

На правах рукописи

РОХОЕВ

Сайгидула Абдурахманович

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ОРТОПЕДИЧЕСКОГО ГЕКСАПОДА
ПРИ ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С КОНТРАКТУРАМИ
КОЛЕННОГО СУСТАВА
(анатомо-клиническое исследование)

3.1.8. – травматология и ортопедия

3.3.1. – анатомия человека

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Санкт-Петербург – 2022

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном учреждении «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Научный руководители:

доктор медицинских наук, профессор **Соломин Леонид Николаевич**
доктор медицинских наук, доцент **Старчик Дмитрий Анатольевич**

Официальные оппоненты:

Новиков Константин Игоревич – доктор медицинских наук, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, ведущий научный сотрудник

Багатурия Георгий Отарович – доктор медицинских наук, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, кафедра оперативной хирургии и топографической анатомии имени проф. Ф.И. Валькера, заведующий

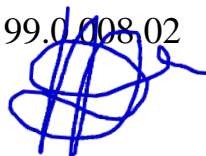
Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Минздрава России

Защита состоится «29» ноября 2022 года в 15:00 часов на заседании диссертационного совета 99.0.008.02 в ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена» Минздрава России (195427, Санкт-Петербург, ул. Академика Байкова, дом 8)

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России и на сайте <http://dissovet.rniito.ru/>.

Автореферат разослан « » _____ 2022 года

Ученый секретарь диссертационного совета 99.0.008.02
кандидат медицинских наук



Денисов А.О.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Наиболее частой, до 20-38% случаев, причиной формирования разгибательных контрактур коленного сустава являются последствия переломов бедренной кости (Апагуни А.Э., 2005; Гримайло Н.С., 2013; Gomes J.L.E et al., 2010; Razaq M.N. et al., 2016). Формирование сгибательных контрактур коленного сустава при последствиях детского церебрального паралича отмечается в 47–53% случаев, а после черепно-мозговой травмы – в 13–20% случаев (Акулов М.А. с соавт., 2016; Хатькова С.Е. с соавт., 2017; Kumari A. et al., 2012; Brashear A. et al., 2016). Наличие контрактуры ограничивает способность к выполнению повседневных действий, тем самым существенно ухудшает качество жизни пациента (. J. et al., 2010; Fitzsimmons S.E. et al., 2010; Attias M. et al., 2016; Kumar R., 2020).

При отсутствии эффекта от проводимого консервативного лечения контрактура коленного сустава определяется как стойкая и для ее устранения необходимо оперативное вмешательство (Соломин Л.Н. с соавт., 2007; Ирисметов М.Э. с соавт., 2010; Барков О.О., 2018). Наиболее часто с этой целью выполняются операции на мягких тканях: квадрицепспластики – при разгибательных и задний релиз – при сгибательных контрактурах (Ma F.Y.P. et al., 2006; Khakharia S. et al., 2009; Ebrahimzadeh M.H. et al., 2010; Oliveira V.G. et al., 2012; Sung K.H. et al., 2017; Persico F. et al., 2017; Ding B.T.K. et al., 2019; Vahedi H. et al., 2020).

Длительное существование контрактуры приводит к вторичным изменениям в мягких тканях, таких как атрофия, снижение растяжимости мышц и их рубцовое перерождение, хроническое сокращение и образование спаек по ходу сосудов и нервов (Ирисметов М.Э. с соавт., 2010; Барков О.О., 2013; Schnitzler A. et al., 2017; Marfo K.A. et al., 2018). В подобных случаях выполнение квадрицепспластики сопряжено с риском возникновения некроза кожи, тракционного повреждения четырехглавой мышцы бедра (ЧГМБ), отрывным переломом надколенника или бугристости большеберцовой кости (Kundu Z. et al., 2007; Hahn S.B. et al., 2010; Mousavi H. et al., 2017; Khan L. et al., 2021). При выполнении заднего релиза не всегда удается одномоментно достичь полного разгибания из-за риска тракционного повреждения подколенного сосудисто-нервного пучка (Katz K. et al., 2004; Hosny G.A. et al., 2008, Gaurav K. et al., 2010). Во избежание указанных осложнений

мягкотканый этап операции может быть дополнен укорачивающей остеотомией, отрицательные стороны которой очевидны. Другая опция – это наложение аппарата внешней фиксации (АВФ) с целью устранения контрактуры постепенно во времени. Наиболее часто для этого используются АВФ с одноосевым типом шарнира, в том числе аппарат Илизарова (Lee D.H. et al., 2010; Balci H.I. et al., 2014; Zhai J. et al., 2019; Park H. et al., 2019). Однако известно, что движения в коленном суставе являются сложными и не ограничиваются одной плоскостью, а центр вращения коленного сустава не фиксирован и может изменять свое положение при сгибании-разгибании (Евсеев В.И., 2018; Coles L.G. et al., 2015).

Степень разработанности темы исследования

Проанализировав различные варианты заднего релиза для устранения сгибательных контрактур коленного сустава, установлено, что они не имеют должного экспериментального и анатомического обоснования. Как следствие, неизвестно на какие анатомические структуры более рационально воздействовать для достижения наилучшего эффекта (Damron T. et al., 1991; Feng L. et al., 2012; Bozinovski Z. et al., 2014; Sung K.H. et al., 2017).

Более 60 лет аппараты внешней фиксации применяются для лечения контрактур коленного сустава (Оганесян О.В., 2004). В течение этого периода времени были разработаны и апробированы различные типы шарнирного механизма АВФ. Разнообразие модификаций шарнирного механизма АВФ, также связано с меняющимися воззрениями на кинематику коленного сустава в различные периоды времени (Coles L.G. et al., 2015). Так, АВФ, применяемые для коленного сустава, в соответствии с их шарнирным механизмом можно разделить на бесшарнирные, одноосевые, «воспроизводящие» и работающие по типу виртуального шарнира. При детальном разборе особенностей кинематики коленного сустава и анализе различных типов шарнирного механизма выявлено, что только конструкции, работающие на основе виртуального шарнира технически способны воспроизвести сложные движения в коленном суставе (Massobrio M. et al., 2021). К конструкциям данного типа относятся ортопедические гексаподы, работающие при помощи пассивной компьютерной навигации (Соломин Л.Н. с соавт., 2011).

Конструктивно все известные на сегодняшний день ортопедические гексаподы могли бы с той или иной эффективностью применяться для

восстановления функции коленного сустава. При первых попытках разработать оптимальные компоновки ортопедического гексапода Орто-СУВ (Соломин Л.Н. с соавт., 2011) для разработки движений в коленном суставе были использованы модели, не содержащие мягкие ткани бедра и голени (Соломин Л.Н. с соавт., 2009). Вследствие этого не учитывалось, что сгибание в аппарате может быть ограничено соприкосновением страт с мягкими тканями.

Компьютерные программы всех известных на сегодняшний день гексаподов исходно разрабатывались с целью коррекции деформаций длинных костей и репозиции переломов (Скоморошко П.В., 2013). Поэтому программа рассчитывает перемещение дистального фрагмента по наикратчайшей траектории и имеется возможность установки только одной оси, вокруг которой будет происходить вращение (Виленский В.А. с соавт., 2015). В компьютерной программе ортопедического гексапода Орто-СУВ имеется опция «многоэтапной коррекции», которая позволяет рассчитывать перемещение дистального фрагмента по любой траектории и за любое количество этапов. Однако, применительно к контрактурам коленного сустава, для этого необходимо располагать данными о локализации центра вращения при различных углах сгибания. Информация о реальной локализации центров вращения отсутствует как в отечественных, так и в зарубежных публикациях: имеющиеся данные демонстрируют только траекторию перемещения, и не более того (Frankel V.H. et al. 1971; Soudan K. et al., 1979; Оганесян О.В., 2004).

Практическая и научная значимость перечисленных выше нерешенных вопросов хирургического лечения стойких контрактур коленного сустава у пациентов рассматриваемого профиля, обусловили необходимость выполнения нашего диссертационного исследования, а также определили ее цель и задачи.

Цель исследования - обосновать и апробировать в клинике комплекс мер, направленных на улучшение исходов хирургического лечения пациентов с контрактурами коленного сустава, основанных на использовании ортопедического гексапода Орто-СУВ.

Задачи исследования:

1. На основе анализа литературы определить нерешенные вопросы и перспективные направления использования аппаратов внешней фиксации в лечении пациентов с контрактурами коленного сустава.

2. В эксперименте на муляжах нижних конечностей с моделированными мягкими тканями людей с разным соматотипом усовершенствовать компоновки ортопедического гексапода Орто-СУВ, используемые при лечении пациентов с контрактурами коленного сустава.

3. В эксперименте с использованием анатомических препаратов нижней конечности определить локализацию мгновенных центров вращения коленного сустава и на этой основе разработать биомеханически обоснованную методику расчета сгибания-разгибания в компьютерной программе для ортопедического гексапода.

4. Посредством прикладного анатомического исследования определить структуры, от которых в наибольшей степени зависит формирование сгибательных контрактур коленного сустава и на этой основе усовершенствовать методику операции заднего релиза у пациентов указанного профиля.

5. Провести сравнительную оценку результатов применения ортопедического гексапода Орто-СУВ и аппарата Илизарова при лечении пациентов со стойкими сгибательными и разгибательными контрактурами коленного сустава.

Научная новизна исследования

1. Разработано устройство для определения оптимальных компоновок ортопедического гексапода, применяемого для разработки движений при контрактурах коленного сустава и способ его использования (патент РФ на изобретение № 2763643).

2. В результате экспериментально-анатомического исследования впервые определены конкретные локализации мгновенных центров вращения коленного сустава и величины внутренней ротации голени при различных углах сгибания.

3. На основе анатомического исследования выявлены структуры, наиболее вовлеченные в процесс формирования сгибательных контрактур коленного сустава и степень их препятствия разгибанию сустава.

4. Дано обоснование применению аппарата Илизарова и ортопедического гексапода при сгибательных и разгибательных контрактурах коленного сустава.

Практическая значимость работы

1. Экспериментально и клинически обоснован оптимальный вариант компоновки ортопедического гексапода, обеспечивающий сгибание в коленном суставе не менее 120° .

2. Разработан метод расчета в компьютерной программе ортопедического гексапода обеспечивающий движения в соответствии с кинематикой коленного сустава, что в свою очередь позволяет достичь высоких функциональных результатов при лечении пациентов с разгибательными контрактурами коленного сустава.

3. Усовершенствована методика операции заднего релиза, позволяющая разогнуть сустав на максимально возможную величину и сохранить функцию сгибателей голени (патент РФ на изобретение № 2729021).

4. Доказано, что в сравнении с аппаратом Илизарова применение ортопедического гексапода Орто-СУВ при лечении пациентов с разгибательными контрактурами коленного сустава позволяет добиться более высоких функциональных показателей, при сгибательных контрактурах обосновано использование аппарата Илизарова.

Методология и методы исследования

Выполненное нами диссертационное исследование включало взаимосвязанные экспериментально-анатомическую и клиническую части. Первоначально был проведен отбор и анализ научных публикаций, посвященных кинематике коленного сустава и хирургическому лечению контрактур коленного сустава. Анализ литературы позволил четко спланировать собственные экспериментально-анатомические и клинические исследования, которые связаны одной общей целью.

Экспериментально-анатомическая часть исследования включала три раздела. В первом разделе на искусственных моделях нижних конечностей людей с разным соматотипом определяли компоновки ортопедического гексапода Орто-СУВ, обеспечивающие максимально возможную амплитуду движений без соприкосновения страт с мягкими тканями. Второй раздел данной части работы был посвящён исследованию кинематики коленного сустава и разработке методики расчета в компьютерной программе Орто-СУВ, которая обеспечивает движения в коленном суставе в соответствии с его естественной кинематикой. В третьем разделе определяли посредством

анатомического исследования, какие структуры наиболее вовлечены в процесс формирования сгибательных контрактур, и на этой основе усовершенствовали методику операции «заднего релиза». Результаты экспериментально-анатомической части исследования были внедрены в клиническую практику.

Клиническая часть работы основана на сравнительной оценке результатов лечения пациентов с контрактурами коленного сустава при использовании ортопедического гексапода Орто-СУВ и аппарата Илизарова, а также с данными других авторов. В основную группу (Орто-СУВ) вошло 66 человек, из них 31 пациент вошел в подгруппу с разгибательными и 35 – в подгруппу со сгибательными контрактурами коленного сустава. В группу сравнения (аппарат Илизарова) вошли 65 человек, из них 32 пациента – в подгруппу со сгибательными контрактурами и 33 – в подгруппу с разгибательными контрактурами. Сравнительный анализ проводился между подгруппами основной и сравниваемой групп. На основании выполненного анализа литературы, собственных экспериментально-анатомических и клинических исследований были обоснованы показания к применению ортопедического гексапода Орто-СУВ.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Разработанный вариант компоновки ортопедического гексапода и метод расчета в компьютерной программе обеспечивают амплитуду движений в коленном суставе не менее 120° без касания страт с мягкими тканями и возможность воспроизведения всех свойственных пассивной кинематике компонентов движения (скольжение, пережат, ротация).
2. Обоснованная анатомическими исследованиями методика операции заднего релиза обеспечивает максимально возможное одномоментное разгибание голени, что позволяет сократить сроки использования АВФ.
3. При лечении пациентов со сгибательными контрактурами использование ортопедического гексапода Орто-СУВ не имеет значимых преимуществ по сравнению с применением аппарата Илизарова.
4. Применение ортопедического гексапода Орто-СУВ при лечении пациентов с разгибательными контрактурами коленного сустава позволяет добиться более высокой доли отличных функциональных результатов при меньшем количестве выполненных циклов сгибания-разгибания по сравнению с аппаратом Илизарова.

Степень достоверности и апробация результатов исследования

Полученные результаты диссертационного исследования основаны на анализе 215 научных публикаций, данных собственных экспериментально-анатомических исследований, а также сравнительной оценке клинических результатов использования ортопедического гексапода Орто-СУВ при лечении 66 пациентов и применения аппарата Илизарова при лечении 65 пациентов с контрактурами коленного сустава. Все пациенты были сопоставимы по основным характеристикам и отличались в основном только используемой металлоконструкцией. Контрольные осмотры с оценкой функции сустава у пациентов обеих групп проводили после демонтажа АВФ на 2-е сутки, спустя 6 и 12 месяцев с момента демонтажа АВФ. У проспективных пациентов в основной группе для оценки динамики изменения функциональных исходов осмотры также проводили по прошествии 3 и 9 месяцев с момента демонтажа АВФ. Полученные количественные данные были обработаны с использованием надлежащих методов статистического анализа. Принимая во внимание все сказанное, результаты выполненного диссертационного исследования являются достоверными, а сделанные выводы обоснованными.

Результаты выполненной работы были представлены на конференции молодых ученых Северо-Западного Федерального округа «Актуальные вопросы травматологии и ортопедии» (Санкт-Петербург, 2020), III национальном конгрессе «Реабилитация-XXI век: традиции и инновации» (Санкт-Петербург, 2020), XI научно-практической конференции «Илизаровские чтения» (Курган, 2021), Научно-практической конференции «Вреденовские чтения» (Санкт-Петербург, 2021).

По материалам научного исследования опубликовано 6 печатных работ, в том числе 4 работы в рецензируемых научных журналах, входящих в список изданий, рекомендованных ВАК РФ, получено 2 патента РФ на изобретение.

Результаты исследования внедрены в практику работы клиники ФГБУ «НМИЦ травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России. Материалы исследования используются также при обучении на кафедре травматологии и ортопедии НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена клинических ординаторов, аспирантов и врачей-травматологов-ортопедов, проходящих усовершенствование по программам дополнительного образования.

Личный вклад автора

Автор самостоятельно проанализировал тематические научные публикации и выполнил эксперименты по усовершенствованию компоновок ортопедического гексапода. Лично выполнял исследование кинематики на анатомических препаратах и принимал участие в прикладном анатомическом исследовании. При выполнении клинической части работы автором были отобраны тематические пациенты, проводилась курация профильных пациентов и участие при выполнении оперативного вмешательства. Весь объем полученных был проанализирован, статистически обработан и представлен в виде таблиц и диаграмм самим автором. Автор активно участвовал в подготовке научных статей и заявок на изобретение по теме диссертационной работы, а также представлял результаты диссертационной работы на научных конференциях. Автором изложены выводы, практические рекомендации и подготовлен текст диссертации.

Объем и структура диссертации

Материалы научного исследования изложены на 181 странице машинописного текста. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений, списка литературы и приложений. В списке литературы содержится 215 источников: из них: 81 – отечественных и 134 – зарубежных авторов. Работа содержит 27 таблиц и 57 иллюстраций.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи исследования, освещены научная новизна и практическая ценность, изложены основные положения, выносимые на защиту, представлены сведения о реализации и апробации работы, объеме и структуре диссертации.

В первой главе выполнен критический анализ отечественных и зарубежных публикаций, посвященных проблеме лечения пациентов с контрактурами коленного сустава. Освещены актуальные методы лечения контрактур, применяемые на сегодняшний день. Было показано, что при стойком характере, контрактуры коленного сустава наиболее часто устраняются при помощи мягкотканых вмешательств. При анализе

мягкотканых вмешательств выполняемых при сгибательных контрактурах выявлено отсутствие анатомически обоснованного подхода к оперативным методам, предложенным различными авторами. Эффективность мягкотканых методик снижается при длительно существующих контрактурах, когда хронически сокращенные мягкие ткани не позволяют одновременно достичь необходимой величины сгибания или разгибания в суставе. Во избежание осложнений, мягкотканый этап операции предпочтительно комбинировать с наложением АВФ для последующего сгибания или разгибания сустава во времени.

Основная проблема использования АВФ, с которой сталкиваются специалисты при лечении контрактур коленного сустава, это его сложная кинематика. Были проанализированы особенности кинематики коленного сустава и принципы работы описанных в литературе АВФ, отличающихся в основном типом шарнирного механизма. Выявлено, что на сегодняшний день только аппараты с виртуальным типом шарнирного механизма (ортопедические гексаподы), технически способны воспроизвести сложные движения в коленном суставе. Однако экспериментально-клинических работ обосновывающих, соответствие воспроизводимых движений при его использовании у пациентов с контрактурами коленного сустава ранее не проводилось.

Во второй главе диссертации представлены материалы и методы работы, включавшей экспериментально-анатомическую часть, выполненную с привлечением искусственного (пластиковые модели) и анатомического материала (задачи №№2,3,4) и клиническую часть исследования (задача №5).

Для решения *второй задачи* были проведены эксперименты по усовершенствованию компоновок ортопедического гексапода Орто-СУВ, применяемых для лечения контрактур коленного сустава, и способных обеспечить максимальную амплитуду движений без контакта страт с мягкими тканями. Были проведены замеры длины и окружности бедра у пациентов с эндоморфным, мезоморфным и андоморфным типом телосложения. По результатам замеров были изготовлены искусственные модели нижних конечностей, включающие мягкие ткани бедра и голени. Для каждого соматотипа были подобраны кольцевые опоры в соответствии с окружностью бедра и голени. Обеспечиваемая компоновкой амплитуда движений в коленном

суставе была исследована в 5 различных вариантах (рис. 1). Каждый вариант компоновки был исследован при расположении базовой и мобильной опор гексапода на расстояниях 100, 120, 140, 160мм от суставной щели (рис. 1а).

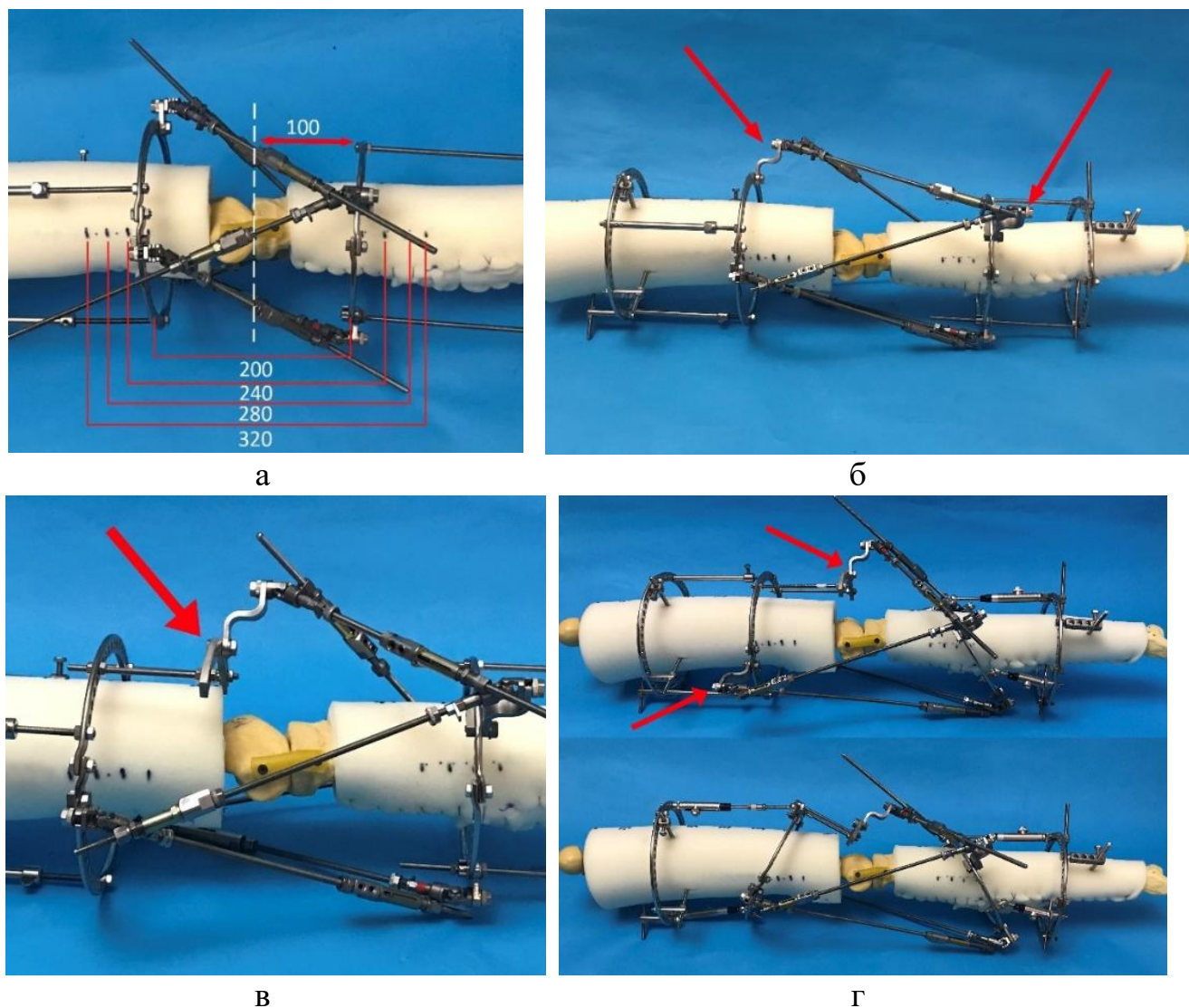


Рис. 1. Варианты компоновок: а - вариант I; б – вариант II; в вариант III; г – вариант IV и вариант V (Z-образные пластики и свободный сектор отмечены красными стрелками)

При решении *третьей задачи* были проведены эксперименты на 12-ти непарных нефиксированных препаратах нижней конечности с целью определить локализацию мгновенных центров вращения при различных углах сгибания. Исследование проводилось при помощи специально разработанного устройства, обеспечивающего возможность имитации как активных, так и пассивных движений в коленном суставе (рис. 2).

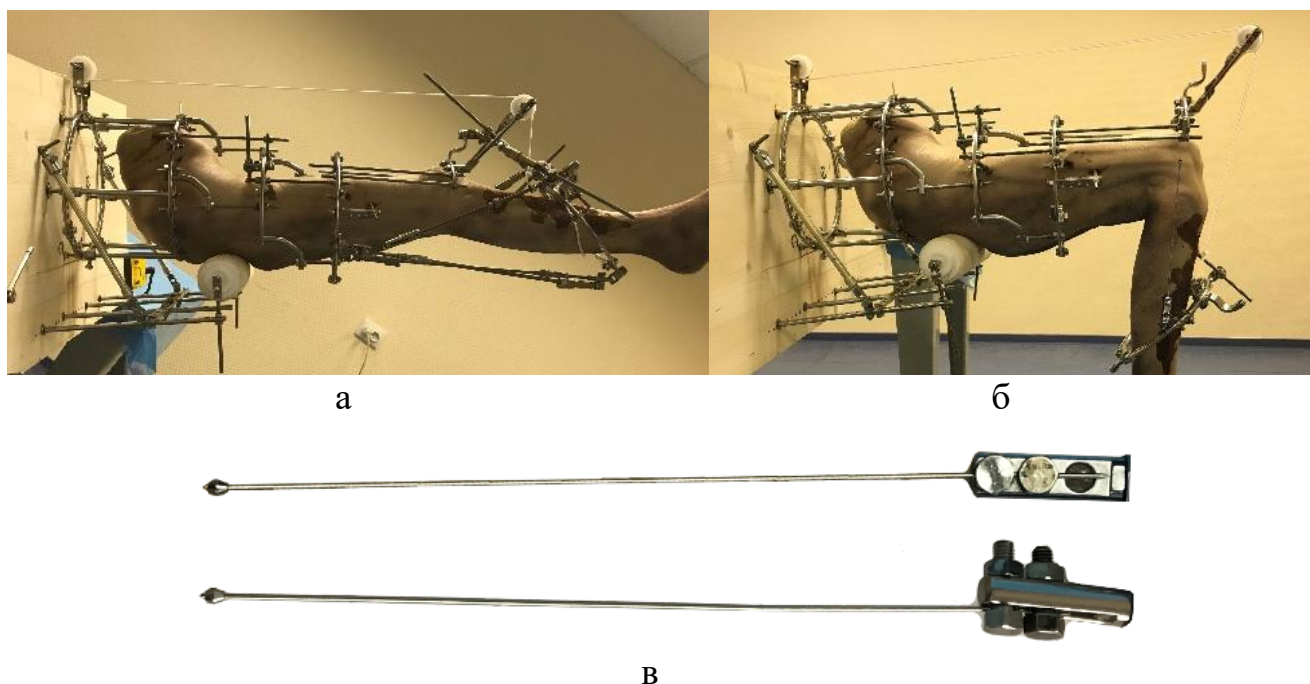


Рис. 2. Устройство, используемое для исследования мгновенных центров вращения коленного сустава: а – обеспечение разгибания голени; б – обеспечение сгибания голени; в - рентген-позитивный маркер

Устройство позволяет при помощи рентген-позитивного маркера (рис. 2в, рис. 3а) идентифицировать нулевой мгновенный центр вращения (в точке пересечения заднего кортикального слоя и межмышцелковой линии). При выполнении эксперимента поэтапно, каждые 10° сгибания до достижения угла 120° , выполняли контрольные рентгенограммы для определения локализации мгновенных центров вращения (рис. 3б). После этого при помощи графического редактора были получены данные о точной локализации мгновенных центров вращения при различных углах сгибания в коленном суставе (рис. 3г). В дополнении проводилась оценка величины внутренней ротации голени при 10° , 30° , 60° , 90° и 120° пассивного сгибания в коленном суставе. Полученные данные о локализации мгновенных центров вращения и величин внутренней ротации голени были использованы для проведения экспериментального расчета в компьютерной программе Орто-СУВ. Было проведено два варианта расчета сгибание с учетом перемещающегося центра вращения без ротации голени и сгибание с учетом перемещающегося центра вращения с добавлением ротации голени. Полученные при расчете в программе длины страт сравнивали с длинами страт, измеренными при имитации активного и пассивного сгибания с интервалами каждые 10° (от 0° до 120°).

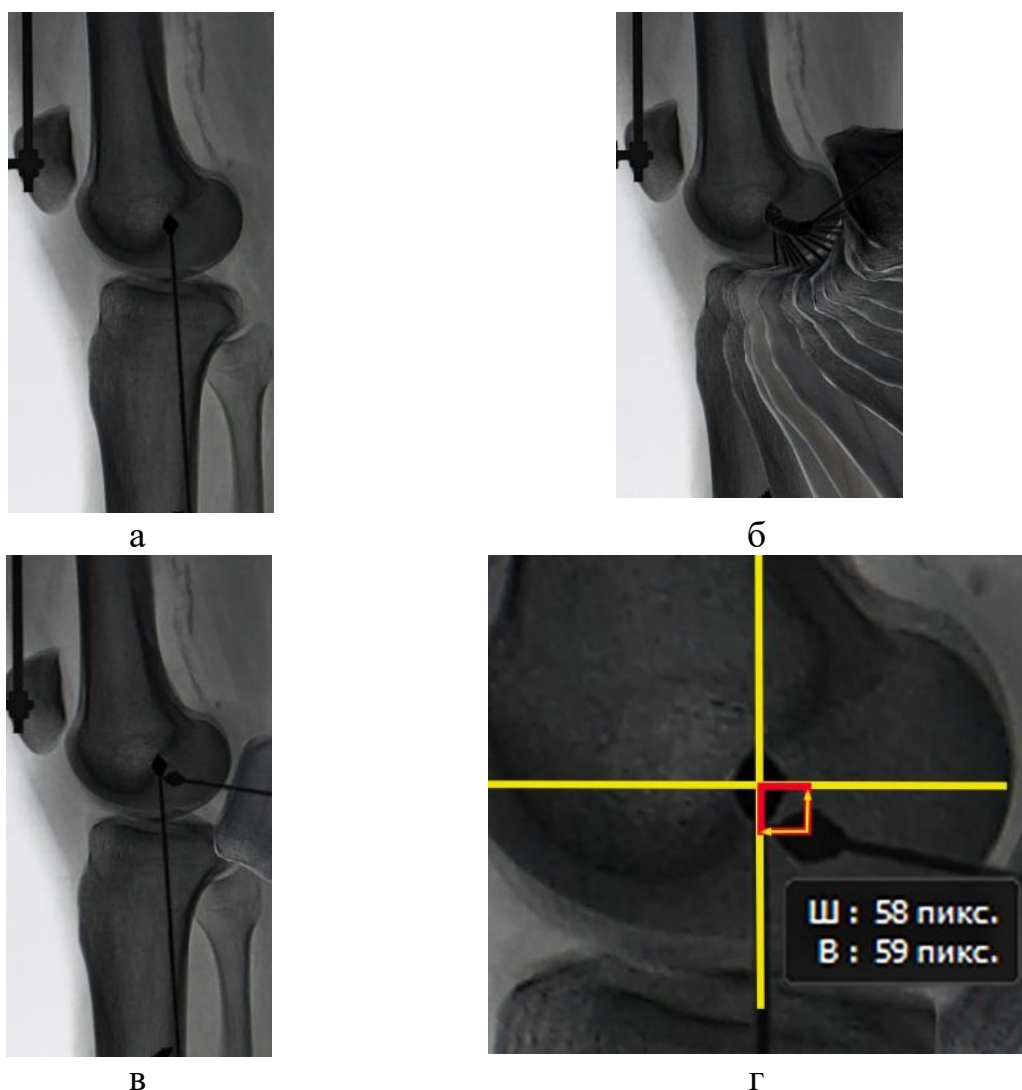


Рис. 3. Этапы выполнения эксперимента: а – установка метки в проекции нулевого мгновенного центра; б – интервальные рентгенограммы обработанные в графическом редакторе; в – рентгенограмма коленного сустава в положении 80° сгибания; г – определение местоположения исследуемой метки относительно метки, установленной в проекции нулевого мгновенного центра

При решении *четвертой задачи* было проведено прикладное анатомическое исследование на 18 нефиксированных препаратах нижних конечностей со сгибательной контрактурой коленного сустава которое включало 2 серии. В первой серии с целью выявления наиболее вовлеченных в патологический процесс при сгибательных контрактурах мягких тканях были выполнены поперечные распилы двух коленных суставов с контрактурой на 6 уровнях с последующим изготовлением пластинированных гистотопограмм. Пластинаты были изготовлены по оригинальной технологии при помощи эпоксидной смолы (Старчик Д.А., 2015). Во второй серии на 16 препаратах нижней конечности изучали, какие структуры оказывают наибольшее

препятствие разгибанию сустава. Для этого поочередно отсекали наиболее натянутые анатомические структуры и регистрировали величину разгибания, достигнутую после каждого отсечения.

Клиническая часть диссертационного исследования представляет собой сравнительный анализ результатов лечения 66 пациентов, которым при лечении контрактур в дополнении к мягкотканному релизу был использован ортопедический гексапод Орто-СУВ (основная группа) и 65 пациентов, у которых был применен аппарат Илизарова (группа сравнения). В обеих группах пациенты были разделены на 2 подгруппы в соответствии с ограниченной у пациентов функции сгибания или разгибания в коленном суставе. Таким образом, сравнение проводилось между соответствующими подгруппами основной и сравниваемой групп. При сравнительном анализе между группами оценивали различные периоды проводимого лечения. Функциональные результаты оценивали по амплитуде движений коленного сустава и специализированным шкалам-опросникам KSS, Lysholm, LEFS по прошествии 2 дней с момента демонтажа АВФ, а также через 6 и 12 месяцев с момента демонтажа АВФ. Дополнительно у проспективных пациентов основной группы изменение движений в коленном суставе определяли на сроках 3 и 9 месяцев после демонтажа АВФ. Для сравнительного анализа частоты осложнений была использована классификация, разработанная J.Caton (Caton J., 1991).

При обработке количественных данных и частотных характеристик использовались непараметрические методы статистического анализа, выполненные в компьютерной программе Statistica (версия 10).

В третьей главе диссертации представлены и обсуждены результаты экспериментально-анатомической части исследования. В эксперименте по усовершенствованию компоновок ортопедического гексапода Орто-СУВ, было выявлено, что независимо от типа конституциональной изменчивости, наибольшая амплитуда движений достигается при варианте V компоновки ($p < 0,05$). Данный вариант включает, установку опор на расстоянии 160 мм от суставной щели, свободный сектор и фиксацию при помощи Z-образных платиков в точках прикрепления страт №1, №2, №6. При этом базовая опора должна быть установлена под наклоном 120° , а мобильная – под наклоном 60° к анатомической оси бедренной кости в сагиттальной плоскости; углы по передней поверхности открыты в проксимальном направлении.

По результатам определения локализации мгновенных центров вращения и измерения величин внутренней ротации голени был разработан специальный шаблон (рис. 4), который далее был использован при расчете сгибания в компьютерной программе Орто-СУВ.

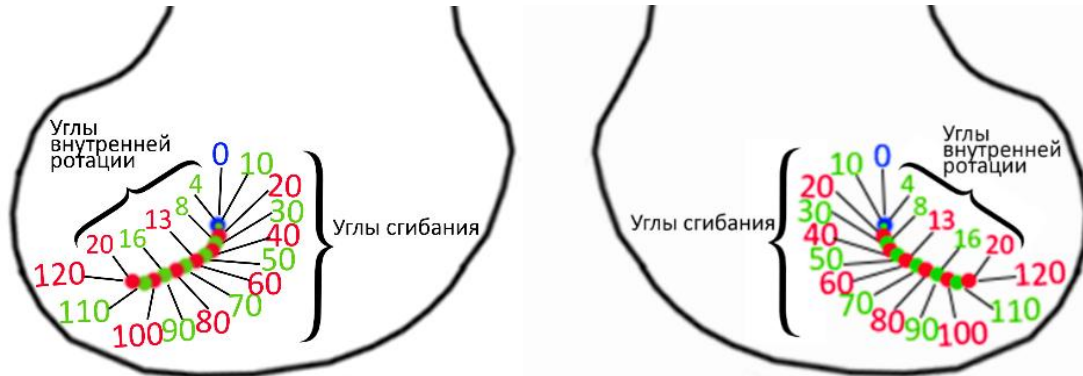


Рис. 4. Левый и правый шаблоны мгновенных центров вращения с величинами ротации при различных углах сгибания в коленном суставе

При сравнении длин страт, полученных при расчете в компьютерной программе при помощи шаблона, с данными длин страт, измеренных при имитации «активного» сгибания каждые 10° , статистически значимой разницы не выявлено ($p > 0,05$). При сравнении длин страт, измеренных каждые 10° пассивного сгибания, с данными расчета сгибания каждые 10° с использованием шаблона и добавлением ротации вокруг оси, установленной в центре сустава, значимых различий не выявлено ($p > 0,05$). Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о соответствии выполняемого в программе расчета сгибания естественной кинематике коленного сустава.

В ходе анатомического исследования препаратов со сгибательными контрактурами коленного сустава были выявлены структуры, наиболее вовлеченные в процесс ее формирования. Было показано, что в процентном соотношении наиболее значимое препятствие разгибанию голени оказывают *m. biceps femoris*, *m. semimembranosus* и *m. gastrocnemius*. В средней степени контрактуре способствуют *m. semitendinosus*, *m. gracilis* и задний отдел капсулы коленного сустава. Наименее значимо препятствуют разгибанию *m. sartorius*, *m. plantaris*, фасция и кожа.

Четвертая глава посвящена сравнительному анализу и обсуждению результатов лечения подгрупп пациентов со сгибательными и разгибательными контрактурами коленного сустава, у которых применялся ортопедический гексапод Орто-СУВ (основная группа) и аппарат Илизарова (сравниваемая

группа). В главе представлены особенности оперативного вмешательства и послеоперационного ведения пациентов. Мягкотканых этап операции у пациентов со сгибательными контрактурами проводился по новой методике операции «заднего релиза» разработанной на основе данных анатомической части исследования (Патент РФ № 2729021).

Основные характеристики пациентов со сгибательными контрактурами коленного сустава основной и сравниваемой групп представлены в табл. 1. При сравнении периода использования АВФ в основной и сравниваемой подгруппах пациентов со сгибательными контрактурами статистически значимые различия не были выявлены ($p > 0,05$). В среднем полное разгибание коленного сустава, достигнутое в обеих подгруппах, оставалось прежним на всех сроках наблюдения ($p > 0,05$).

Таблица 1. Распределение пациентов обеих подгрупп со сгибательными контрактурами по гендерно-возрастным характеристикам, этиологии и давности существования контрактуры (Me [Q25; Q75], n/%)

Подгруппа		Основная		Сравнения	
Количество		35		32	
Пол		Муж	Жен	Муж	Жен
		21/60%	14/40%	19/59,4%	13/40,6%
Возраст		32 [27;43]		28 [26;37]	
Этиология	ДЦП	17/48,57%		18/56,25%	
	ЧМТ	10/28,57%		8/25,0%	
	ОНМК	8/22,86%		6/18,75%	
Давность	3-5 лет	14/40,0%		9/28,13%	
	6-10 лет	4/11,43%		5/15,63%	
	↑10лет	17/48,57%		18/56,25%	

При сравнении величины максимального сгибания в обеих подгруппах статистически значимой разницы не обнаружено на всех сроках наблюдения ($p > 0,05$). Средняя сумма баллов по шкалам KSS и Lysholm на вторые сутки после демонтажа АВФ, а также по прошествии 6 и 12 месяцев были статистически значимо меньше в подгруппе сравнения ($p < 0,05$). При сравнении средних баллов по шкале LEFS на всех сроках наблюдения статистически значимой разницы не обнаружено ($p < 0,05$).

В основной подгруппе осложнения были зарегистрированы в 12 (34,28%) случаях, из которых 9 (25,7%) - 1 категории и 3 (8,5%) – 2 категории по J. Caton.

В подгруппе сравнения осложнения были зарегистрированы у 11 (31,42%) пациентов, из которых 6 (18,75%) - 1 категория и 5 (15,63%) – 2 категории. При сравнительном анализе осложнений в обеих подгруппах статистически значимых различий не обнаружено ($p > 0,05$).

Основные характеристики пациентов с разгибательными контрактурами коленного сустава основной и сравниваемой подгрупп представлены в табл. 2 и 3.

Таблица 2. Распределение пациентов в обеих подгруппах с разгибательными контрактурами по локализации перелома и метода лечения (n/%)

Подгруппа		Основная		Сравнения	
Классификация переломов по АО/ОТА		32	10/32,3%	32	14/42,4%
		33-A2,3	21/67,7%	33-A2,3	19/57,6%
Метод лечения перелома	Консервативное лечение	12 /38,7%		14/42,4%	
	МОС пластиной	9/29,03%		7/21,2%	
	АВФ	4/12,9%		6/18,1%	
	БИОС	2/6,45%		4/12,1%	
	ПИВВФ	4/12,9%		2/6,06%	

Таблица №3. Распределение пациентов обеих подгрупп по полу, возрасту, длительности ограничения и дооперационной амплитуды движений (n/%, Me[Q25;Q75])

Подгруппа	Основная		Сравнения	
Количество	31		33	
Возраст	33 [18;55]		35 [19;57]	
Пол	Муж	Жен	Муж	Жен
	21/67,8%	10/32,2%	20/60,6%	13/39,9%
Длительность ограничения движения	2 года	12/38,7%	2 года	15/45,4%
	3 года	15/48,3%	3 года	15/45,4%
	4 года	4/12,9%	4 года	3/9,09%
Амплитуда движений до операции	20° [15°;35°]		30° [20°;35°]	

При сравнении периода разработки движений и периода использования АВФ в обеих подгруппах не было выявлено статистически значимого различия ($p > 0,05$). При помощи ортопедического гексапода в среднем удавалось

максимально согнуть коленный сустав на 115° , что на 25° больше, чем в подгруппе сравнения, где максимальный угол сгибания в среднем составил 90° ($p < 0,05$). За счет этого в основной подгруппе требовалось большее время для сгибания, но при этом пациенты основной подгруппы достигали активного сгибания 90° , выполняя меньшее количество циклов сгибания-разгибания (рис. 5).

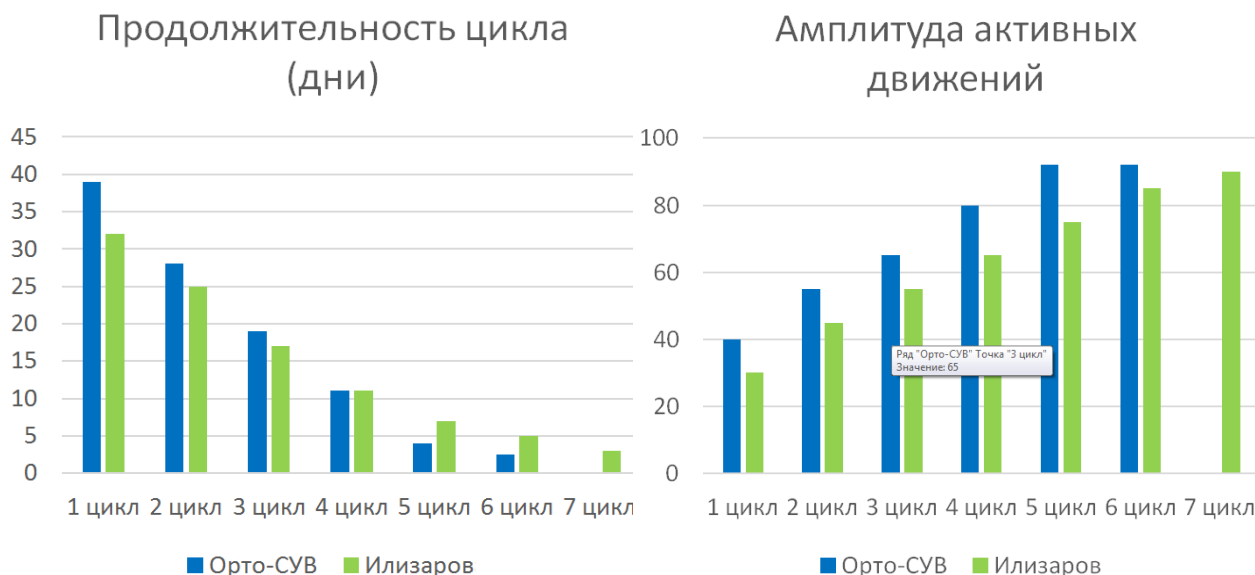


Рис. 5. Средние значения длительности циклов «сгибания-разгибания» и амплитуды активных движений после каждого цикла

При оценке амплитуды движений по прошествии 6 и 12 месяцев с момента демонтажа АВФ, значительно меньшая разница наблюдалась в подгруппе сравнения ($p < 0,05$). Так, в сравниваемой подгруппе по прошествии 6 месяцев средняя амплитуда движений была равна 90° ($90;95$) и оставалась прежней спустя 12 месяцев (рис. 5). В основной подгруппе через 6 месяцев амплитуда движений в коленном суставе в среднем составила 105° ($100;110$), а по прошествии 12 месяцев 115° ($110;120$). Средние баллы по шкалам KSS, Lysholm и LEFS по прошествии 6 и 12 месяцев с момента демонтажа АВФ (рис. 6) были статистически значимо меньше в подгруппе сравнения ($p < 0,05$). В основной подгруппе осложнения были зарегистрированы в 15 (48,3%) случаях, из которых 12 (38,7%) - 1 категории и 2 (6,4%) – 2 категории по J. Caton.

Оценка функции по шкалам

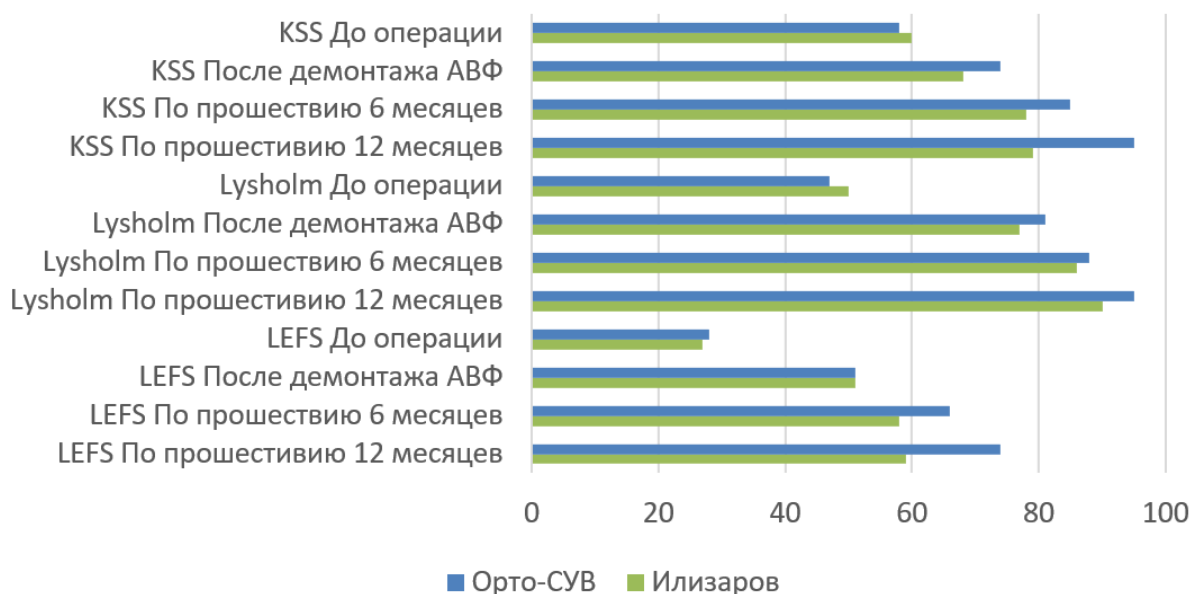


Рис. 6. Средние балльные значения при оценке функции по шкалам KSS, Lysholm и LEFS в обеих подгруппах на разных сроках наблюдения

В подгруппе сравнения осложнения были зарегистрированы у 17 (51,4%) пациентов, из которых 16 (48,4%) - 1 категория и 1 (3%) – 2 категории. При сравнительном анализе осложнений в обеих подгруппах статистически значимых различий не обнаружено ($p > 0,05$).

В пятой главе представлены экспериментально-клинические обоснования применения ортопедического гексапода при лечении пациентов с контрактурами коленного сустава с уточнением показаний для его использования. Проведено обсуждение необходимости усовершенствования компоновок ортопедического гексапода Орто-СУВ, обоснованы оптимальные варианты компоновок для пациентов со сгибательными и разгибательными контрактурами коленного сустава. Представлены данные, подтверждающие клиническую эффективность усовершенствованных компоновок при лечении пациентов с контрактурами коленного сустава.

Помимо этого, в данной главе представлены экспериментальные обоснования о соответствии разработанного метода расчета сгибания-разгибания выполняемого в программе при помощи шаблона, отражающего естественную кинематику коленного сустава. Представленные в главе доводы успешно прошли проверку в клинической практике, что отражено в высоких

функциональных результатах лечения пациентов с разгибательными контрактурами.

Кроме этого, в пятой главе представлены анатомические обоснования, на основании которых была разработана новая методика операции заднего релиза, применение которой позволило сократить сроки и повысить эффективность лечения пациентов со сгибательными контрактурами.

В завершении пятой главы проведено обсуждение и представлено отсутствие значимых преимуществ ортопедического гексапода Орто-СУВ при лечении пациентов со сгибательными контрактурами. Напротив, результаты применения ортопедического гексапода Орто-СУВ при лечении пациентов с разгибательными контрактурами в значимой степени превосходят результаты использования аппарата Илизарова. Таким образом, показанием для применения ортопедического гексапода Орто-СУВ являются пациенты с разгибательными контрактурами коленного сустава.

В заключении подведены общие итоги работы, представлены сведения по решению всех пяти задач диссертационного исследования и кратко обсуждены полученные результаты.

ВЫВОДЫ

1. Анализ профильной литературы подтвердил как целесообразность использования ортопедических гексаподов при лечении пациентов с контрактурами коленного сустава, так и тот факт, что оптимальные компоновки и методы расчета в компьютерной программе отсутствуют.

2. Эксперименты по усовершенствованию компоновок ортопедического гексапода, выполненные на искусственных муляжах нижних конечностей людей с разным соматотипом, показали, что независимо от соматотипа наилучшие показатели амплитуды движений обеспечиваются установкой базовой и мобильной опор на расстоянии 160 мм от суставной щели, а также наклоном базовой опоры под углом 120° , а мобильной – 60° .

3. Экспериментальное анатомическое исследование на нефиксированных препаратах нижних конечностей позволяет определить локализацию мгновенных центров вращения и величину внутренней ротации, необходимых для разработки оригинальной методики расчета пассивной кинематики коленного сустава в компьютерной программе Орто-СУВ.

4. В результате анатомического исследования на нефиксированных препаратах нижних конечностей выявлено, что наибольшее значение при формировании сгибательных контрактур имеют сухожилия полуперепончатой, икроножной и двуглавой мышц бедра, что необходимо учитывать при заднем релизе.

5. При лечении пациентов с разгибательными контрактурами коленного сустава применение ортопедического гексапода в сравнении с аппаратом Илизарова обеспечивает лучшие функциональные исходы ($p < 0,05$), при лечении пациентов со сгибательными контрактурами применение ортопедического гексапода Орто-СУВ не имеет явных преимуществ перед аппаратом Илизарова.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Ортопед, занимающийся лечением пациентов с контрактурами коленного сустава, должен владеть навыками чрескостного остеосинтеза в целом и особенностями его использования при данной патологии в частности.

2. При лечении пациентов со сгибательными контрактурами для получения максимального разгибания во время операции мы рекомендуем применять разработанную нами методику операции заднего релиза, защищенную патентом РФ 2729021 С1.

3. Пациент должен быть осведомлен, что в случае невозможности одномоментного устранения контрактуры интраоперационно будет принято решение о дополнительном использовании АВФ, а именно ортопедического гексапода Орто-СУВ в случае разгибательной и аппарата Илизарова в случае сгибательной контрактуры.

4. При использовании аппарата Илизарова корректное расположение осевых шарниров имеет принципиальное значение. Для того чтобы соответствовать этому требованию, под ЭОП-контролем строго во фронтальной плоскости проводят спицу с точкой введения на пересечении линии заднего кортикального слоя бедренной кости с межмышцелковой линией (линия Блюменсаата), т.е. согласно оси сгибания/разгибания в коленном суставе. На внутренний и наружный концы спицы «надевают» осевые шарниры, к которым присоединяют резьбовые стержни – бранши шарниров. Резьбовые стержни, в свою очередь, соединяют с базовым и мобильным кольцами. После этого спица может быть удалена.

5. Рентгенограммы коленного сустава должны быть выполнены строго в прямой и боковой проекциях – без «двойных контуров». Перед введением боковой рентгенограммы в компьютерную программу следует отмасштабировать и наложить на нее шаблон с мгновенными центрами ротации. Без этого работа с компьютерной программой будет малоэффективной.

6. В послеоперационном периоде для купирования болевого синдрома следует применять НПВС и неопиоидные анальгетики. При сохраняющемся болевом синдроме темп сгибания-разгибания должен быть снижен. Применять микроинфузионную помпу для блокады нерва следует с осторожностью под постоянным мониторингом медперсонала.

7. Критерием для демонтажа аппарата при разгибательных контрактурах является достижение пациентом активного сгибания не менее 90°. При сгибательных контрактурах после достижения полного разгибания необходим период фиксации 6 недель. В случае, если сгибательная контрактура сопровождалась подвывихом голени, период фиксации должен быть продлен до 8 недель.

8. Пациенты должны быть осведомлены, что после демонтажа АВФ для закрепления полученного эффекта необходимо пройти курсы реабилитационного лечения, включающего занятия со специалистом по лечебной физкультуре, электростимуляцию, лечебный массаж и механотерапию

СПИСОК ОСНОВНЫХ ПЕЧАТНЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Рохоев С.А., Чугаев Д.В., Соломин Л.Н. /Сравнительная оценка результатов использования аппарата Илизарова и ортопедического гексапода Орто-СУВ при лечении разгибательных контрактур коленного сустава // Травматология и ортопедия России. – 2022. – Т. 28, №. 2. – С. 7-19.

2. Рохоев С.А., Соломин Л.Н., Старчик Д.А., Демин А.С. / Усовершенствование компоновок ортопедического гексапода «Орто-СУВ», используемых для лечения пациентов с контрактурами коленного сустава (экспериментальное исследование) // Современные проблемы науки и образования. – 2022. №. 2. <https://science->

education.ru/ru/article/view?id=31521.

3. Рохоев С.А., Соломин Л.Н., Старчик Д.А. / Разработка шаблона мгновенных центров вращения коленного сустава (экспериментальное исследование) // Гений ортопедии. – 2022. Т. 28, № 4. С. 554-558.

4. Рохоев С.А., Соломин Л.Н. / Использование метода чрескостного остеосинтеза при лечении контрактур коленного сустава у взрослых пациентов: обзор литературы // Травматология и ортопедия России. – 2021. – Т. 27, №. 1. – С. 185-197.

5. Патент РФ на изобретение 2763643 Устройство для определения оптимальных компоновок ортопедического гексапода, применяемого для разработки движений при контрактурах коленного сустава и способ его использования / Соломин Л.Н., Рохоев С.А., Наконечный Д.Г., Судякова М.Ю. – заявл. 20.04.2021; опубл. 30.12.2021, Бюл. №1.

6. Патент РФ на изобретение 2729021 Способ коррекции сгибательной контрактуры коленного сустава / Наконечный Д.Г., Щепкина Е.А., Соломин Л.Н., Корчагин К.Л., Сабиров Ф.К., Судякова М.Ю., Киселева А.Н., Рохоев С.А., – заявл. 25.11.2019; опубл. 03.08.2020, Бюл. №22.