

На правах рукописи

ШУЛЕПОВ

Дмитрий Александрович

**АНАТОМО- КЛИНИЧЕСКИЕ ОБОСНОВАНИЯ
ПУТЕЙ ОПТИМИЗАЦИИ
АРТРОСКОПИЧЕСКОЙ ПЛАСТИКИ
ЗАДНЕЙ КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ**

14.01.15-травматология и ортопедия

14.03.01 – анатомия человека

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Санкт-Петербург – 2016

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

Научные руководители:

доктор медицинских наук, профессор **Кузнецов Игорь Александрович**
доктор медицинских наук, профессор **Фомин Николай Федорович**

Официальные оппоненты:

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

Трунин Евгений Михайлович – доктор медицинских наук, профессор, НИО клинической эндокринологии ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра оперативной и клинической хирургии с топографической анатомией, заведующий кафедрой

Ведущая организация – Федеральное Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова" Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Защита состоится 25 октября 2016г. 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. Академика Байкова, дом 8).

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

Автореферат разослан « » _____ 2016 г.

Ученый секретарь диссертационного совета Д 999.037.02

кандидат медицинских наук

Денисов А.О.



ВВЕДЕНИЕ

Изолированные и сочетанные повреждения задней крестообразной связки (ЗКС) по сравнению с передней крестообразной связкой (ПКС) выявляются достаточно редко и составляют 3,3–6,5% от всех острых травм коленного сустава (Миронов С.П. с соавт., 2004; Clendenin M.B. et al., 1980; Fanelli G.C. et al. 2001). При этом изолированное повреждение ЗКС встречается в 40–47%, а в остальных случаях оно сочетается с дополнительным повреждением других структур капсульно-связочного аппарата коленного сустава (Chen G. et al. 2015; Clancy W.G. et al., 1994; Denti M. et al., 2015; McAllister D.R., Petrigliano F.A., 2007).

Прикладные топографо-анатомические исследования, направленные на создание оптимального положения трансплантата при пластике связочного аппарата коленного сустава, в последние годы выполняются все чаще. При этом функциональная анатомия и топография ПКС и костных тоннелей, формируемых для ее пластики, изучена достаточно подробно (Сучилин И.А. с соавт., 2012; Маланин Д.А. с соавт., 2013; Маланин Д.А. с соавт., 2015). Аналогичным исследованиям, затрагивающим проблемы пластики ЗКС, посвящены единичные работы (Edwards A. et al., 2007; de Queiroz A. et al., 2014).

В настоящее время общепризнанной методикой выбора лечения разрывов ЗКС является артроскопическая пластика с применением алло- или аутотрансплантатов. Существует достаточно большое количество публикаций, в которых авторы сравнивают результаты пластики ЗКС с применением различных методик фиксации трансплантата. Большинство из них приходит к заключению об отсутствии значимых различий в результатах лечения (Houe T., Jorgensen U., 2004; MacGillivray J.D. et al., 2006; Seon J.K., Song E.K., 2006; Wang C.J., 2004). В настоящее время алло- и аутопластика ЗКС с созданием костных тоннелей (bone tunnels) лидирует по частоте применения (Campbell R.B. et al., 2007). При этом в последние годы все более возрастает интерес к использованию аллогенных сухожилий в качестве материала для пластики ЗКС (Fanelli G.C., 2012, Hudgens J.L. et al.,

2013; Min B.H. et al., 2011, Noh J.H. et al., 2015, Stannard J.P., 2010; Sun X. et al., 2015). Однако в современных литературных источниках авторы придерживаются различного мнения относительно выбора аллотрансплантата, а обоснованных параметров, таких как длина и толщина аллосухожилия, до сих пор не выработано.

Одной из основных проблем при проведении артроскопической реконструкции ЗКС является близость расположения и, как следствие этого, возможность повреждения подколенного сосудисто-нервного пучка при формировании костных тоннелей, особенно в большеберцовой кости, что отмечается многими авторами (Barlett R.J. et al., 2004; Jackson D.W. et al., 1993; Makino A. et al., 2005; Wu R.W. et al., 2003; Zawodny S.R., Miller M.D., 2010).

В современных отечественных прикладных топографо-анатомических исследованиях показано, что топография магистральных сосудов значительно изменяется при различных функциональных положениях изучаемого анатомического сегмента (Шабонов А.А. с соавт., 2011). Однако исследованию изменений положения подколенной артерии (ПА) в зависимости от угла сгибания в коленном суставе не посвящено ни одной отечественной работы.

Травма ПА является опасным осложнением не только по причине возникновения кровотечения и массивной кровопотери, но и вследствие высокого риска развития в послеоперационном периоде ее тромбоза и острой ишемии нижней конечности. По данным А. Дуа с соавторами (2014), риск ампутации при травматическом повреждении ПА составляет 21%, по данным М.М. Yahya (2005) – 23%. Возможность возникновения такого грозного осложнения ведет к повышенной осторожности хирурга на данном этапе операции, заставляя его уделять неоправданно много времени препаровке и иссечению рубцовых тканей в заднем отделе коленного сустава. Существующие на данный момент инструменты, предназначенные для защиты ПА, выпускаются многими зарубежными фирмами-производителями. Однако ни один из них не позволяет полностью

исключить возможность миграции спицы и канюлированного сверла за пределы полости коленного сустава.

Практическая важность перечисленных неясных и нерешенных вопросов обусловили цель и задачи настоящего диссертационного исследования.

Цель исследования: обосновать с анатомо-клинических позиций усовершенствованную технику операций артроскопической пластики ЗКС, включающую изменение направления тиббиального канала, проведение мероприятий по защите подколенного сосудисто-нервного пучка с использованием предложенного инструментария и применение сухожильных аллотрансплантатов с определенными заданными свойствами.

Задачи исследования:

1. Уточнить посредством прикладных анатомических исследований топографию подколенного сосудисто-нервного пучка и варианты его взаимоотношений с ЗКС и тиббиальным костным тоннелем, формируемым для проведения трансплантата при артроскопической реконструкции ЗКС.

2. Разработать в ходе экспериментально-анатомического исследования рациональную методику защиты сосудисто-нервного пучка при проведении артроскопической пластики задней крестообразной связки.

3. Определить критерии подбора оптимального варианта аллотрансплантата для пластики ЗКС с учетом его размерных и прочностных характеристик.

4. Провести анализ отдаленных результатов оперативного восстановления задней крестообразной связки у пациентов, прооперированных в клинике РНИИТО имени Р.Р.Вредена в период с 2006 по 2010 год.

5. Апробировать разработанную технику артроскопической пластики ЗКС в клинической практике с оценкой результатов лечения, ее преимуществ и недостатков в сравнении с общепринятой методикой.

Научная новизна исследования

1. В результате выполненной работы изучена прецизионная анатомия взаимоотношений ПА с ЗКС и ее зоной прикрепления к большеберцовой кости. Получены новые сведения о степени латеропозиции ПА относительно срединной сагиттальной линии. Впервые выполнено отечественное исследование степени смещения этой сосудистой магистрали при различных функциональных положениях нижней конечности.

2. Впервые разработаны общие критерии подбора аллогенного сухожильного трансплантата для пластики ЗКС, исходя из его длины, диаметра и прочностных свойств.

3. Разработаны и успешно внедрены в практику усовершенствованная методика пластики ЗКС и оригинальный набор инструментов для защиты ПА в ходе ее проведения. На методику получен патент РФ на изобретение № 2557426 «Способ артроскопической реконструкции задней крестообразной связки и набор инструментов для защиты подколенной артерии при его выполнении».

Практическая значимость исследования

1. Разработанный комплекс мероприятий и набор инструментов для защиты ПА при проведении пластики ЗКС позволил не только свести риск повреждения ПА к минимуму, но и значительно улучшить интраоперационную визуализацию заднего отдела коленного сустава, что позволило сделать операцию технически менее трудоемкой. В результате внедрения этого метода в практику удалось уменьшить длительность оперативного вмешательства в среднем на 22% ($25,6 \pm 5,4$ минут). Применение разработанной методики позволило увеличить процент хороших и отличных результатов лечения согласно протоколу IKDC 2000.

2. Изучение прочностных характеристик нативной ЗКС и аллосухожилий в комплексе с рекомендованными размерными характеристиками трансплантата позволило рекомендовать в качестве

оптимального аллогенного материала для замещения утраченной ЗКС сухожилие длинной малоберцовой мышцы.

3. Разработанная методика может быть использована в травматолого-ортопедических отделениях, специализирующихся на хирургии суставов, на базе научно-исследовательских институтов, городских и республиканских больниц, а также клиник медицинских ВУЗов.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Выявленная в ходе проведенных топографо-анатомических исследований близость расположения подколенной артерии к задней кортикальной пластинке большеберцовой кости на уровне крепления к ней ЗКС определяет реальный риск повреждения ПА в процессе формирования тиббиального тоннеля при стандартной технике артроскопической пластики ЗКС. Предложенная усовершенствованная методика артроскопической аллопластики ЗКС позволяет практически исключить повреждение ПА в процессе формирования костных тоннелей.

2. Практическое применение предложенного комплекса мер и набора инструментов для защиты ПА позволяет сэкономить время операции на этапе формирования костных тоннелей и ведет к достоверному снижению средней продолжительности операции в целом.

3. Сделанные топографо-анатомические обоснования и успешная клиническая апробация усовершенствованной аллопластики ЗКС позволили создать технически более совершенную и безопасную технику хирургического лечения задней нестабильности коленного сустава у пациентов с разрывами ЗКС, которая может быть рекомендована для более широкого клинического использования.

Апробация и реализация результатов работы.

Основные положения и материалы исследования доложены и обсуждены на общероссийских конференциях с международным участием:

17-й обучающий курс SICOT (Москва, 2012), X и XI конгрессы Российского артроскопического общества (Москва, 2013, 2015), конференции молодых ученых Северо-Западного федерального округа «Актуальные вопросы травматологии и ортопедии» (СПб., 2013, 2015), Юбилейный X съезд травматологов-ортопедов России (Москва, 2014), всероссийская научная конференция, посвященная 150-летию со дня основания первой российской кафедры топографической анатомии и оперативной хирургии «Анатомия и хирургия: 150 лет общего пути» (СПб., 2015), VIII Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых с международным участием «Цивьяновские чтения» (Новосибирск, 2015).

По материалам диссертации опубликовано 13 научных работ, в том числе 4 статьи в рецензируемых научных журналах, входящих в список изданий, рекомендованных ВАК РФ для публикации научных результатов диссертационных исследований. Получен патент РФ на изобретение № 2557426 от 24.06.15 года «Способ артроскопической реконструкции задней крестообразной связки и набор инструментов для защиты подколенной артерии при его выполнении». Результаты диссертационного исследования внедрены в практическую работу клиники ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России. Материалы диссертации используются при обучении на базе указанного института клинических ординаторов, аспирантов и травматологов-ортопедов, проходящих усовершенствование по программам дополнительного образования.

Объем и структура диссертации

Материалы диссертации представлены на 176 страницах текста и включают введение, обзор литературы, главу, посвященную материалам и методам исследования, три главы собственных исследований, заключение, выводы, практические рекомендации, список литературы и приложения. Диссертационная работа содержит 61 рисунок и 18 таблиц. Список литературы включает 178 источников, из них 24 – отечественных и 154 – иностранных авторов.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

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

В первой главе представлен анализ отечественных и зарубежных публикаций, посвященных изучению хирургической анатомии подколенного сосудисто-нервного пучка и ЗКС. Далее следует исторический обзор эволюции методов лечения пациентов с повреждением задней крестообразной связки коленного сустава. Выполнен критический анализ современных подходов к различным видам артроскопической пластики ЗКС. Выявлено, что, несмотря на многообразие видов таких операций, на сегодняшний день лидирующее место занимает однопучковая тоннельная методика пластики ЗКС. Все большее внимание уделяется использованию аллосухожильного материала, однако единых критериев для выбора аллогенного материала в настоящее время не существует. Отдельное внимание уделено возникающим при выполнении этих операций осложнениям и, в частности, высокому риску повреждения ПА. Было установлено, что вопросам предотвращения этого грозного осложнения в современной литературе уделено недостаточно внимания. Среди авторов нет единого мнения относительно создания простой и безопасной методики защиты ПА при формировании костных тоннелей. Подобная ситуация в современной медицине определила цель и задачи диссертационной работы.

Во второй главе представлены общая характеристика экспериментального и клинического материала, методов исследования и способов статистического и клинического анализа полученных результатов. Работа выполнена в ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р.Вредена» Минздрава России. Исследование состояло из двух частей – экспериментальной топографо-анатомической и клинической.

Экспериментальная часть работы преследовала несколько целей, каждой из которых была посвящена отдельная часть эксперимента. В первой части в ходе препаровки анатомического материала (12 фиксированных препаратов нижних конечностей) выполнялось прецизионное изучение анатомических особенностей строения ЗКС, вариабельности зоны ее крепления к большеберцовой кости и топографических взаимоотношений ее с ПА. Дополнительно изучались размерные характеристики костных тоннелей, необходимых для выполнения артроскопической пластики ЗКС. Во второй части исследования проводился программный анализ 30 МРТ исследований коленного сустава. Оценивались как взаимоотношения ПА с ЗКС, так и размерные характеристики костных тоннелей. Для этого на горизонтальных и фронтальных срезах МРТ дополнительно выстраивались референтные линии, соответствующие направлению формирования костных тоннелей. В третьей части при помощи анализа 58 рентгеноангиограмм на уровне коленного сустава оценивалась вариабельность строения и уровня деления на конечные ветви ПА. В четвертой части на 12 фиксированных анатомических препаратах исследовалось смещение ПА при различных углах сгибания в коленном суставе. ПА была визуализирована на рентгеновских снимках за счет введения в ее просвет рентгеноконтрастного катетера. Аналогично предыдущей части исследования на снимках выстраивались референтные линии, соответствующие ходу тибиального костного тоннеля и оценивалось их взаимоотношение с ходом ПА. Следующая часть экспериментального исследования была посвящена выбору оптимального варианта аллотрансплантата для пластики ПКС. На основании полученной на предыдущих этапах информации были разработаны критерии выбора аллосухожилий. Исходя из этих критериев был выбран наиболее подходящий для пластики ЗКС трансплантат, а его механическая прочность исследована на разрывной машине. Прочностные свойства алломатериала сравнивались с аналогичными характеристиками нативной ЗКС, полученными на том же этапе исследования.

Методика разработанной в ходе эксперимента операции отрабатывалась на пластиковых макетах костей нижней конечности в эксперименте, что явилось завершающим этапом экспериментальной части диссертационной работы.

Материалом для клинической части исследования явилась оценка результатов оперативного лечения 58 пациентов с повреждением ЗКС, прооперированных в отделении №21 РНИИТО им. Р.Р.Вредена с 2006 по 2015 г. по стандартной и модифицированной методикам. Пациенты были разделены на 2 группы. В первой (ретроспективной) группе, составившей 28 человек, оценены результаты пластики ЗКС по стандартной методике. Во вторую (проспективную) группу вошли 30 пациентов, восстановление ЗКС которым проводилось по разработанной автором работы методике. Объективная оценка функционального состояния пациента производилась с применением рентгенологических и клинических методов обследования, результаты которых заносятся в протокол IKDC 2000. Субъективная оценка результатов лечения производилась по опросникам Lisholm-Gillquist и IKDC. Болевые ощущения оценивались при помощи визуальной аналоговой шкалы боли VAS.

Статистический анализ и построение боксплотов производились на персональном компьютере при помощи программного обеспечения Past306 и InStat+.

В третьей главе представлены результаты рентгенологических и топографо-анатомических исследований. Прецизионное изучение анатомии ЗКС и ПА проводилось на 12 анатомических препаратах коленных суставов и было дополнено анализом топографии этих структур на прижизненных МРТ коленного сустава (30 исследований).

Диаметр ПА на уровне щели сустава находился в пределах от 5 до 8 мм и составил в среднем 6,5 (6,1; 6,9) мм. Расстояние от места прикрепления ЗКС к ББК до передней стенки ПА составило от 4 до 10 мм, в среднем 5,9 (4,7; 7,0) мм.

В процессе препаровки измерялся диаметр ЗКС на трех уровнях (табл. 1).

Таблица 1.

Размеры ЗКС в различных ее отделах, мм.

Номер протокола	Ширина ЗКС на трех уровнях ее измерения			Длина ЗКС
	На уровне прикрепления ЗКС к бедренной кости	В средней трети ЗКС	На уровне прикрепления ЗКС к большеберцовой кости	
Me (ДИ 95%)	19,0 (18,3; 20,2)	9,5 (8,7; 10,1)	12,0 (11,8; 12,7)	34,0 (32,1; 34,7)

Также оценивались размеры костных тоннелей, формируемых для пластики ЗКС. Длина большеберцового (тибиального) тоннеля в разных опытах варьировала в диапазоне от 48 до 72 мм (в среднем 66 (60,3; 68,0) мм). Протяженность бедренного (фemorального) тоннеля в эксперименте составила в среднем 39,5 (37,8; 41,9) мм

Вариабельность деления подколенной артерии на дистальные ветви исследовалась по результатам прижизненных рентгенангиограмм на уровне коленного сустава. Данные, полученные при изучении 58 ангиограмм, показали, что уровень разветвления ПА на ветви достаточно вариабелен. Однако в большинстве случаев (96,5% в данном исследовании) имеет место низкое деление (≥ 10 мм ниже тибиаляного плато).

Положение подколенной артерии относительно *area intercondylaris posterior tibiae* и формируемого тибиаляного костного тоннеля оценивалось по результатам прижизненных МРТ коленного сустава. Выявлено, что ближе всего к костным структурам коленного сустава ПА располагается в зоне *area intercondylaris posterior*, т.е. как раз на уровне выхода спицы направителя при формировании тибиаляного костного тоннеля при пластике ЗКС (табл. 2).

Таблица 2.

Близость расположения ПА к задней кортикальной пластинке бедренной и большеберцовой костей на трех уровнях исследования, мм

Значение	Уровень измерения		
	Уровень, соответствующий максимальному отстоянию кзади мышечков бедренной кости	Уровень <i>area intercondylaris posterior</i>	Уровень на 25 мм ниже щели коленного сустава
Минимальное	8	2	1
Максимальное	25	12	14
Me (ДИ 95%)	17 (14; 18)	6 (5; 7)	10 (7; 10)

Диаметр подколенной артерии составил 5,2 (4,7; 5,5) мм, незначительно изменяясь на различных уровнях измерения. Относительно срединной сагиттальной плоскости ПА сохраняет практически вертикальный ход с некоторым отклонением в медиальную сторону на нижнем, третьем уровне исследования. При этом в 100% случаев на 1-м и 2-м уровнях ПА находилась латеральнее этой плоскости, пересекая ее на третьем уровне в 8 из 30 случаев (26,7%). Степень латеропозиции ПА на 2-м уровне относительно невелика и варьирует в диапазоне от 1 до 11 мм, а ее средняя величина составляет 4,0 (2,5; 4,0) мм.

При дальнейшем построении референтных линий, соответствующих ходу тиббиального и феморального костного тоннелей, получены следующие данные (табл. 3). При увеличении угла наклона тоннеля на 10° длина его ожидаемо увеличилась. Размеры костных каналов, диаметра ПА и ЗКС, рассчитанные по МРТ в целом соответствуют аналогичным размерам, полученным на препарированном трупном материале. Это позволяет считать их близкими к истинным и рекомендовать описанную выше методику

обработки МРТ в качестве этапа предоперационного планирования у пациентов с повреждением ЗКС.

Таблица 3

Протяженность костных тоннелей
по результатам построения референтных линий на МРТ, мм

Значение	Длина тиббиального тоннеля под углом 45°	Длина тиббиального тоннеля под углом 55°	Длина бедренного тоннеля
Максимальное	71	78	47
Минимальное	47	54	34
Me (ДИ 95%)	61 (58; 64)	67 (65; 70)	40 (38; 41)

На сагиттальных срезах измерялось расстояние от предполагаемого места выхода тиббиального тоннеля до передней стенки ПА в горизонтальной плоскости и по ходу костного тоннеля. Данные величины измерялись при положении тиббиального тоннеля под углом 45° (общепринятая методика) и под углом 55° к тиббиальному плато. Выявлено, что за счет увеличения угла отклонения костного тоннеля от горизонтальной плоскости на 10° (до угла 55°) расстояние от его выхода до передней стенки ПА увеличивается на 15% (разница этих величин в исследуемых выборках составила 3,0 (1,0; 4,9) мм, статистическая значимость $p=1,4 \times 10^{-6}$ по критерию Wilcoxon).

Оценка смещения подколенной артерии оценивалась рентгенологически на 12 анатомических препаратах нижней конечности с контрастированием подколенной артерии. Оценивалось положение ПА при полном разгибании и сгибании под углами 150° и 90°. Расстояние от задней межмышцелковой ямки до ПА по оси тиббиального тоннеля при увеличении сгибания в коленном суставе возрастает достаточно значимо и достигает максимума при сгибании под прямым углом. При наклоне канала под углом 45° оно увеличилось с 9 (6; 9) мм (полное разгибание в коленном суставе) до 14,5 (10; 16) мм (сгибание под прямым углом в коленном суставе) (разница в группах статистически значима, $p = 0,011$). При увеличении угла до 55° – до 17 (14;

23) мм ($p = 0,0004$), причем в трети случаев линии хода тоннеля и подколенной артерии не пересекались в положении флексии под прямым углом, а значит и риск травмирования ПА в таких случаях сводился к минимуму.

Последним этапом экспериментальной части работы стал поиск оптимального варианта аллосухожилий для пластики задней крестообразной связки. На основании полученных результатов авторами выработаны размерные критерии выбора пластического материала для замещения ЗКС. Рекомендуемая минимальная длина аллосухожилия была рассчитана по формуле:

(длина тибиального тоннеля + длина феморального тоннеля + длина нативной ЗКС) $\times 2 = 66,0 + 39,5 + 34,0 = 139,5$ (мм)

Это означает, что для адекватного замещения утраченной ЗКС необходим аллотрансплантат длиной не менее 140 мм, а диаметр его в виде сложенного вдвое сухожилия должен быть не менее 8–9 мм.

В качестве возможных вариантов для замещения ЗКС нами рассматривались следующие варианты аллосухожилий:

- сухожилие задней большеберцовой мышцы (*musculus tibialis posterior*)
- сухожилие длинной малоберцовой мышцы (*musculus peroneus longus*)
- двойное сухожилие (сгибатель и разгибатель I пальца стопы, соединенные костным блоком).

При оценке размерных характеристик этих вариантов аллосухожилий выявлено, что наиболее рациональным является выбор в качестве аллотрансплантата сухожилия длинной малоберцовой мышцы. Из всех трех вариантов лишь оно одно имеет достаточную длину и толщину, позволяя адекватно заместить утраченную ЗКС и заполнить костные тоннели на всем протяжении.

Прочностные свойства именно этого сухожилия были исследованы на разрывной машине и сравнены с аналогичными свойствами нативной ЗКС.

ЗКС и аллосухожилия сравнивались по следующим параметрам: максимальная сила разрыва (F , N), прочность (N/m^2) и относительное удлинение (e , %).

Заготовка нативных ЗКС производилась у 11 доноров мужского пола в возрасте от 34 до 57 лет (средний возраст составил $46,3 \pm 6,6$ лет).

В результате проведенного исследования были получены следующие данные. Сила разрыва F для ЗКС составила $673,6 \pm 76,9$ N . Для аллосухожилия длинной малоберцовой мышцы этот показатель был значительно выше и составил $818,5 \pm 186,7$ N ($p = 0,03$). Показатели прочности для ЗКС составили $19,7 \pm 4,4$ N/m^2 , а для аллотрансплантата – $52,2 \pm 16,0$ N/m^2 .

Таким образом, выявленные размерные и прочностные характеристики аллосухожилия длинной малоберцовой мышцы позволяют рекомендовать его для аллопластики связки.

Четвертая глава посвящена описанию оригинальной модификации артроскопической реконструкции ЗКС, разработанной на основании полученных в экспериментальной части диссертационного исследования данных. На предложенную методику получен патент РФ № 2557426 на изобретение «Способ артроскопической реконструкции задней крестообразной связки и набор инструментов для защиты подколенной артерии при его выполнении».

Набор инструментов включает:

- устройство для защиты ПА оригинальной конструкции;
- спицу-направитель с заточкой по типу «вязальной спицы» на одном и стандартной трехгранной заточкой на противоположных концах;
- набор ограничителей различной длины нанизывающихся на канюлированное сверло при формировании большеберцового костного туннеля.

Полученная в ходе анатомического исследования информация позволила нам сформулировать принципы безопасного формирования

тибиального костного тоннеля при проведении артроскопической пластики ЗКС. Ее особенности включают следующие положения:

- В процессе формирования тибиального тоннеля конечность находится в положении сгибания в коленном суставе до 90°.
- Тибиальный тоннель формируется под углом 55° к внутрисуставному плато большеберцовой кости.
- Начало тибиального тоннеля формируют латеральное и ниже бугристости большеберцовой кости. В этом случае он будет иметь уклон в медиальную сторону, т.е. отклоняться в сторону от хода ПА.
- Через дополнительный заднемедиальный порт вводят защитник ПА, в отверстия рабочей части которого надежно заклинивается спица проводник.
- Невозможность смещения сверла в зону ПА достигается за счёт использования ограничителей, уменьшающих рабочую часть сверла до длины формирующегося тоннеля.

Таким образом исключается возможность проникновения спицы и сверла за пределы задней капсулы коленного сустава и ятрогенного повреждения ПА. Кроме того, направление канала кнутри улучшает визуализацию концевой части спицы-направителя в области *area intercondylaris posterior*, что является, пожалуй, наиболее сложной задачей в ходе операции.

В пятой главе освещены результаты лечения пациентов двух клинических групп диссертационного исследования. Оценка результатов лечения пациентов, которым была выполнена артроскопическая пластика ЗКС по общепринятой методике, проводилась ретроспективно. Пациенты второй группы, которым выполнялась пластика ЗКС по разработанной методике, оценивались как в предоперационном периоде, так и после операции.

Среди критериев сравнения в группах в данной главе отдельно рассматривается длительность операции и проводится анализ причин изменения этого показателя между группами.

В период с 2005 по 2010 г. на отделении № 21 РНИИТО им. Р.Р. Вредена было выполнено 28 реконструкций ЗКС по общепринятой

методике (ретроспективная группа). При проведении изолированной пластики ЗКС длительность операции составила от 90 до 205 минут (в среднем – $117,2 \pm 32,7$ минут).

Отдаленные результаты лечения были оценены у 26 пациентов. 2 пациента не были обследованы по причине отдаленного проживания и изменения адреса.

Из 26 осмотренных пациентов в первую подгруппу (пластика ЗКС без пластики ПКС) отнесено 9 больных, во вторую (пластика обеих крестообразных связок) – 17 больных.

В момент оценки до оперативного вмешательства средний балл по опроснику IKDC составил $42,75 \pm 14,33$ баллов, а при оценке отдаленного результата – $75,11 \pm 12,80$ баллов. Средний балл по шкале Lisholm-Gillquist составил до операции $44,27 \pm 19,75$ балла, на момент осмотра – $81,81 \pm 11,24$ баллов. При этом разница в группе до и после реконструкции была статистически значима ($p < 0,05$).

При оценке болевого синдрома до операции выраженные боли (3 и более по пятибалльной шкале VAS) беспокоили 60% пациентов. Средний балл по VAS до операции составил $2,89 \pm 1,20$ балла. В отдаленном периоде болевой синдром с выраженностью более 2 балла более беспокоил трех пациентов. В двух из трех случаев у пациентов имелись признаки передней нестабильности, и боли отмечались также в переднем отделе коленного сустава. Средний балл по VAS в отдаленном периоде составил $1,32 \pm 1,23$ балла. Исходы лечения были оценены через $27,9 \pm 13,9$ мес.

Заключительный результат оценки по протоколу IKDC: к группе А (хороший результат) были отнесены 9 пациентов (34,6%), к группе В (близкий к хорошему результат) – 9 (34,6%), к группе С (удовлетворительный результат) – 6 (23,1%) и к группе D (неудовлетворительный результат) – 2 пациента (7,7%).

В проспективную группу вошло 30 пациентов с повреждением ЗКС, прооперированных по разработанной в ходе диссертационной работы методике.

При анализе степени нарушения функции коленного сустава до оперативного лечения по протоколу IKDC к группе С были отнесены 12 пациентов, к группе D – 9 пациентов. Все пациенты группы D вошли во вторую подгруппу проспективной группы, поскольку имели сопутствующее повреждение ПКС, что потребовало восстановления обеих крестообразных связок.

Анализ динамики изменений по обоим использованным шкалам позволил сделать заключение, что используемый нами способ оперативного лечения хронической задней и многоплоскостной нестабильности коленного сустава дает значительное субъективное улучшение состояния пациента и повышает качество его жизни, увеличивая толерантность к физическим нагрузкам (рис. 1).

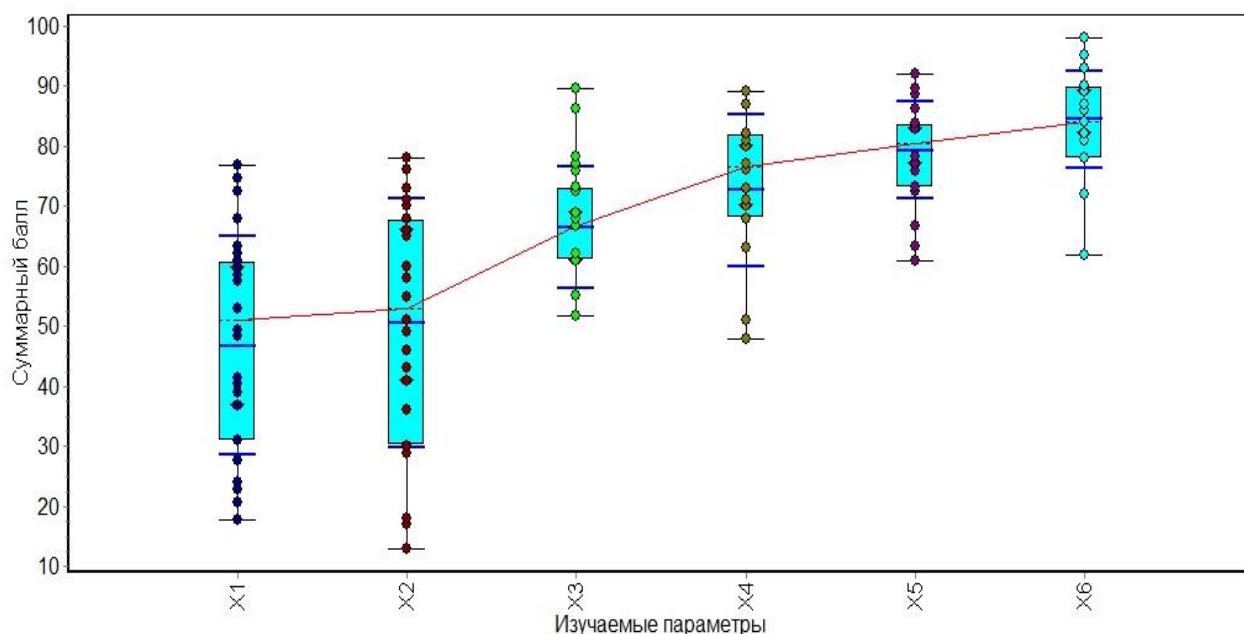


Рисунок 1. Динамика изменений по шкалам IKDC и Lisholm в проспективной группе: X1 – IKDC до операции; X2 – Lisholm до операции; X3 – IKDC через 6 мес.; X4 – Lisholm через 6 мес.; X5 – IKDC через год; X6 – Lisholm через год после операции

Результаты лечения через $23,2 \pm 8,3$ месяцев по протоколу IKDC 2000 были следующими. К группе А (хороший результат) было отнесено 20 пациентов (60,0%), к группе В (близкий к хорошему результату) – 10 (33,3 %),

к группе С (удовлетворительный результат) – 1 пациент (3,33%) и к группе D (неудовлетворительный результат) – 1 пациент (3,33%).

Ретроспективная и проспективная группы сравнивались по следующим критериям: длительность операции, опросники IKDC, Lisholm и VAS до операции и после операции, конечные результаты функции оперированной конечности по протоколу IKDC. Среди незначительного числа описанных нами выше осложнений ни в одном случае не встречалось интраоперационного повреждения структур подколенного сосудисто-нервного пучка. В обеих группах отмечалась положительная динамика. Разница в субъективной оценке исходов лечения между группами статистически значимо не различалась.

Сравнение времени операции в обеих группах показало, что в ретроспективной длительность операции была статистически значимо выше ($p < 0,05$). Значимая разница выявлена при сравнении подгрупп с проведением изолированной аллопластики ЗКС. Для ретроспективной группы эта величина составила $117,2 \pm 32,7$ минут, а для проспективной – $95,4 \pm 29,8$. Таким образом, разница средних значений длительности изолированной аллопластики ЗКС составила $25,6 \pm 5,4$ минут ($p = 0,0156$). Уменьшение длительности оперативного вмешательства на 21,9% от исходной связано с более надежной защитой ПА от интраоперационного повреждения, а значит большей свободой и уверенностью действий оперирующего хирурга.

Распределение пациентов обеих групп согласно протоколу IKDC показало существенное увеличение доли хороших и отличных (группы А и В) результатов в проспективной группе.

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

ВЫВОДЫ

1. Технология безопасной артроскопической пластики задней крестообразной связки должна учитывать особенности топографо-анатомических и функциональных взаимоотношений подколенной артерии и зоны выхода тиббиального костного тоннеля в нижней точке прикрепления связки, а именно: латеропозицию подколенной артерии относительно срединной сагиттальной плоскости коленного сустава (от 1 мм до 7 мм) и максимальную смещаемость артерии в дорзальном направлении при сгибании коленного сустава до 90°.

2. Формирование тиббиального тоннеля через латеральный мышцелок большеберцовой кости под углом 55° к тиббиальному плато в сагиттальной плоскости в положении сгибания в коленном суставе под углом 90° позволяет отклонить направление оси тоннеля от зоны расположения подколенной артерии, что существенно снижает риск ее интраоперационного повреждения.

3. Применение оригинального набора инструментов для защиты подколенной артерии исключает возможность миграции спицы и сверла из зоны видимости в заднем отделе сустава, что в сочетании с предложенной методикой формирования тиббиального тоннеля позволяет гарантированно исключить ранение подколенной артерии.

4. При проведении аллопластики задней крестообразной связки критериями выбора аллосухожилия являются его длина (не менее 30 см) и диаметр в сдвоенном виде (не менее 8 мм). Оптимальным пластическим материалом из числа изученных является сухожилие длинной малоберцовой мышцы, которое по своим характеристикам максимально соответствует требуемым параметрам. Прочность этого сухожилия составляет $52,2 \pm 16,0$ Н/м², что не уступает прочности нативной задней крестообразной связки.

5. Ретроспективный анализ результатов артроскопической аллопластики задней крестообразной связки с использованием общепринятой

однопучковой тоннельной методики свидетельствует о высокой эффективности этого метода. Количество отличных и хороших результатов, согласно протоколу IKDC 2000, составляет 69,2% случаев, а неудовлетворительных – 7,7%.

6. Разработанные анатомические обоснования, усовершенствованная методика и инструментарий для ее выполнения позволяют не только избежать повреждения сосудистой магистрали подколенной области, но и сократить длительность оперативного вмешательства в среднем на 22% ($25,6 \pm 5,4$ минут) за счет улучшения артроскопической визуализации хирургических манипуляций в заднем отделе коленного сустава.

7. Использование разработанной методики позволяет увеличить долю хороших и отличных результатов, полученных согласно протоколу IKDC 2000 через 12 месяцев после пластики задней крестообразной связки, с 69,2% (при использовании стандартной общепринятой методики) до 93,3%, что не уступает лучшим показателям мировой литературы.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При выявлении у пациента клинических признаков задней нестабильности и МРТ признаков разрыва задней крестообразной связки показана артроскопическая пластика связки.

2. Для снижения риска повреждения подколенной артерии в процессе пластики задней крестообразной связки необходимо придерживаться определенных оперативных приемов. Формирование тибиального костного тоннеля должно происходить при положении сгибания в коленном суставе до 90°. Костный тоннель необходимо формировать через латеральный мыщелок под углом 55° к тибиальному плато, что позволяет свести к минимуму риск повреждения подколенной артерии.

3. На этапе формирования тибиального костного тоннеля для создания большей безопасности и сохранения свободным переднемедиального

артроскопического доступа целесообразно использовать предложенный набор дополнительных инструментов, позволяющий исключить вероятность повреждения подколенной артерии и сократить длительность операции.

4. При выполнении аллопластики задней крестообразной связки с внутриканальной фиксацией биоинтерферентными винтами длина сдвоенного трансплантата должна быть не менее 15 см и его диаметр – не менее 8 мм. Указанные параметры пластического материала позволяют достигнуть адекватного замещения утраченной задней крестообразной связки, а концами сухожилия полностью заполнить оба костных тоннеля. Среди всех исследованных фиксированных аллосухожилий таким критериям в наибольшей степени соответствует сухожилие длинной малоберцовой мышцы.

СПИСОК РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Кузнецов И.А., Волоховский Н.Н., Рыбин А.В., Рябинин М.В., Шулепов Д.А. Артроскопическая реконструкция задней крестообразной связки коленного сустава. // Травматология и ортопедия России. - 2011.- № 2(60). - С. 118-124.

2. Кузнецов И.А., Фомин Н.Ф., Рыбин А.В., Шулепов Д.А. Особенности артроскопической реконструкции задней крестообразной связки коленного сустава. // Материалы конференции 17-го обучающего курса SICOT. – Москва, 2012. – С. 68.

3. Кузнецов И.А., Фомин Н.Ф., Рыбин А.В., Шулепов Д.А. Алгоритмы предоперационного планирования и этапов артроскопической реконструкции задней крестообразной связки. // Травматология и ортопедия России. - 2012 - № (2) 64 – с.167-168.

4. Кузнецов И.А., Фомин Н.Ф., Шулепов Д.А. Топографо-анатомические подходы к разработке системы защиты подколенной артерии при артроскопической пластике задней крестообразной связки. // Травматология и ортопедия России. – 2012. - № (4) 66 - с. 26-32.

5. Кузнецов И.А., Фомин Н.Ф., Рыбин А.В., Рябинин А.В., Шулепов Д.А. Топографо-анатомические особенности области коленного сустава применительно к артроскопической реконструкции задней крестообразной связки. // Травматология и ортопедия России. - 2013 - № (2) 68 – с.149-150.

6. Кузнецов И.А., Фомин Н.Ф., Шулепов Д.А. Особенности артроскопической реконструкции задней крестообразной связки с учетом

топографо-анатомических особенностей области коленного сустава. // Материалы конференции «X юбилейный съезд Российского Артроскопического Общества». - Москва, 2013. - С. 4-13.

7. Кузнецов И.А., Фомин Н.Ф., Рябинин М.В., Орлов Ю.Н., Шулепов Д.А., Салихов М.Р. Модифицированный способ артроскопической реконструкции задней крестообразной связки коленного сустава. // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. - 2014. - № 4. - С. 22-30.

8. Кузнецов И.А., Фомин Н.Ф., Шулепов Д.А. Риск интраоперационного ранения подколенной артерии при артроскопической пластике задней крестообразной связки и модифицированная техника операции, направленная на его снижение. // Материалы конференции X Юбилейного всероссийского съезда травматологов-ортопедов. – Москва, 2014. – С. 130-131.

9. Кузнецов И.А., Фомин Н.Ф., Шулепов Д.А. Модифицированный способ пластики задней крестообразной связки с учетом топографо-анатомических особенностей области коленного сустава // VIII Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых с международным участием «Цивьяновские Чтения». – Новосибирск, 2015. – С. 341-347.

10. Кузнецов И.А., Фомин Н.Ф., Шулепов Д.А. Техника одномоментного восстановления передней и задней крестообразных связок. // Материалы XI конгресса Российского Артроскопического Общества посвященный 130-летию со дня рождения академика Н.Н.Приорова. – Москва, 2015. – С. 54.

11. Кузнецов И.А., Фомин Н.Ф., Шулепов Д.А., Салихов М.Р. Современные подходы к хирургическому лечению хронической задней нестабильности коленного сустава (обзор литературы). // Травматология и ортопедия России. – 2015. - №1. - с. 95-103.

12. Шулепов Д.А., Кузнецов И.А., Фомин Н.Ф. Методика снижения риска повреждения подколенной артерии при артроскопической пластике задней крестообразной связки. // Материалы конференция молодых ученых Северо-Западного федерального округа «Актуальные вопросы травматологии и ортопедии». – СПб, 2015. – С. 76.

13. Кузнецов И.А., Фомин Н.Ф., Шулепов Д.А. Топографо-анатомические обоснования модификации оперативного лечения повреждений задней крестообразной связки. // Материалы конференции молодых ученых Северо-Западного федерального округа «Актуальные вопросы травматологии и ортопедии». – СПб., 2016г. – С. 55.

Патент РФ на изобретение №2557426. Способ артроскопической реконструкции задней крестообразной связки и набор инструментов для защиты подколенной артерии при его выполнении. / Кузнецов И.А., Воронкевич И.А, Рыбин А.В. Рябинин М.В., Шулепов Д.А. – 2013127037/14; заяв. 05.06.2013; опубл. 10.12.2014. Бюл. № 20.