

На правах рукописи

БАНЦЕР

Сергей Александрович

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЧРЕЗБОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ И
ПЕРЕДНЕМЕДИАЛЬНОЙ ТЕХНИК ФОРМИРОВАНИЯ КОСТНЫХ
ТУННЕЛЕЙ ПРИ АРТРОСКОПИЧЕСКОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ПЕРЕДНЕЙ
КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ

14.01.15 – травматология и ортопедия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Санкт-Петербург

2018

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Российский ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии имени Р.Р.Вредена» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Научный руководитель:

доктор медицинских наук профессор **Тихилов Рашид Муртузалиевич**

Официальные оппоненты:

Лазишвили Гурам Давидович – доктор медицинских наук профессор, ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, профессор кафедры

Маланин Дмитрий Александрович – доктор медицинских наук профессор, ГБОУ ВПО «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра травматологии, ортопедии и ВПХ с курсом травматологии и ортопедии факультета усовершенствования врачей, заведующий кафедрой

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита состоится 20 ноября 2018 года в _____ часов на заседании объединенного диссертационного совета Д 999.037.02 в ФГБУ «Российский ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии имени Р.Р.Вредена» Министерства здравоохранения Российской Федерации (195427, Санкт-Петербург, ул. акад. Байкова, дом 8).

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

Автореферат разослан «_____» _____ 2018 г.

Ученый секретарь диссертационного совета Д 999.037.02
кандидат медицинских наук



Денисов А.О.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Повреждения передней крестообразной связки (ПКС) являются частой травмой коленного сустава и характеризуются выраженным нарушением его функции (Миронов С.П., Миронова З.С., Орлецкий А.К., 2001). Такие поражения приводят к развитию нестабильности коленного сустава, существенно увеличивают вероятность повреждений менисков и хряща и, вследствие этого, повышают риск развития посттравматического остеоартроза (Neuman P. et al., 2008; Ajuied A. et al., 2014; Tsoukas D. et al., 2016).

Поврежденная связка из-за внутрисуставного положения не имеет достаточных условий для полноценной репаративной регенерации, поэтому основным методом лечения разрывов ПКС, в особенности у молодых и физически активных лиц, является ее оперативное восстановление. Активная хирургическая тактика позволяет достигнуть более высоких функциональных результатов по сравнению с консервативными методами и является необходимым условием возвращения к спортивным состязаниям (Рыбин А.В. с соавт., 2015; Прохоренко В.М., Фоменко С.М., Симагаев Р.О., 2016).

Предложено множество методик восстановления ПКС с использованием различных трансплантатов. Однако, по мнению многих исследователей, основным фактором, влияющим на результаты оперативного лечения, является положение костных туннелей для размещения трансплантата (Лазишвили Г.Д. с соавт., 2006; Amis A.A., Jacob R.P., 1998; Kato Y. et al., 2010; Araujo P.H. et al., 2015; Fu F.H. et al., 2015).

Широко распространенная с 90-х годов XX века чрезбольшеберцовая техника реконструкции ПКС предполагает сверление бедренного туннеля через сформированный ранее большеберцовый туннель. Основными ее преимуществами считают относительно простую хирургическую технику и изометричное положение трансплантата (Robin B.N. et al., 2015). Однако данная техника, по мнению ряда авторов, не позволяет разместить костные туннели в местах нормального прикрепления ПКС и приводит к не анатомичной (более вертикальной) ориентации трансплантата (Arnold M.P., Kooloos J., van Kampen A., 2001; Kopf S. et al., 2010; Strauss E.J. et al., 2011). Именно не анатомичное положение трансплантата ПКС обуславливает остаточную нестабильность коленного сустава у многих пациентов после восстановления его функции. Данные симптомы впоследствии не позволяют примерно половине пациентов вернуться к прежнему спортивному уровню и

предрасполагают к раннему развитию посттравматического остеоартроза коленного сустава (Arderн C.L. et al., 2012; Barenius B. et al., 2014 и др.).

С целью улучшения клинических результатов в 2000-х годах рядом исследователей во главе с доктором Freddy Fu из Питтсбурга (США) была разработана «анатомичная концепция», согласно которой предлагалось размещать трансплантат в центрах зоны прикрепления ПКС, т.е. между переднемедиальным и заднелатеральным пучками связки (Martins C.A.Q. et al., 2008; Fu F.H. et al., 2015). Для реализации данного условия многие хирурги перешли на независимые техники формирования костных туннелей (Altertorn-Geli E. et al., 2010; Karlsson J. et al., 2011; Murawski D.C. et al., 2013). Другие авторы предложили модифицировать традиционную чрезбольшеберцовую технику, ориентируя трансплантат в более косом, чем обычно, направлении (Rue J.P., Ghodadra N., Bach B.R. Jr., 2008; Noh J.H. et al., 2011; Lee J.K. et al., 2014; Youm Y.S. et al., 2014). Среди хирургов все большую популярность стала приобретать переднемедиальная техника реконструкции ПКС, которая позволяла точнее установить трансплантат в зонах нормального прикрепления связки. Анатомо-функциональные кадаверные исследования показали значительные преимущества анатомической позиции костных туннелей над изометрическим положением: биомеханическое поведение трансплантата ПКС приближалось к норме, более полно восстанавливалась стабильность коленного сустава (Steiner M.E. et al., 2009; Bedi A. et al., 2011; Kondo E. et al., 2011; Wang H., Fleischli J.E., Zheng N.N., 2013). Однако анализ среднесрочных клинических результатов переднемедиальной техники показал отсутствие значительного улучшения по сравнению с чрезбольшеберцовой методикой (Chalmers P.N. et al., 2013; Noh J.H. et al., 2013; Mulcahey M.K. et al., 2014; Bohn M.B. et al., 2015; Robin B.N. et al., 2015). Причем некоторые авторы сообщали об увеличении числа ревизионных операций после анатомической пластики, что связывали с техническими ошибками более сложной техники, а также с избыточным натяжением менее изометричного трансплантата (Rahr-Wagner L. et al., 2013 и др.). Таким образом, среди хирургов отсутствует единое мнение о выборе оптимальной техники для размещения костных туннелей.

Степень разработанности темы исследования

Основополагающим условием для успешной реконструкции ПКС является понимание и изучение ее анатомии и биомеханики, что является предметом активных дискуссий в настоящее время. Широко распространенной среди хирургов остается концепция двухпучкового строения ПКС, согласно которой ее разделяют на переднемедиальный и

заднелатеральный анатомо-функциональные пучки (Girgis F.G., Marshall J.L., Monajem A., 1975; Amis A.A., Jacob R.P., 1998; Colombet P. et al., 2006; Ferretti M. et al., 2007). Однако ряд авторов определяют ПКС как единую структуру, напоминающую ленту (Triantafyllidi E. et al., 2013; Smigielski R. et al., 2015). В последние годы были проведены многочисленные анатомические, гистологические и биомеханические исследования ПКС, где была подробно изучена роль функциональных пучков, выделены волокна с прямым и непрямым прикреплением и определены особенности их функционирования. Данные результаты помогают хирургам более точно понимать цели и задачи реконструкции ПКС.

Оптимальная позиция костных туннелей для размещения трансплантата является широко обсуждаемым в литературе вопросом. Авторы анатомичной концепции считают наиболее рациональным размещение связки в центрах мест прикрепления ПКС, при котором трансплантат располагается в зоне обоих анатомо-функциональных пучков (Irrazaval S. et al., 2016). По данным других исследователей, такое положение является не изометричным и приводит к значительным нагрузкам на трансплантат, что повышает вероятность его раннего разрыва (Lubowitz J.H., 2014; Araujo P.H. et al., 2015).

Формирование бедренного туннеля считают более сложным хирургическим этапом реконструкции ПКС, чем большеберцового. У больных с хроническими повреждениями ПКС, в условиях дегенеративно-дистрофических изменений коленного сустава, четкая артроскопическая визуализация места бедренного прикрепления связки затруднена. Анатомические ориентиры, такие как остатки культи ПКС, латеральный межмышечковый гребень (ЛМГ) и латеральный бифуркационный гребень (ЛБГ), позволяют определить необходимое место для формирования бедренного туннеля, однако их визуализация возможна не во всех случаях (Маланин Д.А. с соавт., 2013). Использование известных специальных направителей помогает хирургам точнее определить место туннеля, но также не исключает технических ошибок и не учитывает индивидуальных анатомических особенностей пациента (Королев А.В. с соавт., 2016).

Таким образом, анализ современной литературы показывает отсутствие единого мнения среди хирургов об оптимальной методике реконструкции ПКС. Актуальным является определение рационального положения костных туннелей и техники их формирования, а также разработка относительно простого и эффективного метода их интраоперационной разметки. Практическая важность данных вопросов определила цель и задачи диссертационного исследования.

Цель исследования: на основании сравнительного анализа анатомо-функциональных результатов чрезбольшеберцовой и переднемедиальной техник реконструкции передней крестообразной связки улучшить методику операции за счет обоснования рационального положения костных туннелей и совершенствования техники их формирования.

Задачи исследования

1. Провести анализ среднесрочных анатомо-функциональных результатов чрезбольшеберцовой реконструкции передней крестообразной связки и оценить влияние положения костных туннелей на клинические исходы.

2. На основе трехмерной визуализации предоперационных компьютерных томограмм больных выполнить моделирование возможных вариантов размещения костных туннелей с использованием чрезбольшеберцовой техники их формирования, а также оценить условия, необходимые для анатомической реконструкции передней крестообразной связки.

3. Провести ретроспективный сравнительный анализ среднесрочных анатомо-функциональных результатов чрезбольшеберцовой и центрально-анатомичной переднемедиальной техник реконструкции передней крестообразной связки.

4. Разработать и апробировать в клинике модифицированный способ проксимально-анатомичной переднемедиальной техники реконструкции передней крестообразной связки и разработать техническое устройство для улучшения позиционирования бедренного туннеля.

5. Изучить в сравнительном плане особенности внутрисуставной перестройки сухожильных аутооттрансплантатов, а также характер расширения костных туннелей в течение первых 12 месяцев после реконструкции передней крестообразной связки с использованием чрезбольшеберцовой и переднемедиальной техник формирования костных туннелей.

6. Провести сравнительный анализ анатомо-функциональных результатов чрезбольшеберцовой и двух вариантов переднемедиальной техник реконструкции передней крестообразной связки и определить наиболее эффективную.

Научная новизна

1. На основании анализа трехмерных компьютерных томограмм профильных пациентов получены новые данные об особенностях локализации костных туннелей в бедренной и большеберцовой костях, а также определено их влияние на среднесрочные клинические результаты

чрезбольшеберцовой реконструкции передней крестообразной связки.

2. На основании трехмерного компьютерного моделирования возможных вариантов чрезбольшеберцового формирования костных туннелей впервые изучены особенности топографии этих туннелей и определены условия для их наиболее рационального позиционирования.

3. Разработаны и защищены патентом РФ на изобретение новое прицельное устройство для определения места формирования бедренного костного туннеля и оригинальный способ его использования при артроскопической реконструкции передней крестообразной связки.

4. Проведенный анализ магнитно-резонансной томографии позволил получить новые сведения об особенностях внутрисуставной перестройки сухожильных аутотрансплантатов и расширения костных туннелей в зависимости от их положения в течение первого года после проведения операций артроскопической пластики передней крестообразной связки.

Теоретическая и практическая значимость работы

1. Полученные данные позволили обосновать необходимость точного позиционирования костных туннелей и определить рациональную технику для их формирования при артроскопической реконструкции передней крестообразной связки.

2. Разработанная методика интраоперационной разметки бедренного туннеля позволяет произвести у профильных пациентов его точное формирование в наиболее рациональной позиции с учетом индивидуальных анатомических особенностей.

3. Полученные данные о внутрисуставной перестройке сухожильного аутотрансплантата позволили уточнить рациональные сроки возвращения пациентов к активным физическим и спортивным нагрузкам после операций изученного типа.

Методология и методы исследования

Объектом исследования являлись больные с первичными повреждениями передней крестообразной связки после различных методов ее реконструкции с использованием однотипного сухожильного аутологичного трансплантата. Предметом изучения являлись позиция костных туннелей и особенности функционирования пациентов с неповрежденным трансплантатом ПКС, поэтому больные с его разрывами (по данным анамнеза и контрольной МРТ) были исключены из сравнительного анализа.

В качестве рабочей гипотезы было выдвинуто предположение о том, что достижение в ходе операции по замещению поврежденной ПКС

рационального анатомического положения трансплантата будет способствовать улучшению клинических исходов.

Исходя из поставленных задач, в работе применялись соответствующие методы исследования. 1. Проведен ретроспективный сравнительный анализ среднесрочных анатомо-функциональных результатов известных способов чрезбольшеберцовой и переднемедиальной реконструкции ПКС, в результате были определены их недостатки и обоснована необходимость достижения рациональной анатомической позиции костных туннелей. 2. Выполнено предоперационное компьютерное моделирование возможных вариантов чрезбольшеберцового проведения туннелей и поиск условий для их рационального анатомического позиционирования. 3. Разработан и апробирован собственный способ переднемедиальной реконструкции ПКС, в основе которого лежит более точное позиционирование бедренного туннеля в оптимальной проксимально-анатомичной зоне прикрепления связки. 4. Проведен проспективный сравнительный анализ ближайших анатомо-функциональных результатов чрезбольшеберцовой и собственного способа переднемедиальной реконструкции ПКС, в итоге были выявлены клинические преимущества последнего. Для достижения достоверных результатов применены следующие методы: трехмерная реконструкция послеоперационных компьютерных изображений, магнитно-резонансная томография в стандартных и специальных режимах в динамике в течение 12 месяцев после операции, компьютерное 3-Д моделирование возможных вариантов чрезбольшеберцового проведения туннелей. При клиническом субъективном и объективном обследовании использовали общепризнанные шкалы-опросники IKDC-2000, KOOS и Lysholm, мануальные тесты оценки функции трансплантата ПКС – «переднего выдвижного ящика», Лахмана, «pivot-shift», инструментальную артрометрию. При сравнительном анализе использовали средства медицинской статистики.

Положения, выносимые на защиту

1. Позиционирование туннелей в бедренной и большеберцовой костях при артроскопической пластике передней крестообразной связки оказывает значимое влияние на ближайшие (до года) и среднесрочные (от 1 до 5 лет) клинические результаты указанных операций.

2. Формирование костных туннелей для размещения трансплантата передней крестообразной связки в проксимально-анатомичной части бедренного прикрепления восстанавливаемой связки и в переднемедиально-центральной части ее большеберцового прикрепления обеспечивает лучшие ближайшие и среднесрочные клинические результаты оперативного лечения

по сравнению с двумя другими изученными вариантами позиционирования костных туннелей.

3. Использование задневерхнего края суставной поверхности латерального мыщелка бедренной кости в качестве референтной структуры при проведении операций артроскопической пластики передней крестообразной связки с переднемедиальной техникой формирования костных туннелей позволяет сформировать бедренный туннель в наиболее рациональной позиции с учетом индивидуальных анатомических особенностей пациента.

Степень достоверности и апробация результатов исследования

Достоверность полученных фактов и сформулированных заключений подтверждается достаточным количеством и подбором сравнимых групп обследованных пациентов, применением современных методов обследования и выбором адекватных методик статистического анализа.

Основные положения диссертационного исследования были доложены на VII и VIII конференциях молодых ученых Северо-Западного Федерального округа «Актуальные вопросы травматологии и ортопедии» (СПб., 2016, 2017); XII Конгрессе Российского Артроскопического Общества (Москва, 2016); 1257-м заседании научно-практической секции ассоциации травматологов-ортопедов Санкт-Петербурга и Ленинградской области (СПб., 2016); I съезде травматологов-ортопедов Центрального Федерального округа (Смоленск, 2017); Третьем Всероссийском конгрессе с международным участием «Медицинская помощь при травмах мирного и военного времени. Новое в организациях и технологиях» (СПб., 2018); XI Всероссийском съезде травматологов-ортопедов (СПб., 2018).

По материалам диссертации опубликовано 10 научных работ, в том числе 2 статьи в рецензируемых научных журналах, входящих в список изданий, рекомендованных ВАК РФ для публикации научных результатов диссертационных исследований. В соавторстве с О.Е. Богопольским и А.П. Трачуком получен Патент РФ на изобретение № 2655079 от 23.05.2018г. «Прицельное устройство для определения места формирования бедренного костного туннеля и способ его использования при артроскопической реконструкции передней крестообразной связки».

Результаты диссертационного исследования внедрены в практическую работу клиники ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России. Материалы диссертации используются также при обучении на базе указанного института клинических ординаторов, аспирантов и

травматологов-ортопедов, проходящих усовершенствование по программам дополнительного образования.

Личное участие автора в получении результатов

Диссертант принимал непосредственное участие в лечении больных проспективных групп исследования. Им самостоятельно подготовлен аналитический обзор литературы, изучены и проанализированы истории болезней пациентов, сформирована компьютерная база собранных материалов. Автором выполнен сбор и осуществлена интерпретация результатов проведенных клинических исследований, написаны все главы диссертационного исследования и ее автореферат.

Объем и структура диссертации

Материалы диссертации представлены на 185 страницах текста и включают введение, обзор литературы, главу, посвященную описанию материалов и методов исследования, две главы собственных исследований, заключение, выводы, практические рекомендации, список сокращений, список литературы и приложения. Диссертационная работа содержит 133 рисунка и 15 таблиц. Список литературы включает 155 источников, из них 15 – отечественных и 140 зарубежных авторов.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении приведена актуальность и степень разработанности темы, сформулированы цель и задачи исследования, изложены научная новизна, теоретическая и практическая значимость, методология и методы исследования, положения, выносимые на защиту, представлены сведения о степени достоверности и апробации результатов работы, объеме и структуре диссертации.

В первой главе представлен аналитический обзор отечественных и зарубежных публикаций, посвященных теме диссертационного исследования. В литературном обзоре рассматриваются данные об анатомии, особенностях прикрепления и функциональной изометрии ПКС. Показана роль позиционирования костных туннелей при реконструкции ПКС, а также дана характеристика основным подходам и принципам их формирования. Проанализированы клинические результаты оперативного лечения с использованием двух основных техник реконструкции ПКС. В результате проведенного анализа литературы было определено отсутствие единого мнения между хирургами об оптимальной позиции костных туннелей и

рациональной технике их формирования, что и послужило обоснованием для проведения диссертационного исследования.

Во второй главе диссертации представлены материал и методы исследования, распределение пациентов по группам сравнения и характеристика клинического материала.

Настоящее исследование построено на ретроспективном и проспективном анализе клинических результатов оперативного лечения 202 пациентов с повреждениями ПКС. Все хирургические вмешательства осуществлялись в период с 2012 по 2016 годы в клинике ФГБУ «РНИИТО им Р.Р. Вредена» МЗ РФ. Критериями включения в исследование были: а) возраст на момент оперативного лечения от 18 до 45 лет; б) первичная реконструкция ПКС; в) аутооттрансплантат из сухожилий подколенных мышц. Критериями исключения были: а) множественные повреждения связок; б) выраженный остеоартроз (II и III стадии по Н.С. Косинской); в) глубокие повреждения хряща; г) послеоперационные инфекционные осложнения; д) наличие в анамнезе разрыва ПКС на другой стороне. Поскольку предметом исследования было выявление особенностей функционирования трансплантата ПКС после различных методов реконструкции, то пациенты с его разрывами в послеоперационном периоде не были включены в итоговую оценку. Так, из анализа в связи с разрывами трансплантата (по данным анамнеза или контрольной МРТ) были исключены 9 пациентов из 1-й группы, 5 из 2-й группы и 1 из 4-й группы. Кроме того у 1-го больного из 3-й группы возник послеоперационный гонит, из-за чего он также был исключен из дальнейшего наблюдения.

Ретроспективно были изучены результаты лечения 140 пациентов в сроки от 2 до 5 лет после реконструкции ПКС, которые были разделены на две группы в зависимости от способа формирования костных туннелей: чрезбольшеберцовая техника (группа 1) и переднемедиальная (группа 2). 1-ю группу составили 88 больных, из которых 60 прошли обследование в очной форме и 28 – в заочной. Во 2-ю группу вошли 52 пациента, из них – 41 был обследован в очной форме и 11 – в заочной. Также 54 пациента из 1-й группы, которые прошли обследование в очной форме и у которых отсутствовали признаки повреждения трансплантата ПКС, были разделены на две подгруппы в зависимости от положения центра бедренного туннеля по отношению к латеральному межмышечковому гребню (ЛМГ). Подгруппа 1А (n = 32) – расположение кпереди от ЛМГ (не анатомичное положение бедренного туннеля), подгруппа 1Б (n = 22) – в зоне ЛМГ (частично анатомичное положение бедренного туннеля).

В проспективную часть работы были включены 62 пациента, прооперированных в РНИИТО по поводу разрыва ПКС, которые были разделены на две группы в зависимости от способа формирования костных туннелей. Группу 3 составил 21 больной после чрезбольшеберцовой техники, в группу 4 вошел 41 пациент после модифицированной переднемедиальной техники. Дизайн исследования и группы сравнения представлены на Рисунке 1.

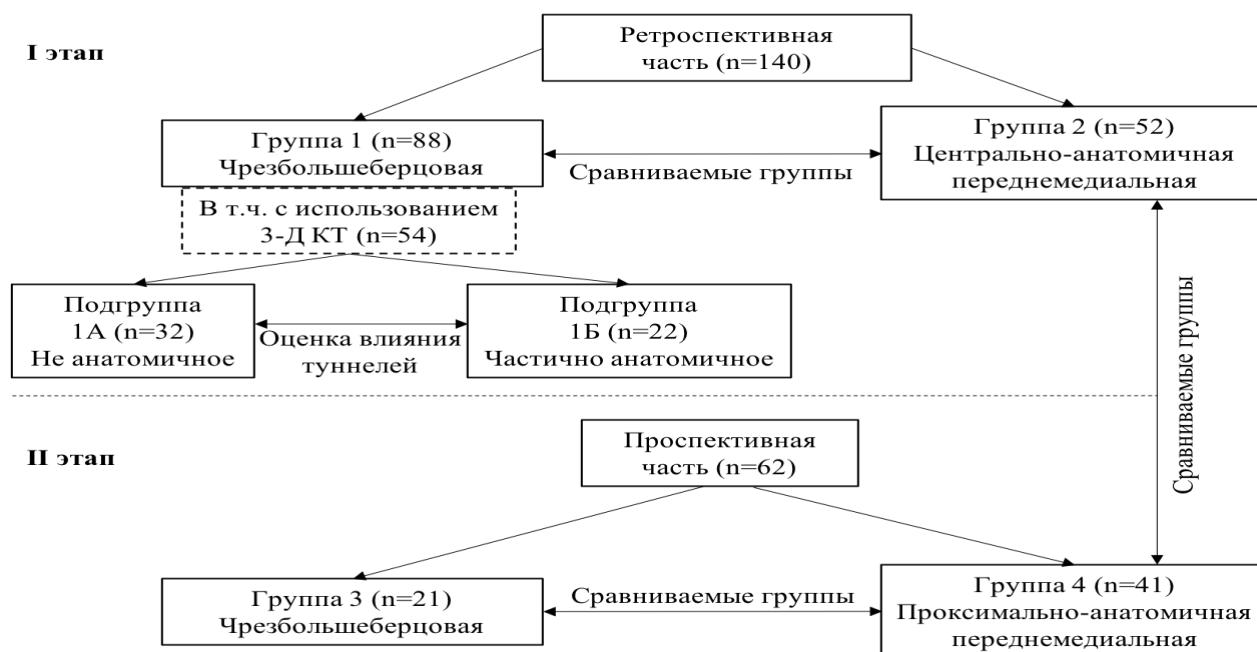


Рисунок 1 – Дизайн исследования

Дополнительно были выбраны 20 пациентов, поступивших в РНИИТО для оперативного лечения по поводу разрыва ПКС, которым перед операцией было выполнено КТ коленного сустава с последующим трехмерным моделированием с целью определения возможности и условий для анатомического размещения трансплантата с использованием чрезбольшеберцовой техники. Данные пациенты не были включены в клиническую часть исследования. Для определения условной нормы при оценке внутрисуставной перестройки ауотрансплантата из компьютерной базы были выбраны МР-томограммы 25 больных с отсутствием признаков повреждения ПКС, которым исследование выполнялось по другим причинам.

Больные ретроспективных групп прошли обследование в очной (n = 101) или в заочной (n = 39) форме в сроки от 2 до 5 лет после операции. При обследовании использовали клинические (субъективные и объективные), а также лучевые методы диагностики. Субъективная часть исследования с использованием шкал-опросников IKDC-2000, KOOS и Lysholm была проведена у всех пациентов ретроспективных групп. Часть больных (n = 89),

которые были доступны для очной оценки, прошли углубленное клинико-лучевое обследование. Объективная часть включала оценку амплитуды движений в коленном суставе, измерение окружности бедра (степени атрофии мышц), мануальные тесты «переднего выдвижного ящика», Лахмана, «Pivot-shift», а также артрометрию. Оценку проводили в сравнении с неповрежденным коленным суставом, что позволило получить данные о норме для каждого конкретного пациента. Лучевые методы включали в себя рентгенографию и трехмерную КТ коленного сустава с целью определения топографии и локализации костных туннелей, а также МРТ – для оценки состояния трансплантата ПКС.

Все пациенты проспективной части прошли очное клинико-лучевое обследование. При поступлении в РНИИТО больные прошли субъективную и объективную предоперационную оценку. Лучевые методы включали рентгенографию и КТ коленного сустава, которые выполняли на следующий день после операции, а также МРТ через 3-5 суток после операции, а затем через 3, 6 и 12 месяцев. Также в указанные сроки больные подвергались послеоперационному клиническому обследованию в динамике, т.е. через 3, 6 и 12 месяцев. Окончательные субъективные и объективные результаты оперативного лечения были оценены в сроки от 1 до 2 лет после операции.

После исключения больных с разрывами трансплантата и инфекционными осложнениями пациенты были распределены на следующие группы, которые представлены в Таблице 1. Проведенный статистический анализ не выявил значимых различий по основным демографическим показателям между группами сравнения, что позволило нам продолжить исследование.

Таблица 1 – Распределение пациентов по группам сравнения

Группа	1-я	2-я	3-я	4-я	Р-значение		
					1 и 2 гр.	2 и 4 гр.	3 и 4 гр.
Количество	79	47	20	40	—	—	—
Пол	Муж-64 Жен-15	Муж-36 Жен-11	Муж-15 Жен-5	Муж-28 Жен-12	—	—	—
Возраст, лет	28,5±5,4	28,4±6,4	29,9±5	29,1±7,2	0.883	0.642	0.633
Рост, см	1,75±0,1	1,73±0,1	1,74±0,1	1,73±0,1	0.263	0.801	0.249
Вес, кг	73±11,3	70,9±8,7	72±9,7	70,6±11,3	0.258	0.924	0.323
Индекс массы тела, кг/см ²	23,8±2,5	23,5±2,1	23,5±2,3	23,5±2,5	0.529	0.968	0.582
Срок от травмы до операции, мес.	22,6±28,6	29,1±31	20,1±27,4	24,6±29,6	0.216	0.532	0.739
Период наблюдения, мес.	35,9±14,9	29,1±7	18,9±2,1	19,2±2,3	<0,05	<0,05	0.627

Полученные в процессе выполнения работы клинические результаты обрабатывались с использованием программы STATISTICA for Windows (версия 10). Сопоставление частотных характеристик качественных показателей проводилось с помощью непараметрических методов χ^2 , χ^2 с поправкой Йетса (для малых групп), критерия Фишера. Сравнение количественных параметров в исследуемых группах осуществлялось с использованием критериев Манна-Уитни, Вальда, медианного хи-квадрат и модуля ANOVA. Оценка изучаемых показателей в динамике после проведенного лечения выполнялась с помощью критерия Знаков и критерия Вилкоксона.

В третьей главе представлены ретроспективные среднесрочные сравнительные анатомо-функциональные результаты чрезбольшеберцовой и переднемедиальной техник реконструкции ПКС. Также в данной главе описано влияние позиции костных туннелей на результаты чрезбольшеберцовой реконструкции ПКС и определена возможность рационального размещения трансплантата с использованием данной техники.

Проведенный анализ среднесрочных анатомо-функциональных исходов чрезбольшеберцовой реконструкции ПКС (1-я группа) показал, что большеберцовый туннель располагался в проекции центральной или задней трети зоны анатомического прикрепления ПКС, а бедренный туннель у 32-х больных (59%), выделенных в подгруппу 1А, находился впереди от ЛМГ, т.е. был в не анатомичном положении, тогда как у остальных 22-х пациентов (41%), составивших подгруппу 1Б, он был в пределах проксимальной трети ЛМГ (частично анатомичное положение). Выявленные различия в позиции бедренного туннеля послужили поводом для изучения влияния его положения на клинические результаты.

В целом, проведенное очное клиническое обследование, выполненное у пациентов 1-й группы, показало, что «Pivot-shift» тест был отрицательным (–) у 22 пациентов (41%), скользящим (+) – у 20 (37%) и явным (++) – у 12 (22%). Согласно функциональной шкале IKDC-2000 к категории «А – норма» было отнесено 20 (37%) больных, к категории «В – близко к норме» – 22 (41%) и к категории «С – отклоняющиеся от нормы» – 12 (22%).

Проведенный ретроспективный сравнительный анализ среднесрочных результатов чрезбольшеберцовой реконструкции ПКС с выявленной по КТ не анатомической (подгруппа 1А, 32 наблюдения) и с частично анатомической позициями бедренного туннеля (подгруппа 1Б, 22 наблюдения) показал, что по основным демографическим данным, а также по локализации большеберцового туннеля после распределения пациентов по группам

статистически значимых различий выявлено не было, что позволило нам исключить влияние других факторов на итоговый результат. Данные субъективной клинической оценки были несколько выше у пациентов подгруппы 1Б, однако статистически значимого уровня они достигали лишь при использовании шкалы Lysholm. Данные объективного обследования были существенно выше у больных с частично анатомичной позицией бедренного туннеля, причем эти различия были статистически значимыми ($p < 0,05$). Так, в подгруппе 1А «Pivot-shift» тест был отрицательным (–) у 7 пациентов (22%), скользящим (+) – у 15 (47%) и явным (++) – у 10 (31%), в подгруппе 1Б – у 15 (68%), у 5 (23%) и у 2 (9%), соответственно. По данным функционального (объективного) раздела шкалы IKDC-2000, среди пациентов подгруппы 1А (32 наблюдения) к категории «А – норма» были отнесены 6 больных (19%), к категории «В – близко к норме» – 16 (50%) и к категории «С – отклоняющиеся от нормы» – 10 (31%). Среди пациентов подгруппы 1Б (22 наблюдения) к категории «А» были отнесены 14 больных (64%), к «В» – 6 (27%) и к «С» – 2 (9%).

Таким образом, было установлено, что среднесрочные клинические результаты чрезбольшеберцовой реконструкции ПКС в целом были не оптимальными и характеризовались значительной долей пациентов с проявлениями симптомов функциональной нестабильности коленного сустава. В частности, тест «Pivot-shift» + (скользящий) и ++ (явный) был выявлен в 59% (37% и 22%, соответственно) случаев. Кроме того, в группе больных (22 из 54 (40,7%) наблюдений), которым удавалось выполнить бедренный туннель в частично анатомичной проксимальной позиции, наблюдались значительно более высокие функциональные результаты по сравнению с больными, имеющими «не анатомичный» бедренный туннель. Так, к категории «А – норма» по шкале IKDC-2000 были отнесены 64% пациентов из подгруппы 1Б, против 19% – из подгруппы 1А.

Далее, в связи с полученными сведениями, было предпринято изучение возможных вариантов формирования туннелей и поиск условий, необходимых для достижения анатомического положения трансплантата с помощью чрезбольшеберцовой техники. В результате анализа компьютерных моделей формирования костных туннелей, выполненных на предоперационном этапе у 20 пациентов с повреждениями ПКС, было определено, что при расположении большеберцового туннеля в переднемедиальной части прикрепления ПКС в 80% случаев возникал «импиджмент» трансплантата с крышей межмыщелковой вырезки бедренной кости, причем длина туннеля во всех случаях была менее 30 мм. При

расположении выхода большеберцового туннеля в центральной или заднелатеральной части прикрепления ПКС ни в одном случае не возникало «импиджмента», причем длина центрального туннеля была больше 30 мм у 70% обследованных больных, а длина расположенного в заднелатеральной части туннеля – во всех случаях. Возможность чрезбольшеберцового размещения бедренного туннеля в анатомической позиции определялась как стартовой позицией и местом выхода большеберцового туннеля, так и размерами латерального мыщелка бедренной кости (ЛМБК). Рациональное анатомическое размещение трансплантата, а именно, в центре на большеберцовой кости и в проксимальной части на бедренной, было возможным не у всех больных (у 14 из 20) и только при наличии определенных условий. Необходимыми условиями для выполнения анатомической чрезбольшеберцовой реконструкции были: угол наклона большеберцового туннеля $47 \pm 9,7^\circ$ во фронтальной и $53,5 \pm 7^\circ$ в сагиттальной плоскостях, стартовая точка для формирования туннеля – на $22,8 \pm 4,1$ мм ниже плато большеберцовой кости и на $14,8 \pm 2,7$ мм кнутри от ее бугристости, а также сочетание глубины внутренней стенки ЛМБК менее 33 мм и высоты более 14,5 мм.

Принимая во внимание ограниченность чрезбольшеберцовой техники, хирурги РНИИТО начали применять известный способ переднемедиальной техники реконструкции ПКС, особенностями которого являлись: 1) использование для лучшей визуализации и формирования бедренного туннеля дополнительного (второго) переднемедиального артроскопического доступа; 2) сверление туннелей в центре анатомического прикрепления, т.е. с захватом обоих функциональных пучков ПКС и 3) разметка центра бедренного туннеля с использованием анатомических ориентиров и специальной линейки.

Накопленный опыт позволил провести ретроспективный анализ среднесрочных результатов применения данного способа переднемедиальной техники реконструкции ПКС (2-я группа, 52 пациента, из них 41 прошел углубленное очное обследование). Проведенная КТ оценка показала, что большеберцовый туннель располагался проекции центральной или передней трети прикрепления ПКС, а бедренный чаще всего был в центральной зоне. При этом, в ряде случаев были выявлены значительные различия в локализации бедренного туннеля, по-видимому, связанные с ошибками при его разметке. При объективной оценке функции трансплантата ПКС «Pivot-shift» тест был отрицательным у 18 пациентов (49%), скользящим – у 10 (27%), и явным – у 9 (24%). По данным функциональной шкалы IKDC-2000

из 37 обследованных пациентов 2-й группы к категории «А – норма» были отнесены 17 (46%) из них, к категории «В – близко к норме» – 11 (30%) и к «С – отклоняющиеся от нормы» – 9 (24%).

Проведенный сравнительный анализ полученных среднесрочных (от 2 до 5 лет) результатов чрезбольшеберцовой и центрально-анатомичной переднемедиальной реконструкций показал, что по частоте разрывов трансплантата (10,2% и 9,6%, соответственно) статистически значимых различий между группами выявлено не было. В положении костных туннелей на большеберцовой и бедренной кости были выявлены статистически значимые различия. Так, при чрезбольшеберцовой технике большеберцовый туннель соответствовал средней или заднелатеральной трети прикрепления ПКС, тогда как при переднемедиальной технике он был в переднемедиальной или центральной части. Бедренный туннель при чрезбольшеберцовой технике обычно был расположен кпереди от проксимальной части анатомического прикрепления ПКС, а при переднемедиальной технике – в пределах центра или заднелатеральной части. При клиническом обследовании (как субъективной, так и объективной оценке) статистически значимых различий между группами выявлено не было. В исследованной выборке примерно у половины пациентов из обеих групп сохранялись остаточные явления неустойчивости коленного сустава.

Таким образом, при сравнительном анализе среднесрочных клинических результатов чрезбольшеберцовой и центрально-анатомической переднемедиальной техники формирования костных туннелей не было получено значимых различий между группами при субъективной и объективной оценке вследствие нерациональной позиции костных туннелей, что послужило поводом для дальнейшего исследования и поиска способов улучшения анатомо-функциональных результатов оперативного лечения.

В четвертой главе подробно описана разработанная оригинальная методика разметки бедренного туннеля в проксимально-анатомичной зоне прикрепления ПКС с использованием переднемедиальной техники. А также приведены данные сравнительной оценки клинических результатов применения чрезбольшеберцовой и двух вариантов переднемедиальной техники реконструкции ПКС (с центрально-анатомичным и проксимально-анатомичным расположением бедренного туннеля).

С целью улучшения позиционирования бедренного туннеля в проксимальной зоне анатомического прикрепления ПКС при переднемедиальной технике нами было разработано «Прицельное устройство для определения места формирования бедренного костного туннеля и способ

его использования при артроскопической реконструкции передней крестообразной связки» (Рисунок 2).

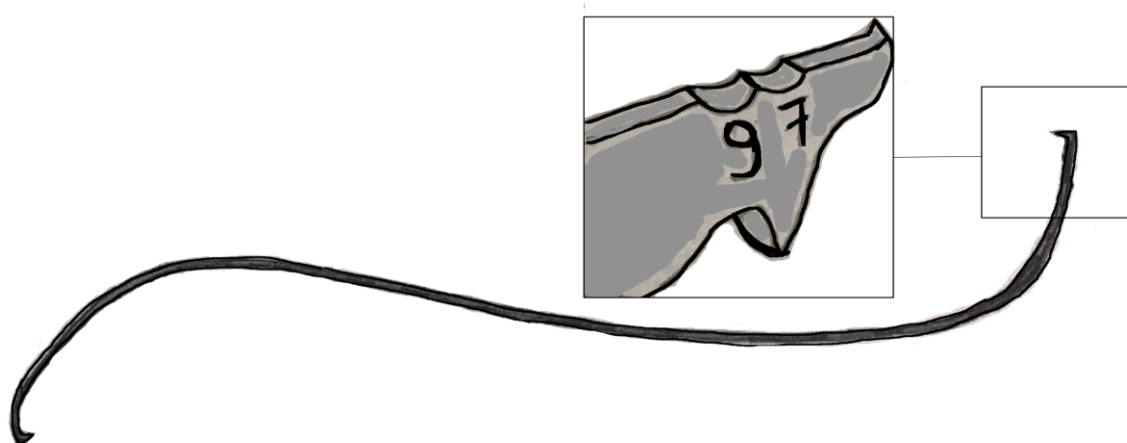


Рисунок 2 – Общий вид прицельного устройства и конец рабочей части

Устройство представляет собой S-образно изогнутую пластину шириной 6 мм. Особенностью устройства является то, что оно имеет изгибы, повторяющие рельеф внутренней поверхности ЛМБК, а также симметричные относительно центра рабочие концы, что позволяет его применять обоим коленным суставам. На обоих рабочих концах имеются зубцы для точной ориентации относительно задневерхнего суставного края ЛМБК. На концах рабочих частей имеются пазы для посадки кончика шила на расстоянии 7 и 9 мм от заостренного зубца для разных диаметров трансплантата (от 7 до 9 мм и более). На разработанное прицельное устройство и способ его применения был получен патент РФ на изобретение № 2655079 от 23.05.2018г. Данный модифицированный способ переднемедиальной техники реконструкции ПКС был апробирован при лечении пациентов 4-й группы.

Далее был проведен проспективный анализ ближайших (от 1 до 2 лет) анатомо-функциональных результатов чрезбольшеберцовой (3-я группа, 20 наблюдений) и модифицированной переднемедиальной техник (4-я группа, 40 наблюдений) реконструкции ПКС. По данным КТ было установлено, что у пациентов 3-й группы расположение костных туннелей было типичным для чрезбольшеберцовой техники, т.е. кпереди от проксимальной зоны прикрепления ПКС на бедренной кости и в заднелатеральной или центральной части на большеберцовой. У пациентов 4-й группы большеберцовый туннель располагался в центральной части прикрепления ПКС, а бедренный был в пределах переднемедиальной или зоны между переднемедиальной и центральной частями. Причем, среди больных данной

группы не было выявлено существенных ошибок при разметке бедренного туннеля. Различия же между группами по данным локализации бедренного туннеля были статистически значимыми ($p < 0,05$). Таким образом, бедренный туннель после чрезбольшеберцовой техники находился либо в области крыши межмышечковой вырезки бедренной кости, либо в месте ее перехода в задневерхнюю часть боковой стенки ЛМБК, т.е. – кпереди от проксимальной части места прикрепления ПКС, а предложенный вариант переднемедиальной техники позволял поместить бедренный туннель точно в выбранном проксимально-анатомическом месте прикрепления ПКС.

Проведенное клиническое обследование в дооперационном периоде выявило значительные нарушения функции у всех больных, обусловленные проявлениями нестабильности поврежденного коленного сустава, причем, различия между группами не были статистически значимыми. Дальнейшее динамическое наблюдение за больными показало, что восстановление функции поврежденной конечности происходило постепенно в течение, по крайней мере, 12 месяцев после операции. Причем, у больных 4-й группы к концу срока наблюдения были достигнуты статистически значимые более высокие показатели восстановления функциональной стабильности коленного сустава (как субъективные, так и объективные). По данным объективного обследования лучшие клинические результаты были достигнуты у пациентов 4-й группы, причем различия были статистически значимыми ($p < 0,01$). Так, «Pivot-shift» тест в 3-й группе был отрицательным (–) у 7 (35%) пациентов, скользящим (+) – у 10 (50%) и явным (++) – у 3 (15%), в 4-й группе он был отрицательным у 35 (88%) и скользящим (+) у остальных 5 больных (12%). По данным шкалы функциональной оценки коленного сустава IKDC-2000, среди пациентов 3-й группы к категории «А – норма» были отнесены 7 больных (35%), к «В – близко к норме» – 10 (50%) и к «С – отклоняющиеся от нормы» – 3 (15%). Среди пациентов 4-й группы категории «А» соответствовали 35 больных (88%) и остальные 5 (12%) – категории «В».

Проведенное далее динамическое МРТ-наблюдение за состоянием сухожильного аутооттрансплантата ПКС показало, что на протяжении всех 12 месяцев происходило изменение интенсивности его сигнала. На 3-5-е сутки и через 3 месяца после операции в обеих группах аутооттрансплантат выглядел однородным и гипоинтенсивным по сравнению с сигналом от нативной связки. После 3-х месяцев в 3-й группе происходило постепенное увеличение его интенсивности сигнала, однако до 12 месяцев у большинства пациентов она так и не достигала нормы. У пациентов 4-й группы после 6

месяцев после операции было отмечено резкое увеличение интенсивности сигнала трансплантата ПКС, которая затем снизилась и в большинстве случаев соответствовала показателям нормы к 12 месяцам послеоперационного периода. По данным МРТ расширение бедренного туннеля к концу 12 месяцев наблюдалось у пациентов обеих групп, однако оно было более выраженным (примерно на 20–25%, $p < 0,01$) в 3-й группе по сравнению с 4-й, что могло быть следствием большей степени раскачивания не анатомично расположенного трансплантата внутри канала.

Затем был изучен накопленный опыт использования переднемедиальной техники независимого формирования туннелей при реконструкции ПКС и выполнен сравнительный анализ результатов использования двух вариантов размещения бедренного туннеля – в центрально-анатомичной и проксимально-анатомичной позиции. В результате было установлено, что большеберцовый туннель в обеих исследуемых группах находился в центральной или переднемедиально-центральной части прикрепления ПКС, причем статистически значимых различий по данному признаку между группами выявлено не было. При этом, выявленные различия в позиции бедренного туннеля как по оси t ($p < 0,01$), так и по оси h ($p < 0,05$) были статистически значимыми.

Клинические результаты были выше у больных 4-й группы, причем различия между группами были статистически значимыми по всем (субъективным и объективным) показателям ($p < 0,01$). В частности, «Pivot-shift» тест во 2-й группе был отрицательным (–) у 18 больных (49%), скользящим (+) – у 10 (27%) и явным (++) – у 9 (24%), в 4-й группе он был отрицательным у 35 пациентов (88%) и скользящим (+) – у остальных 5 (12%). Согласно функциональной шкале IKDC-2000, среди больных 2-й группы к категории «А – норма» были отнесены 17 (46%) из них, к «В – близко к норме» – 11 (30%) и к «С – отклоняющиеся от нормы» – 9 (24%). Среди пациентов 4-й группы категории «А» соответствовали 35 (88%) из них и остальные 5 (12%) – категории «В».

Таким образом, были выявлены и обоснованы преимущества проксимально-анатомичного размещения бедренного туннеля при реконструкции ПКС, а также показана эффективность разработанного устройства и способа его использования при разметке бедренного туннеля.

В заключении подведены общие итоги проведенной работы, кратко обсуждены полученные результаты, а также представлены сведения по решению всех шести задач диссертационного исследования и реализации его цели.

ВЫВОДЫ

1. Применение чрезбольшеберцовой техники реконструкции передней крестообразной связки приводит к появлению значительной группы пациентов с отличающимися от нормы среднесрочными результатами (63% соответствовали категориям «В» и «С» по шкале IKDC-2000) и с клиническими признаками функциональной нестабильности коленного сустава (59% положительных показателей «Pivot-shift» теста) вследствие не анатомичного положения бедренного туннеля. Причем, у 40,7% пациентов, имевших бедренный туннель в частично анатомичной проксимальной позиции, получены более высокие результаты (64% соответствовали категории «А» по шкале IKDC-2000), чем у пациентов с полностью не анатомичной его локализацией (19%). Относительный риск возникновения остаточной нестабильности коленного сустава при не анатомичной позиции бедренного туннеля в сравнении с частично анатомичной его локализацией составляет $RR=2,2$ ($p < 0,001$).

2. Использование компьютерного моделирования с трехмерной КТ-визуализацией при чрезбольшеберцовом проектировании костных туннелей позволило разместить их в местах анатомического прикрепления передней крестообразной связки только в 70% наблюдений и лишь при соблюдении определенных (технических и анатомических) условий, которые трудно достичь в клинической практике.

3. Применение центрально-анатомичного варианта переднемедиальной техники позволило сформировать бедренный туннель в центре прикрепления передней крестообразной связки (с захватом обоих функциональных пучков), однако не привело к значимому улучшению среднесрочных клинических результатов по сравнению с чрезбольшеберцовой техникой и характеризовалось наличием примерно у половины пациентов остаточных явлений неустойчивости коленного сустава (51% положительных показателей «Pivot-shift» теста).

4. Разработанный и апробированный на 41 больном собственный вариант переднемедиальной техники реконструкции передней крестообразной связки (особенностями которого были: а) разметка бедренного туннеля в проксимально-анатомичной позиции, б) использование задневерхнего края хряща ЛМБК в качестве ориентира и в) применение оригинального прицельного устройства) позволил выполнить бедренный туннель точно в выбранном, наиболее изометричном участке прикрепления связки.

5. Изменения состояния аутотрансплантата передней крестообразной связки и размеров бедренного туннеля (по данным МРТ) происходят у всех больных, по крайней мере, на протяжении 12 месяцев после операции, причем их характер был более благоприятным у пациентов с проксимально-анатомичной позицией бедренного туннеля.

6. Среди исследованных чрезбольшеберцовой и двух вариантов переднемедиальной техник реконструкции передней крестообразной связки наиболее эффективным является модифицированный способ (категории «А» шкалы IKDC-2000 соответствовали 88% пациентов, «В» - остальные 12%), при котором костные туннели выполняют в «анатомично-изометричных» зонах прикрепления ПКС, т.е. в проксимально-анатомичной позиции на бедренной и переднемедиально-центральной части на большеберцовой кости. Относительный риск возникновения остаточной нестабильности коленного сустава в сравнении с проксимально-анатомичной переднемедиальной техникой при чрезбольшеберцовой методике формирования туннелей составляет $RR=5,2$ ($p < 0,001$), а при центрально-анатомичной переднемедиальной – $RR=4,1$ ($p < 0,05$).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Реконструкция передней крестообразной связки с использованием чрезбольшеберцовой техники может быть эффективной при условии, что большеберцовый туннель будет проведен под углом 40° – 50° от вертикали во фронтальной плоскости, а также, что глубина латерального мыщелка бедренной кости будет менее 33 мм.

2. При реконструкции передней крестообразной связки независимое формирование костных туннелей является предпочтительным, в том числе использование переднемедиальной техники с дополнительным нижним медиальным доступом.

3. Бедренный туннель необходимо размещать в проксимальной части анатомического прикрепления передней крестообразной связки, а большеберцовый туннель – в месте между переднемедиальной частью и центром. Для снижения риска ошибок и повышения точности при внутрисуставной разметке бедренного туннеля целесообразно использовать артроскопическую линейку или предложенное прицельное устройство и способ.

4. Для диагностики повреждений передней крестообразной связки и оценки состояния трансплантата необходимо использовать специальные

протоколы МРТ-исследования, которые включают стандартные и косые проекции.

5. Для снижения риска рецидива нестабильности после аутопластики передней крестообразной связки сухожильным трансплантатом целесообразно ограничить величину функциональных нагрузок и занятия контактными видами спорта на срок до 1 года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящее исследование было направлено на улучшение результатов артроскопической реконструкции передней крестообразной связки путем определения рационального положения костных туннелей и улучшения методики их разметки.

Обоснованная в результате исследования позиция туннелей в проксимально-анатомичной зоне прикрепления ПКС на бедренной кости и переднемедиально-центральной части на большеберцовой с использованием разработанной методики позволила добиться поставленной цели улучшения клинических результатов оперативного лечения.

Перспектива дальнейшей разработки темы заключается в оценке клинических исходов в более поздние сроки и его сравнении с зарубежным опытом с целью дальнейшего улучшения результатов реконструкции передней крестообразной связки.

СПИСОК ПЕЧАТНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Банцер С.А., Трачук А.П., Богопольский О.Е. Сравнение локализации костных туннелей после реконструкции передней крестообразной связки чрезбольшеберцовой и переднемедиальной техниками // Материалы III Международного Конгресса АСТАОР в сотрудничестве с ESSKA и ISAKOS. – М., 2016. – С. 3.

2. Банцер С.А., Трачук А.П., Богопольский О.Е., Сушков И.В. Трехмерный анализ костных туннелей и влияние их положения на клинические результаты после транстибиальной реконструкции передней крестообразной связки // XII Конгресс Российского Артроскопического Общества с международным участием: сборник материалов под ред. профессора А.А. Очкуренко. – М., 2016. – С. 10-12.

3. Трачук А.П., Банцер С.А., А.П., Богопольский О.Е. Интраоперационный анализ ревизионных операций при несостоятельности трансплантата передней крестообразной связки // XII Конгресс Российского

Артроскопического Общества с международным участием: сборник материалов под ред. профессора А.А. Очуренко. – М., 2016. – С. 197-198.

4. Банцер С.А., Трачук А.П., Богопольский О.Е., Мурга Е.Я. Внутрисуставная перестройка аутотрансплантата из сухожилий подколенных мышц после реконструкции передней крестообразной связки // Новые горизонты травматологии и ортопедии: сборник научных статей, посвященных 150-летию со дня рождения Р.Р. Вредена. – СПб., 2017. – С. 9-12.

5. Банцер С.А., Трачук А.П., Богопольский О.Е. Рациональное положение костных туннелей при реконструкции передней крестообразной связки // Актуальные вопросы отечественной травматологии и ортопедии: сборник работ I съезда травматологов-ортопедов Центрального федерального округа под редакцией Очуренко А.А. – Смоленск, 2017. – С. 28-31.

6. Банцер С.А., Трачук А.П., Богопольский О.Е., Сушков И.В. Возможно ли анатомичное размещение костных туннелей при использовании чрезбольшеберцовой техники реконструкции передней крестообразной связки? // Актуальные вопросы травматологии и ортопедии: материалы конференции молодых ученых Северо-Западного федерального округа. – СПб., 2017. – С. 13-16.

7. Банцер С.А., Трачук А.П., Богопольский О.Е., Тихилов Р.М., Сушков И.В., Мурга Е.Я. Влияние положения туннелей на результаты транстибиальной реконструкции передней крестообразной связки // Травматология и ортопедия России. – 2017. – № 3. – С. 7-16.

8. Банцер С.А., Трачук А.П., Богопольский О.Е. Улучшение позиционирования бедренного туннеля при переднемедиальной технике реконструкции передней крестообразной связки // Достижения российской травматологии и ортопедии: материалы XI всероссийского съезда травматологов-ортопедов. – СПб., 2018. – С. 20-23.

9. Банцер С.А., Тихилов Р.М., Трачук А.П., Богопольский О.Е., Рыбин А.В., Шулепов Д.А., Салихов М.Р. Зависимость результатов реконструкции передней крестообразной связки от локализации туннелей // Вестник травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова. – 2018. – № 1. – С. 5-12.

10. Прицельное устройство для определения места формирования бедренного костного туннеля и способ его использования при артроскопической реконструкции передней крестообразной связки: пат. 2655079 Рос. Федерация: МПК А61В 17/58 / Трачук А.П., Богопольский О.Е., Банцер С.А.; заявитель и патентообладатель ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России. - № 2016148557; заявл. 09.12.2016; опубл. 23.05.2018, Бюл. № 15.