорно-двигательного аппарата. К.: Здоровье, 1984. 328 с.
33. Федотова А.Г., Литвина Е.А., Семенистый А.А., Фарба Л.Я. Использование супрапателлярного доступа при остеосинтезе переломов большеберцовой кости: Обзор литературы. Кафедра травматологии и ортопедии. 2017. №3(29). с.65-73
34. Чарчян А.М. Закрытый блокирующий интрамедуллярный остеосинтез диафизарных переломов бедренной и большеберцовых костей без рассверливания костномозгового канала: дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2002. 102 с.
35. Челноков А.Н., Бекреев Д.А. Интрамедуллярный остеосинтез при переломах верхней трети большеберцовой кости – техника на основе чрескостного остеосинтеза. Гений Ортопедии. 2011;2:102-106.
36. Черепов Д. В., Ковалев С. И., Бабалян В. А., Давыдов А. В., Хохлов А. Б., Горошко С. А., Поляков Н. В., Кальченко А. В. Блокирующий интрамедуллярный остеосинтез при внесуставных переломах дистального и проксимального метадиафиза большеберцовой кости // Травма. 2012. №1.
37. Abou-Sayed H, Berger DL. Blunt lower extremity trauma and popliteal artery injuries: Revisiting the case for selective arteriography. Arch Surg. 2002;137:585–9.
38. Al-Toukhy ZM, Abdel-Aal MA. Fractures of the Proximal Third Tibia Treated With Intramedullary Interlocking Nails and Blocking Screws. International Journal of Orthopaedics 2016; 3(5): 636-641 Available from: URL: <http://www.ghrnet.org/index.php/ijo/article/view/1815>
39. Amarathunga JP, Schuetz MA, Yarlagadda KVD, Schmutz B. Is there a bone-nail specific entry point? Automated fit quantification of tibial nail designs during the

- insertion for six different nail entry points. *Medical Engineering and Physics* 37 (2015) 367–374
40. Ang BFH, Chen JY, Yew AKS, et al. Externalised locking compression plate as an alternative to the unilateral external fixator: a biomechanical comparative study of axial and torsional stiffness. *Bone & Joint Research*. 2017;6(4):216-223. doi:10.1302/2046-3758.64.2000470.
41. Augat P, Hoegel F, Stephan D, Hoffmann S, Buehren V. Biomechanical effects of angular stable locking in intramedullary nails for the fixation of distal tibia fractures. *Proc Inst Mech Eng H*. 2016 Nov;230(11):1016-1023. doi: 10.1177/0954411916667968.
42. Behera P, Aggarwal S, Kumar V, Kumar Meena U, Saibaba B. Ingenious method of external fixator use to maintain alignment for nailing a proximal tibial shaft fracture. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*. 2015;21(5):397-401. doi: 10.5505/tjtes.2015.66066.
43. Beltran MJ, Collinge CA et. al. Intra-Articular Risks of Suprapatellar Nailing. *The American Journal of Orthopedics*, 2012, p 546-550.
44. Bible JE, Choxi AA, Dhulipala SC, Evans JM, Mir HR. Tibia-based referencing for standard proximal tibial radiographs during intramedullary nailing. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2013;42(11):E95-8.
45. Bilen FE, Kocaoglu M, Eralp L, Balci HI. Fixator-assisted nailing and consecutive lengthening over an intramedullary nail for the correction of tibial deformity. *J Bone Joint Surg Br*. 2010;92(1):146-52. doi: 10.1302/0301-620X.92B1.22637.
46. Binkley JM, Stratford PW, Lott SA, Riddle DL. The Lower Extremity Functional Scale (LEFS): scale development, measurement properties, and clinical application. *North American Orthopaedic Rehabilitation Research Network. Phys Ther*. 1999 Apr;79(4):371-83. PMID: 10201543.
47. Biswas SK, Puri SR, Salgia A, Sanghi S, Mir F, Mehta R. Management of the proximal tibia fractures by mini external fixation: a case series of 30 cases. *Medical Journal of Dr. D.Y. Patil University*. 2014;7(1):36-43
48. Blokker CP, Rorabeck CH, Bourne RB. Tibial plateau fractures. An analysis of the results of treatment in 60 patients. *Clin Orthop*. 1984;182:193–9

49. Bolhofner BR. Indirect reduction and composite fixation of extraarticular proximal tibial fractures. *Clin Orthop*. 1995;75–83.
50. Bono CM, Levine RG, Rao JP, Behrens FF. Nonarticular proximal tibia fractures: Treatment options and decision making. *J Am Acad Orthop Surg*. 2001;9:176–86.
51. Borrelli J Jr. Management of soft tissue injuries associated with tibial plateau fractures. *J Knee Surg* 2014;27:5-9.
52. Bouillon, B., Kanz, K.G., Lackner, C.K. et al. Die Bedeutung des Advanced Trauma Life Support® (ATLS®) im Schockraum. *Unfallchirurg* 107, 844–850 (2004). <https://doi.org/10.1007/s00113-004-0847-2>
53. Brink O. Suprapatellar nailing of tibial fractures: surgical hints. *Current Orthopaedic Practice*. 2016;27(1):107-112. doi:10.1097/BCO.0000000000000308.
54. Buehler KC, Green J, Woll TS, et al. A technique for intramedullary nailing of proximal third tibia fractures. *J Orthop Trauma*. 1997;11:218–223.
55. Burkhalter WE, Protzman R. The tibial shaft fracture. *J Trauma*. 1975;15(9):785-94.
56. Busse JW, Bhandari M, Guyatt GH, Heels-Ansdell D, Mandel S, Sanders D, Schemitsch E, Swiontkowski M, Tornetta P 3rd, Wai E, Walter SD; SPRINT Investigators. Use of both Short Musculoskeletal Function Assessment questionnaire and Short Form-36 among tibial-fracture patients was redundant. *J Clin Epidemiol*. 2009 Nov;62(11):1210-7. doi: 10.1016/j.jclinepi.2009.01.014.
57. Byun SE, Maher MH, Mauffrey C, Parry JA. The standard sagittal starting point and entry angle for tibia intramedullary nails results in malreduction of proximal tibial fractures. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2020 Aug;30(6):1057-1060. doi: 10.1007/s00590-020-02669-4. Epub 2020 Apr 17. PMID: 32303842
58. Catagni MA, Ottaviani G, Maggioni M. Treatment strategies for complex fractures of the tibial plateau with external circular fixation and limited internal fixation. *J Trauma*. 2007;63(5):1043–1053
59. Chan DS, Serrano-Riera R, Griffing R, Steverson B, Infante A, Watson D, Sagi HC, Sanders RW. Suprapatellar Versus Infrapatellar Tibial Nail Insertion: A Prospective Randomized Control Pilot Study. *J Orthop Trauma*. 2016;30(3):130-4.

60. Chen F, Huang X, Ya Y, Ma F, Qian Z, Shi J, Guo S, Yu B. Finite element analysis of intramedullary nailing and double locking plate for treating extra-articular proximal tibial fractures. *J Orthop Surg Res.* 2018 Jan 16;13(1):12. doi: 10.1186/s13018-017-0707-8. PMID: 29338748; PMCID: PMC5771144
61. Cole JD. Distal tibia fracture: Opinion: intramedullary nailing. *J Orthop Trauma.* 2006;20(1):73-4.
62. Cole PA, Zlowodzki M, Kregor PJ (2004) Treatment of proximal tibia fractures using the less invasive stabilization system: surgical experience and early clinical results in 77 fractures. *J Orthop Trauma* 18(8):528–535
63. Collinge C, Sanders R, DiPasquale T. Treatment of complex tibial periarticular fractures using percutaneous techniques. *Clin Orthop* 2000, 375: 69–77
64. Colman M, Wright A, Gruen G, et al: Prolonged operative time increases infection rate in tibial plateau fractures. *Injury* 44(2):249–252, 2013. doi: 10.1016/j.injury.2012.10.032; 10.1016/j.injury.2012.10.032. LOE IV
65. Court-Brown CM, Mcbirnie J. The epidemiology of tibial fractures. *J Bone Joint Surg Br* 1995; 77: 417-21.
66. Cox G, Jones E, McGonagle D, Giannoudis PV. Reamer-irrigator-aspirator indications and clinical results: a systematic review. *International Orthopaedics.* 2011;35(7):951-956.
67. Cristopher NS, Williams JK. Baily and Love's short practice of surgery. London, England: Taylor and Francis group, 2008
68. Daghino W, Messina M, Filipponi M, Alessandro M. Temporary Stabilization with External Fixator in “Tripolar” Configuration in Two Steps Treatment of Tibial Pilon Fractures. *The Open Orthopaedics Journal.* 2016;10:49-55. doi:10.2174/1874325001610010049.
69. Davis KM, Griffin KS, Chu T-MG, Wenke JC, Corona BT, McKinley T O, Kacena MA. Muscle-bone interactions during fracture healing. *Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions.* 2015;15(1):1-9.
70. DeCoster TA, Nepola JV, el-Khoury GY. Cast brace treatment of proximal tibia fractures. A 10-year follow-up study. *Clin Orthop Relat Res.* 1988;231:196–204

71. Draper ER, Wallace AL, Strachan RK, et al. The design and performance of an experimental external fixation device with load transducers. *Med Eng Phys* 1995;17:618–24.
72. Dresing K, Trafton P, Engelen J. Casts, Splints, and Support Bandages. Nonoperative Treatment and Perioperative Protection. Thieme New York, 2014
73. Dua A, Desai SS, Shah JO, Lasky RE, Charlton-Ouw KM, Azizzadeh A, Estrera AL, Safi HJ, Coogan SM. Outcome predictors of limb salvage in traumatic popliteal artery injury. *Ann Vasc Surg* 2014;28:108–14.
74. Eastman JG, Tseng SS, Lo E, Li CS, Yoo B, Lee M. Retropatellar technique for intramedullary nailing of proximal tibia fractures: a cadaveric assessment. *J Orthop Trauma* 2010;24:672–6.
75. Ebraheim N, Carroll T, Hanna M, Zhang J, Liu J. Staged Treatment of Proximal Tibial Fracture Using External Locking Compression Plate. *Orthopaedic Surgery* 2014;6(2):154–157. DOI: 10.1111/os.12101
76. Fainzilber G, Roy-Shapira A, Wall MJ Jr, Mattox KL. Predictors of amputation for popliteal artery injuries. *Am J Surg*. 1995 Dec;170(6):568-70;
77. Falck M, Höntzsch D, Krackhardt T, Weise K. LISS (less invasive stabilization system) als minimalinvasive Alternative bei distalen Femurfrakturen. *Trauma Berufskrankh*. 1999;1:402–406
78. Farber A, Tan T-W, Hamburg NM, Kalish JA, Joglar F, Onigman T, Rybin D, Doros G, Eberhardt RT. Early Fasciotomy in Patients with Extremity Vascular Injury is Associated with Decreased Risk of Adverse Limb Outcomes: A Review of the National Trauma Data Bank. *Injury*. 2012;43(9):1486-1491. doi:10.1016/j.injury.2011.06.006.
79. Farouk O, Krettek C, Miclau T, Schandelmaier P, Guy P, Tscherne H. Minimally invasive plate osteosynthesis and vascularity: preliminary results of a cadaver injection study. *Injury*. 1997;28:7–12.
80. Feng W, Fu L, Liu J. Biomechanical evaluation of various fixation methods for proximal extra-articular tibial fractures. *J Surg Res*. 2012;178:722–727.
81. Finkemeier C, Schmidt AH, Kyle RF, Templeman DC, Varecka TF. A prospective, randomized study of intramedullary nails inserted with and without reaming for the

- treatment of open and closed fractures of the tibial shaft. *J Orthop Trauma*. 2000; 14(3): 187-93.
82. Forman JM, Urruela AM, Egol KA. The percutaneous use of a pointed reduction clamp during intramedullary nailing of distal third tibial shaft fractures. *Acta Orthop Belg*. 2011 Dec;77(6):802-8.
83. Franke J, Hohendorff B, Alt V, et al. Suprapatellar nailing of tibial fractures-Indications and technique. *Injury* 2016;47:495-501.
84. Freedman EL, Johnson EE. Radiographic analysis of tibial fracture mal- alignment following intramedullary nailing. *Clin Orthop*. 1995;25–33.
85. Gaines RJ, Rockwood J, Garland J et al. Comparison of insertional trauma between suprapatellar and infrapatellar portals for tibia nailing *Orthopedics* 2013 Sep. 36(9), 1155-1158
86. Garnavos C, Lasanianos N. Proximal tibia fractures and intramedullary nailing: The impact of nail trajectory to varus/valgus deformity. *Injury*. 2011;42(12):1499-505.
87. Gelbke MK, Coombs D, Powell S, DiPasquale TG. Suprapatellar versus infrapatellar intramedullary nail insertion of the tibia: a cadaveric model for comparison of patellofemoral contact pressures and forces. *J Orthop Trauma* 2010;24:665-71.
88. Ghorpade K, VG S, Mahajan A, D'sa P, Lakhani A. Functional and Radiological Outcome in the Use of Poller Screw in Proximal Metaphyseal Fractures of Tibia Treated with Conventional Intramedullary Nailing. *Kerala Journal Of Orthopaedics*. 2016;28(1-2), 23–25.
89. Giordano CP, Koval KJ, Zuckerman JD, Desai P. Fracture blisters. *Clin Orthop Relat Res* 1994;307:214-21.
90. Gkouvas G, Agathangelidis F, Nakas C, David C, Sagris D, Petsatodis G. Biomechanical comparison of six intramedullary nails, for the treatment of extra-articular, proximal tibial fractures. *Hippokratia*. 2019 Apr-Jun;23(2):58-63. PMID: 32265585; PMCID: PMC7127914
91. Glatt V, Evans CH, Tetsworth K. A Concert between Biology and Biomechanics: The Influence of the Mechanical Environment on Bone Healing. *Front. Physiol*. 2017;7:678. doi: 10.3389/fphys.2016.00678

92. Golyakhovsky V, Frankel VH. Operative manual of Ilizarov techniques. St. Louis: Mosby; 1993.
93. Grewal IS, Bates P. How I use... blocking wires to nail proximal tibial fractures? *J Trauma Ortho*. 2015;3(2):52-53
94. Gustilo RB, Mendoza RM, Williams DN. Problems in the management of type III (severe) open fractures: A new classification of type III open fractures. *J Trauma*. 1984;24:742-6.
95. Hak DJ. Intramedullary nailing of proximal third tibial fractures: techniques to improve reduction. *Orthopedics*. 2011;34:532-5.
96. Haller JM, Githens M, Scolaro J, Firoozabadi R. Does provisional plating of closed tibia fractures have higher complication rates? *J Orthop Trauma*. 2017 Apr 27. doi: 10.1097/BOT.0000000000000874.
97. Hansen M, Blum J, Mehler D, Hessmann MH, Rommens PM. Double or triple interlocking when nailing proximal tibial fractures? A biomechanical investigation. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2009;129(12):1715-9.
98. Hansen M, El Attal R, Blum J, Blauth M, Rommens PM. Intramedullary nailing of the tibia with the expert tibia nail. *Oper Orthop Traumatol*. 2009;21(6):620-635. doi: 10.1007/s00064-009-2010-2.
99. Hansen M, Mehler D, Hessmann MH, et al. Intramedullary stabilization of extraarticular proximal tibial fractures: a biomechanical comparison of intramedullary and extramedullary implants including a new proximal tibia nail (PTN). *J Orthop Trauma* 2007;21:701-9.
100. Habernek H. Percutaneous cerclage wiring and interlocking nailing for treatment of torsional fractures of the tibia. *Clin Orthop Relat Res*. 1991;267:164-8.
101. Haidukewych GJ. Temporary external fixation for the management of complex intra- and periarticular fractures of the lower extremity. *J Orthop Trauma*. 2002;16(9):678-85.
102. Hannah A, Aboelmagd T, Yip G, Hull P. A novel technique for accurate Poller (blocking) screw placement. *Injury*. 2014;45:1011-1014. doi: 10.1016/j.injury.2014.02.029.

103. Henley MB, Meier M, Tencer AF. Influences of some design parameters on the biomechanics of the un-reamed tibial intramedullary nail. *J Orthop Trauma* 1993;7:311–9.
104. Hiesterman TG, Shafiq BX, Cole PA. Intramedullary nailing of extra-articular proximal tibia fractures. *J Am Acad Orthop Surg*. 2011;19(11):690–700.
105. Hontzsch D, Blauth M, Attal R. Angle-stable fixation of intramedullary nails using the Angular Stable Locking System(R) (ASLS) Oper Orthop Traumatol. 2011;23(5):387–396. doi: 10.1007/s00064-011-0048-4.
106. Huang MT, Lin CJ. Percutaneous cerclage wiring-assisted inter-locking nailing for torsional tibia fractures: a modification with improved safety and simplicity. *J Trauma*. 2011;71(4):1054–8.
107. Hutson Jr JJ, Zych GA. Infections in periarticular fractures of the lower extremity treated with tensioned wire hybrid fixators. *J Orthop Trauma* 1998;12:214–8.
108. Jackson M, Topliss CJ, Atkins RM. Fine wire frame-assisted intramedullary nailing of the tibia. *J Orthop Trauma*. 2003;17(3): 222–4.
109. Jakma T, Reynders-Frederix P, Rajmohan R. Insertion of intramedullary nails from the suprapatellar pouch for proximal tibial shaft fractures. A technical note. *Acta Orthop Belg*. 2011 Dec;77(6):834-7.
110. Jensen DB, Rude C, Duus B, Bjerg-Nielsen A. Tibial plateau fractures. A comparison of conservative and surgical treatment. *J Bone Jt Surg Br* . 1990;72(1):49–52
111. Jöckel JA, Erhardt J, Vincenti M, et al. Minimally invasive and open surgical treatment of proximal tibia fractures using a polyaxial locking plate system: a prospective multi-centre study. *International Orthopaedics*. 2013;37(4):701-708. doi:10.1007/s00264-013-1820-x.
112. Kandemir U, Herfat S, Herzog M, Viscogliosi P, Pekmezci M. Fatigue Failure in Extra-Articular Proximal Tibia Fractures: Locking Intramedullary Nail Versus Double Locking Plates—A Biomechanical Study. *J Ortho Trauma*. 2017; 31(2):49-54

113. Katsoulis E, Court-Brown C, Giannoudis PV: Incidence and etiology of anterior knee pain after intramedullary nailing of the femur and tibia. *J Bone Joint Surg* 2006, 88B(5):576-80.
114. Kfuri M, Schatzker J. Revisiting the Schatzker classification of tibial plateau fractures. *Injury*. 2018 Dec;49(12):2252-2263. doi: 10.1016/j.injury.2018.11.010].
115. Khatri K, Sharma V, Goyal D, Farooque K. Complications in the management of closed high-energy proximal tibial plateau fractures. *Chin J Traumatol*. 2016 Dec 1;19(6):342-347.
116. Kim KC, Lee JK, Hwang DS, Yang JY, Kim YM. Provisional unicortical plating with reamed intramedullary nailing in segmental tibial fractures involving the high proximal metaphysis. *Orthopedics* 2007;30:189–92.
117. Kim KC, Lee JK, Hwang DS, Yang JY, Kim YM, Hong CH. Percutaneous reduction during intramedullary nailing in comminuted tibial shaft fractures. *Orthopedics*. 2008 Jun;31(6):556-9.
118. Kim DM, 2008 - Kline & Hudson's Nerve Injuries: Operative Results for Major Nerve Injuries, Entrapments, and Tumors, Second Edition – Ch11 - Lower extremity nerve injuries
119. Kim JW, Oh CW, Jung WJ, Kim JS. Minimally Invasive Plate Osteosynthesis for Open Fractures of the Proximal Tibia. *Clinics in Orthopedic Surgery*. 2012;4(4):313-320. doi:10.4055/cios.2012.4.4.313.
120. Krettek C, Miclau T, Schandelmaier P, et al. The mechanical effect of blocking screws (“poller screws”) in stabilizing tibia fractures with short proximal or distal fragments after insertion of small-diameter intramedullary nails. *J Orthop Trauma* 1999;13:550–3.
121. Krettek C, Schandelmaier P, Miclau T, Tscherne H (1997) Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) using the DCS in the proximal and distal femoral fractures. *Injury* 28 (Suppl 1):A20–A30
122. Krettek C, Schandelmaier P, Tscherne H. New developments in stabilization of diaphyseal and metaphyseal fractures of long tubular bones. *Orthopade* 1997; 26:408–421.

123. Krettek C, Stephan C, Schandelmaier P, et al. The use of “poller screw” as blocking screws in stabilizing tibial fractures treated with small diameter intramedullary nails. *J Bone Joint Surg Br* 1999;81B:963–8.
124. Kubiak EN, Widmer BJ, Horwitz DS. Extra-articular technique for semiextended tibial nailing. *J Orthop Trauma* 2010;24:704–8.
125. Kuhn S, Hansen M, Rommers PM. Extending the indication of intra medullary nailing of tibial fractures. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2008;75(2):77–87.
126. Kulkarni MS, Tummala M, Aroor MN, Vijayan S, Rao SK. Suprapatellar nailing in proximal third tibial fractures - Clinicoradiological outcome. *Injury*. 2020 Aug;51(8):1879-1886. doi: 10.1016/j.injury.2020.05.008. Epub 2020 May 18. PMID: 32482425
127. Kulkarni SG, Varshneya A, Kulkarni S, Kulkarni GS, Kulkarni MG, Kulkarni VS, et al. Intramedullary nailing supplemented with Poller screws for proximal tibial fractures. *J Orthop Surg (Hong Kong)* 2012;20:307–11.
128. Kumar A, Whittle AP. Treatment of complex (Schatzker Type VI) fractures of the tibial plateau with circular wire external fixation: retrospective case review. *J Orthop Trauma*. 2000;14:339–344.
129. Lang GJ, Cohen BE, Bosse MJ, et al. Proximal third tibial shaft fractures. Should they be nailed? *Clin Orthop*. 1995;64–74.
130. Lee SM, Oh CW, Oh JK, Kim JW, Lee HJ, Chon CS, et al. Biomechanical analysis of operative methods in the treatment of extra-articular fracture of the proximal tibia. *Clin Orthop Surg* 2014; 6:312–317.
131. Leung F. Commentary: intramedullary nailing supplemented with Poller screws for proximal tibial fractures. *J Orthop Surg*. 2012;20:286. doi: 10.1177/230949901202000302.
132. Liporace FA, Stadler CM, Yoon RS. Problems, tricks, and pearls in intramedullary nailing of proximal third tibial fractures. *J Orthop Trauma*. 2013;27(1):56-62. doi: 10.1097/BOT.0b013e318250f041. Review
133. Liu YP. Additional note on using suprapatellar nailing treating tibial fractures. *Injury*. 2016;47(6):1363-4.

134. Mallik AR, Covall DJ, Whitelaw GP. Internal versus external fixation of bicondylar tibial plateau fractures. *Orthop Rev.* 1992;21:1433–1436.
135. Matthews DE, McGuire R, Freeland AE. Anterior unicortical buttressplating in conjunction with an unreamed interlocking intramedullary nail for treatment of very proximal tibial diaphyseal fractures. *Orthopaedics.* 1997;20(7):647-648
136. McConnell T, Tornetta 3rd P, Tilzey J, Casey D. Tibial portal placement: the radiographic correlate of the anatomic safe zone. *J Orthop Trauma.* 2001;15(3):207–9.
137. McKee MD, Schemitsch EH, Waddell JP, Yoo D. A prospective, randomized clinical trial comparing tibial nailing using fracture-table traction versus manual traction. *J Orthop Trauma.* 1999; 13(7):463–9.
138. Meena RC, Meena UK, Gupta GL. Intramedullary nailing versus proximal plating in the management of closed extra-articular proximal tibial fracture: a randomized controlled trial. *J Orthop Traumatol.* 2015;16:203–208.
139. Metcalfe D, Hickson CJ, McKee L, Griffin XL. External versus internal fixation for bicondylar tibial plateau fractures: systematic review and meta-analysis. *Journal of Orthopaedics and Traumatology : Official Journal of the Italian Society of Orthopaedics and Traumatology.* 2015;16(4):275-285. doi:10.1007/s10195-015-0372-9.
140. Milner SA, Davis TR, Muir KR, Greenwood DC, Doherty M. Long-term outcome after tibial shaft fracture: is malunion important? *J Bone Jt Surg Am.* 2002;84-A(6):971–980
141. Mohamed A-A. Fractures of the Proximal Third Tibia Treated With Intramedullary Interlocking Nails and Blocking Screws. *Ortho & Rheum Open Access J.* 2016; 2(4):1-6. DOI: 10.19080/OROAJ.2016.02.555592
142. Moore TM, Patzakis MJ, Harvey JP. Tibial plateau fractures: definition, demographics, treatment rationale, and long-term results of closed traction management or operative reduction. *J Orthop Trauma.* 1987;1:97–119. doi: 10.1097/00005131-198702010-00001.
143. Morandi M, Banka T, Gaiarsa GP, et al. Intramedullary nailing of tibial fractures: review of surgical techniques and description of a percutaneous lateral suprapatellar approach. *Orthopedics* 2010; 33:172–9.

144. Morris BJ, Unger RZ, Archer KR, et al: Risk factors of infection after ORIF of bicondylar tibial plateau fractures. *J Orthop Trauma* 2013. doi: 10.1097/BOT.0b013e318284704e. LOE IV
145. Mroz I, Kielczewski S, Pawlicki D, Kurzydło W, Bachul P, Konarska M, Bereza T, Walocha K, Kaythampillai LN, Depukat P, Pasternak A, Bonczar T, Chmielewski P, Mizia E, Skrzat J, Mazur M, Warchoń Ł, Tomaszewski K. Blood vessels of the shin - anterior tibial artery - anatomy and embryology - own studies and review of the literature. *Folia Med Cracov.* 2016;56(1):33-47. Review.
146. Müller ME, Allgower M, Schneider R, et al. *Manual of Internal Fixation.* Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag. 1979
147. Müller ME, Allgower M, Willenegger H. *Technique of internal Fixation of Fractures.* Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag; 1965
148. Müller ME, Schneider R, Allgower M, et al. *Manual of Internal Fixation.* New York, NY: Springer-Verlag; 1991.
149. Müller ME, Nazarian S, Koch P, et. al.: *The Comprehensive Classification of Fractures of Long Bones.* ed 1. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag; 1994
150. Nicoll EA. Fractures of the tibial shaft: a survey of 705 cases. *J Bone Joint Surg[Br].* 1964;46-B:373-87.
151. Nork SE, Barei DP, Schildhauer TA, Agel J, Holt SK, Schrick JL, Sangeorzan BJ. Intramedullary nailing of proximal quarter tibial fractures. *J Orthop Trauma.* 2006;20:523–8.
152. Oh CW, Oh JK, Kyung HS, et al. Double plating of unstable proximal tibial fractures using minimally invasive percutaneous osteosynthesis technique. *Acta Orthop.* 2006;77(3):524-30.
153. Oh JK, Hwang JH, Varte L, et al. Locking Plate in Proximal Tibial Fracture: A Correlation between the Coronal Alignment of Tibia and Joint Screw Angle. *Yonsei Medical Journal.* 2013;54(3):720-725. doi:10.3349/ymj.2013.54.3.720.
154. Paley D. *Principles of deformity correction.* Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2002.

155. Palmer RH. Biological osteosynthesis. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* 1999;29(5):1171-85.
156. Peindl RD, Zura RD, Vincent A, Coley ER, Bosse MJ, Sims SH. Unstable proximal extraarticular tibia fractures: a biomechanical evaluation of four methods of fixation. *J Orthop Trauma* 2004;18:540–5
157. Phisitkul P, McKinley TO, Nepola JV, Marsh JL. Complications of locking plate fixation in complex proximal tibia. *J Orthop Trauma.* 2007;21((2)):83–91.
158. Reddy JPK, Nazeer BS, Arun HS, Mahesh KN: Study of surgical management of proximal tibial fractures using locking compression plate. *International Journal of Biomedical and Advance Research* 2016; 7(3): 123-127.
159. Reynders P. Technical notes on a radiolucent distractor for indirect reduction and intramedullary nailing. *J Orthop Trauma.* 1998;12(3): 219–20. Letter to the editor.
160. Ricci WM, Rudzki J, Borrelli RJ. Treatment of complex proximal tibia fractures with the less invasive skeletal stabilization system. *J Orthop Trauma.* 2004;18:521–7.
161. Ricci WM, Bellabarba C, Evanoff B, et al. Retrograde versus antegrade nailing of femoral shaft fractures. *J Orthop Trauma* 2001;15(3):161–9.
162. Ridgeway S, Bhatnagar P, Kharendesh P, Gibbs J, Newman KJ, Khaleel A, Elliott DS. The Chertsey classification of tibial plateau fractures – how reliable is it?. *J Bone Joint Surg.* 2006;88-B:173–174.
163. Ries MD, Meinhard BP. Medial external fixation with lateral plate internal fixation in metaphyseal tibia fractures. A report of eight cases associated with severe soft-tissue injury. *Clin Orthop.* 1990;215–223.
164. Rommens PM, El Attal R, Hansen M, Kuhn S. Intramedullary nailing of proximal tibia fractures. *Oper Orthop Traumatol.* 2011; 23(5):411–22. [Article in German].
165. Rommens PM, Hessmann MH. *Intramedullary nailing: a comprehensive guide.* Springer-Verlag London 2015; DOI 10.1007/978-1-4471-6612-2
166. Rouleau DM, Place A, Bérubé M, Laflamme YG, Feldman D. Rehabilitation after lower limb injury: development of a predictive score (RALLI score). *Canadian Journal of Surgery.* 2015;58(4):278-283. doi:10.1503/cjs.015014.

167. Ruffolo MR, Gettys FK, Montijo HE, Seymour RB, Karunakar MA. Complications of high-energy bicondylar tibial plateau fractures treated with dual plating through 2 incisions. *J Orthop Trauma*. 2015;29:85–90.
168. Samuelson MA, McPherson EJ, Norris L (2002) Anatomic assessment of the proper insertion site for a tibial intramedullary nail. *J Orthop Trauma* 16: 23-25.
169. Sanders RW, DiPasquale TG, Jordan CJ, Arrington JA, Sagi HC. Semiextended intramedullary nailing of the tibia using a suprapatellar approach: Radiographic results and clinical outcomes at a minimum of 12 month follow-up. *J Orthop Trauma* 2014;28:S29–39.
170. Savolainen VT, Pajarinen J, Hirvensalo E, Lindahl J. Hybrid external fixation in treatment of proximal tibial fractures: a good outcome in AO/ASIF type-C fractures. *Arch* 2010; 130: 897-901.
171. Schatzker J, Tile M. *Rationale for Operative Fracture Care*. 3rd edition. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005
172. Schatzker J, McBroom R, Bruce D. The tibial plateau fracture: the Toronto experience, 1968–1975. *Clin Orthop Relat Res*1979; 138: 94–104
173. Shahulhameed A, Roberts CS, Ojike JN. Technique for precise placement of poller screws with intramedullary nailing of metaphyseal fractures of the femur an the tibia. *Injury, Int. J. Care Injured*. 2011;42:136-139
174. Sharma N, Singh V, Agrawal A, Bhargava R. Proximal tibial fractures with impending compartment syndrome managed by fasciotomy and internal fixation A retrospective analysis of 15 cases. *Indian J Orthop* 2015;49:502-9
175. Singh H, Misra RK, Kaur M. Management of Proximal Tibia Fractures Using Wire Based Circular External Fixator. *Journal of Clinical and Diagnostic Research :JCDR*.2015;9(9):RC01-RC04.doi:10.7860/JCDR/2015/15626.6513.
176. Sarmiento A. A functional below-the-knee cast for tibial fractures. *J Bone Joint Surg Am*.1967;49(5):855–875.
177. Sarmiento A. Functional bracing of tibial fractures. *Clin Orthop*. 1974;105: 202-19.

178. Sarmiento A, Gersten LM, Sobol PA, et al. Tibial shaft fractures treated with functional braces. *Experience with 780 fractures*. J Bone Joint Surg Br. 1989;71(4):602–609.
179. Semenisty AA, Litvina EA, Fedotova AG, Gwam C, Mironov AN. Fixator-assisted nailing of tibial fractures: New surgical technique and presentation of first 30 cases. *Injury*. 2019 Feb;50(2):515-520. doi: 10.1016/j.injury.2018.11.015. Epub 2018 Nov 10. PMID: 30448329.
180. Solomin LN. *The Basic Principles of External Skeletal Fixation Using the Ilizarov and Other Devices*. Springer-Verlag Italia, 2008
181. Starman JS, Castillo RC, Bosse MJ, MacKenzie EJ; LEAP Study Group. Proximal tibial metaphyseal fractures with severe soft tissue injury: clinical and functional results at 2 years. *Clin Orthop Relat Res*. 2010;468(6):1669-75.
182. Stedtfeld HW, Mittlmeier T, Landgraf P, Ewert A. The logic and clinical applications of blocking screws. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86A(Suppl. 2):17–25.
183. Stinner DJ, Mir H. Techniques for intramedullary nailing of proximal tibia fractures. *Orthop Clin North Am* 2014;45:33-45.
184. Swiontkowski MF, Engelberg R, Martin DP, Agel J. Short musculoskeletal function assessment questionnaire: validity, reliability, and responsiveness. *J Bone Joint Surg Am*. 1999;81:1245–1260.
185. Thelen S, Betsch M, Grassmann JP,. Angle stable locking nails versus conventionally locked intramedullary nails in proximal tibial shaft fractures: a biomechanical study. *Arch Orthop Trauma Surg* 2012; 132: 57–63.
186. Tornetta P III, Collins E. Semiextended position of intramedullary nailing of the proximal tibia. *Clin Orthop Relat Res* 1996;(328):185–9.
187. Tscherne H, Oestern HJ: Pathophysiology and classification of soft tissue injuries associated with fractures. In: *Fractures with soft tissue injuries*. Tscherne H Gotzen L.: Berlin; Springer Verlag (1984), S. 1-9
188. Tytherleigh-Strong GM, Keating JF, Court-Brown CM. Extra-articular fractures of the proximal tibia diaphysis: their epidemiology, management and outcome. *J R Coll Surg Edinb* 1997;42:334–8.

189. van der Linden W, Larsson K. Plate fixation versus conservative treatment of tibial shaft fractures. A randomized trial. *J Bone Joint Surg Am.* 1979 Sep;61(6A):873-8
190. Wähnert D, Stolarczyk Y, Hoffmeier KL, Raschke MJ, Hofmann GO, Mückley T. The primary stability of angle-stable versus conventional locked intramedullary nails. *International Orthopaedics (SICOT)* (2012) 36:1059–1064. DOI 10.1007/s00264-011-1420-6
191. Wenda K, Runkel M, Degreif J, Rudig L. Minimally invasive plate fixation in femoral shaft fractures. *Injury.* 1997;28 (suppl 1): A13– 19. doi: 10.1016/S0020-1383 (97) 90111-X.
192. Wysocki RW, Kapotas JW, Virkus WW. Intramedullary nailing of proximal and distal one-third tibial shaft fractures with intra- operative two-pin external fixation. *J. Trauma.* 2009.66(4):1135-1139.
193. Wu D, Reng G, Shrivastava A, Yu Y, Zhang Y, Peng C. A useful surgical strategy for proximal tibial fractures (AO/OTA type 41-C) with diaphyseal involvement. *Int J Clin Exp Med.* 2015;8(8):13455-13463.
194. Yang EC, Weiner L, Strauss E, Sedlin E, Kelley M, Raphael J. Metaphyseal dissociation fractures of the proximal tibia. An analysis of treatment and complications. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)* 1995;24:695–704.
195. Young MJ, Barrack RL. Complications of internal fixation of tibial plateau fractures. *Orthop Rev.* 1994;23:149–154.
196. Zhao K, Lv H, Zhang C, Wang Z, Hou Z, Chen W, Zhang Q, Zhang Y. Application of the multiplanar fracture redactor in the treatment of tibial shaft fractures with intramedullary nails. *Sci Rep.* 2021 Apr 19;11(1):8428. doi: 10.1038/s41598-021-87913-5. PMID: 33875714; PMCID: PMC8055696].
197. Zhu Y., Hu C.F., Yang G., Cheng D., Luo C.F. Inter-observer reliability assessment of the Schatzker, AO/OTA and three-column classification of tibial plateau fractures. *J. Trauma Manag. Outcomes.* 2013. Vol. 7, N 1. p. 7. doi: 10.1186/1752-2897-7-7

Приложение А

Индивидуальная регистрационная карта (ИРК) и план обследования пациента

1. Название исследования: «Хирургические приемы достижения и поддержания репозиции при интрамедуллярном остеосинтезе внесуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости»

2. Исследователь: Семенистый Антон Алексеевич

3. Учреждение: ФГБОУ ДПО РМАНПО, Адрес: Баррикадная ул., 2, Москва, 123242; Телефон: 8 (499) 252-21-04, ГБУЗ ГКБ им.Ф.И.Иноземцева ДЗМ

3. Сроки выполнения: 1 января 2018г. – 1 июля 2020г.

4. Индивидуальный идентификационный номер пациента в формате: Ф.И.О.(инициалы)/дата рождения в формате дд|мм|гггг

5. Тел: _____ E-mail: _____

6. Дата поступления в стационар _____

7. Дата травмы _____

8. Обстоятельства травмы _____

9. Номер стационарной карты пациента _____

10. Дата подписания информированного согласия _____

11. Демографические и физикальные данные

Пол: М / Ж; Возраст: _____ Рост (см): _____ Вес (кг): _____

12. Трудовой анамнез до травмы: работает / не работает / инвалид / пенсионер

13. Функциональный статус конечности до травмы (от 1 до 10) _____

14. Основное заболевание:

- Сторона исследуемого повреждения – правая / левая
- Тип перелома по классификации АО/ASIF _____
- Тип перелома по классификации PFL-TN _____
- Длина проксимального отломка (мм) _____
- Открытый / Закрытый
- Тип открытого перелома по классификации Gustilo-Anderson _____
- Ипсилатеральные повреждения нижней конечности и таза _____
- _____
- Контралатеральные повреждения нижней конечности и таза _____
- _____
- Ипсилатеральные повреждения верхней конечности _____
- _____
- Контралатеральные повреждения верхней конечности _____
- _____
- Травма позвоночника _____
- _____
- Травма брюшной полости и органов малого таза _____
- _____

- Травма грудной полости _____

- Травма головы _____

15 Тяжесть состояния по шкале ISS _____

16. Сопутствующие заболевания _____

17. Метод временной фиксации _____

18. План обследования пациента

Контрольный осмотр / Дата	Визит 1	Визит 2	Визит 3	Визит 4	Визит 5	Визит 6	Визит 7	Визит 8	Визит 9
		-	-						-
Клинический осмотр поврежденной конечности	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Рг. костей голень	+	+	нет	+	нет	+	+	+	+
УЗАС сосудов нижних конечностей	нет	+	нет	нет	+	нет	нет	нет	нет
Оценка интенсивности болевого синдрома по ВАШ	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Оценка функции конечности по SF-36	нет	нет	нет	нет	+	+	+	+	+
Оценка функции конечности по LEFS	нет	нет	нет	нет	+	+	+	+	+
Подпись исследователя									

*Визит 1 – Поступление, Визит 2 – После временной фиксации; Визит 3 – Перед окончательной фиксацией; Визит 4 - 1-е сутки после операции; Визит 5 – 5-е сутки после операции; Визит 6 – 1,5 месяца после операции; Визит 7 – 3 месяца после операции; Визит 8 – 6 месяцев после операции

**Лабораторные исследования выполняются согласно протоколам, принятым в ЛПУ

***По клиническим показаниям возможно выполнение описанных или каких либо других методов инструментального исследования вне предложенного протокола

19. Дата окончательной фиксации _____

20. Дней с момента травмы до операции _____

21. Операции на других сегментах _____

22. Ход операции

- Продолжительность операции (мин) _____
- Время работы с ЭОП (мин) _____

- Размер и дизайн штифта _____
- Фиксация малоберцовой кости _____
- Основная группа
- Сложности при выполнении репозиции _____
- Пути решения _____
- Контрольная группа
- Методы репозиции
- Ортопедический стол
- Скелетное вытяжение
- Дистрактор
- Доступ на полуразогнутом коленном суставе (доступ: _____)
- Поллерные винты
- Поллерные спицы
- Монокортикальная пластина
- Сложности при выполнении репозиции _____
- Пути решения _____

23. Период реабилитации

- Режим нагрузки на оперированную конечность _____
- Начало полной нагрузки _____
- Начало ходьбы без костылей _____
- Возвращение к повседневной активности _____
- Возвращение к труду _____

24. Осложнения, связанные с оперативным вмешательством -> пути решения

- Несращение перелома -> _____
- Замедленное сращение -> _____
- Сроки _____
- Сращение перелома в неправильном положении -> _____
- Тип смещения _____
- Вторичная потеря репозиции -> _____
- Тип смещения _____
- Сроки _____
- Рефрактура -> _____
- Усталостный перелом фиксатора -> _____
- Поверхностная инфекция -> _____
- Сроки _____
- Глубокая инфекция -> _____
- Сроки _____
- Ятрогенное повреждение сосудов и нервов -> _____
- Развитие компартмент-синдрома -> _____
- Сохранение болевого синдрома в местах хирургических доступов
-> _____
- Другие осложнения _____

24. Осложнения, не связанные с оперативным вмешательством

25. Необходимость выполнения повторной операции: Да / Нет

26. Общая продолжительность госпитализации _____

27. Повторные госпитализации в первые полгода после операции: _____

28. Общая продолжительность повторных госпитализаций _____

29. Функциональные результаты в баллах

Визит / Дата	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Оценка интенсивност и болевого синдрома по ВАШ									
Оценка функции конечности по SF-36	нет	нет	нет	нет					
Оценка функции конечности по LEFS	нет	нет	нет	нет					

30. Функциональный статус конечности через 12 месяцев после операции от 1 до 10 _____

33. Примечания _____

Дата _____

Подпись исследователя _____ (Семенистый А.А.)

Приложение Б

Опросник SF-36

ИНСТРУКЦИИ

Этот опросник содержит вопросы, касающиеся Ваших взглядов на свое здоровье. Предоставленная Вами информация поможет следить за тем, как Вы себя чувствуете, и насколько хорошо справляетесь со своими обычными нагрузками. Ответьте на каждый вопрос, помечая выбранный вами ответ, как это указано. Если Вы не уверены в том, как ответить на вопрос, пожалуйста, выберите такой ответ, который точнее всего отражает Ваше мнение.

1. В целом вы бы оценили состояние Вашего здоровья как (обведите одну цифру):

Отличное.....1
 Очень хорошее.....2
 Хорошее.....3
 Посредственное.....4
 Плохое.....5

2. Как бы вы оценили свое здоровье сейчас по сравнению с тем, что было год назад? (обведите одну цифру)

Значительно лучше, чем год назад.....1
 Несколько лучше, чем год назад.....2
 Примерно так же, как год назад.....3
 Несколько хуже, чем год назад.....4
 Гораздо хуже, чем год назад.....5

3. Следующие вопросы касаются физических нагрузок, с которыми Вы, возможно, сталкиваетесь в течении своего обычного дня. Ограничивает ли Вас состояние Вашего здоровья в настоящее время в выполнении перечисленных ниже физических нагрузок? Если да, то в какой степени? (обведите одну цифру в каждой строке)

	Вид физической активности	Да, значительно ограничивает	Да, немного ограничивает	Нет, совсем не ограничивает
А	Тяжелые физические нагрузки, такие как бег, поднятие тяжестей, занятие силовыми видами спорта	1	2	3
Б	Умеренные физические нагрузки, такие как передвинуть стол, поработать с пылесосом, собирать грибы или ягоды	1	2	3
В	Поднять или нести сумку с продуктами	1	2	3
Г	Подняться пешком по лестнице на несколько пролетов	1	2	3
Д	Подняться пешком по лестнице на один пролет	1	2	3
Е	Наклониться, встать на колени, присесть на корточки	1	2	3
Ж	Пройти расстояние более одного километра	1	2	3
З	Пройти расстояние в несколько кварталов	1	2	3
И	Пройти расстояние в один квартал	1	2	3
К	Самостоятельно вымыться, одеться	1	2	3

4. Бывало ли за последние 4 недели, что Ваше физическое состояние вызывало затруднения в Вашей работе или другой обычной повседневной деятельности, вследствие чего (обведите одну цифру в каждой строке):

		Да	Нет
А	Пришлось сократить количество времени, затрачиваемого на работу или другие дела	1	2
Б	Выполнили меньше, чем хотели	1	2
В	Вы были ограничены в выполнении какого-либо определенного вида работы или другой деятельности	1	2
Г	Были трудности при выполнении своей работы или других дел (например, они потребовали дополнительных усилий)	1	2

5. Бывало ли за последние 4 недели, что Ваше эмоциональное состояние вызывало затруднения в Вашей работе или другой обычной повседневной деятельности, вследствие чего (обведите одну цифру в каждой строке):

		Да	Нет
А	Пришлось сократить количество времени, затрачиваемого на работу или другие дела	1	2
Б	Выполнили меньше, чем хотели	1	2
В	Выполняли свою работу или другие дела не так аккуратно, как обычно	1	2

6. Насколько Ваше физическое или эмоциональное состояние в течении последних 4 недель мешало Вам проводить время с семьей, друзьями, соседями или в коллективе? (обведите одну цифру)

Совсем не мешало.....1
 Немного.....2
 Умеренно.....3
 Сильно.....4
 Очень сильно.....5

7. Насколько сильную физическую боль Вы испытывали за последние 4 недели? (обведите одну цифру)

- Совсем не испытывал(а).....1
 Очень слабую.....2
 Слабую.....3
 Умеренную.....4
 Сильную.....5
 Очень сильную.....6

8. В какой степени боль в течение последних 4 недель мешала Вам заниматься Вашей нормальной работой, включая работу вне дома и по дому? (обведите одну цифру)

- Совсем не мешала.....1
 Немного.....2
 Умеренно.....3
 Сильно.....4
 Очень сильно.....5

9. Следующие вопросы касаются того, как Вы себя чувствовали и каким было Ваше настроение в течение последних 4 недель. Пожалуйста, на каждый вопрос дайте один ответ, который наиболее соответствует Вашим ощущениям.

Как часто в течении последних 4 недель (обведите одну цифру в каждой строке):

		Все время	Большую часть времени	Часто	Иногда	Редко	Ни разу
А	Вы чувствовали себя бодрым(ой)?	1	2	3	4	5	6
Б	Вы сильно нервничали?	1	2	3	4	5	6
В	Вы чувствовали себя таким(ой) подавленным(ой), что ничто не могло Вас взбодрить?	1	2	3	4	5	6
Г	Вы чувствовали себя спокойным(ой) и умиротворенным(ой)?	1	2	3	4	5	6
Д	Вы чувствовали себя полным(ой) сил и энергии?	1	2	3	4	5	6
Е	Вы чувствовали себя упавшим(ей) духом и печальным(ой)?	1	2	3	4	5	6
Ж	Вы чувствовали себя измученным(ой)?	1	2	3	4	5	6
З	Вы чувствовали себя счастливым(ой)?	1	2	3	4	5	6
И	Вы чувствовали себя уставшим(ей)?	1	2	3	4	5	6

10. Как часто в последние 4 недели Ваше физическое или эмоциональное состояние мешало Вам активно общаться с людьми? Например, навещать родственников, друзей и т.п. (обведите одну цифру)

- Все время.....1
 Большую часть времени.....2
 Иногда.....3
 Редко.....4
 Ни разу.....5

11. Насколько **ВЕРНЫМ** или **НЕВЕРНЫМ** представляется по отношению к Вам каждое из ниже перечисленных утверждений? (обведите одну цифру в каждой строке)

		Определенно верно	В основном верно	Не знаю	В основном не верно	Определенно неверно
А	Мне кажется, что я более склонен к болезням, чем другие	1	2	3	4	5
Б	Мое здоровье не хуже, чем у большинства моих знакомых	1	2	3	4	5
В	Я ожидаю, что мое здоровье ухудшится	1	2	3	4	5
Г	У меня отличное здоровье	1	2	3	4	5

Приложение В

Шкала LEFS

Вид деятельности	Выраженные трудности или невозможность	Значительные трудности	Умеренные трудности	Небольшие трудности	Нет трудностей
1. Какие-либо трудности с работой, домашней работой, школой	0	1	2	3	4
2. Ваше обычное хобби, отдых, спортивные занятия	0	1	2	3	4
3. Пользование ванной	0	1	2	3	4
4. Передвижение по квартире	0	1	2	3	4
5. Надевание обуви, носков	0	1	2	3	4
6. Сидение на корточках	0	1	2	3	4
7. Поднимание предметов, например сумки с продуктами, с пола	0	1	2	3	4
8. Тяжелая работа по дому	0	1	2	3	4
9. Тяжелая работа во дворе	0	1	2	3	4
10. Посадка и высадка из автомобиля	0	1	2	3	4
11. Прогулка (два квартала)	0	1	2	3	4
12. Прогулка (два километра)	0	1	2	3	4
13. Спуск или подъем по лестнице на 10 ступенек	0	1	2	3	4
14. Стояние в течение одного часа	0	1	2	3	4
15. Сидение в течение одного часа	0	1	2	3	4
16. Бег по ровной местности	0	1	2	3	4
17. Бег по неровной местности	0	1	2	3	4
18. Резкие повороты во время быстрого бега	0	1	2	3	4
19. Прыжки	0	1	2	3	4
20. Повороты в кровати	0	1	2	3	4

Оценка _____ баллов