

*На правах рукописи*



Романов Дмитрий Алексеевич

**Артроскопическая реинсерция передней крестообразной связки**

3.1.8. Травматология и ортопедия

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Москва - 2022

Работа выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)

**Научный руководитель:**

доктор медицинских наук, профессор

**Гаркави Андрей Владимирович**

**Официальные оппоненты:**

**Брижань Леонид Карлович** – доктор медицинских наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Главный военный клинический госпиталь имени Н.Н. Бурденко» Министерства обороны Российской Федерации, центр травматологии и ортопедии, начальник центра

**Лазко Федор Леонидович** – доктор медицинских наук, профессор, Федеральное государственное автономное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов», кафедра травматологии и ортопедии, профессор кафедры

**Ведущая организация:** Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита диссертации состоится «20» февраля 2023 года в 13:00 часов на заседании диссертационного совета ДСУ 208.001.26 при ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) (119435, г. Москва, Большая Пироговская ул., д. 2, стр. 1)

С диссертацией можно ознакомиться в ЦНМБ ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), по адресу: 119034, г. Москва, Зубовский бульвар, д. 37/1 и на сайте организации ([www.sechenov.ru](http://www.sechenov.ru))

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

Ученый секретарь диссертационного совета,

доктор медицинских наук, профессор

 **Тельпухов Владимир Иванович**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность темы исследования

Повреждение передней крестообразной связки (ПКС) коленного сустава – одна из наиболее распространенных травм, частоту которой в России оценивают до 8 случаев на 10000 населения в год. В Германии происходит до 10 разрывов ПКС в час, в США – до 40. Ежегодно на 100000 населения в развитых странах выполняют до 38 реконструкций ПКС. (Г.Д.Лазишвили, 2013; М.М.Murray, 2013; С.С.Kaeding, 2017).

Высокая операционная активность обусловлена значимостью ПКС для функции нижней конечности и, как следствие, качества жизни пациента. При повреждениях ПКС очень часто развивается нестабильность коленного сустава, влекущая за собой биомеханический дисбаланс, нарушение опорности, быстрое прогрессирование остеоартроза (P.Marks, 2016; M.E.Cinque, 2018; M.Marieswaran, 2018; K.Rodriguez, 2021).

Единственным эффективным методом лечения пациентов при разрывах ПКС является оперативное вмешательство. Общепринятой хирургической тактикой является артроскопическое протезирование ПКС с использованием различных аутотрансплантатов, что подразумевает частичное или полное удаление остаточных тканей поврежденной связки, даже при достаточном их объеме для первичного восстановления. Механическая прочность трансплантатов, как правило, выше, чем у нативной связки, точность их позиционирования обеспечивается в том числе навигационными системами, однако доля неудач таких операций оценивают до 25 %. Это является не только медицинской, но и социально-экономической проблемой, поскольку большинство пациентов с разрывами ПКС – лица молодого возраста с высокой физической активностью, в том числе – профессиональные спортсмены (Н.Е.Магнитская, 2017; В.В.Заяц, 2021; Е.Н.Гончаров, 2022; В.Р.Boden, 2000; S.V.Mountcastle, 2007; A.M.Kiarour, 2014; J.Bowes 2020; H.D.Vermeijden, 2020).

Ряд авторов одним из факторов, негативно влияющих на результат, считают нарушенную проприоцептивную иннервацию. Удаление богатых проприорецепторами фрагментов ПКС препятствует восстановлению мышечного баланса и нормального паттерна походки, предопределяя трудно компенсируемые нарушения функции коленного сустава и всей нижней конечности (М.П.Лисицын,

2012; П.П.Черкес, 2015; C.San Martín-Mohr, 2018; S.S.Keklik, 2021; A.Rahbari, 2021; F.Wein, 2021).

В связи с этим в последнее время возрос интерес к сохранению структурной целостности передней крестообразной связки, как к методу, потенциально способному обеспечить как механическую, так и проприоцептивную ее функции (A.M.Krismer, 2017; R.A.G.Hoogeslag, 2020; K.N.Schneider, 2020; A.Z.Alomar, 2021; J.D.Fleming, 2021; M.Senftl, 2021).

### **Степень разработанности темы исследования**

Не смотря на широкое возобновление интереса к первичному восстановлению передней крестообразной связки, до сих пор нет единого мнения относительно целесообразности выполнения данной процедуры, поскольку восстановление механической прочности при таких операциях, как минимум, не превосходит результаты замещения связки трансплантатом, а возможность и преимущества сохранения проприоцепции еще недостаточно исследованы и требуют дальнейшего изучения. Кроме того, хоть техника реинсерции ПКС известна и находит свое применение в клинической практике, отсутствуют четкие показания к этой операции, что препятствует достижению оптимальных результатов лечения пациентов.

**Цель исследования** улучшение результатов хирургического лечения пациентов с разрывами передней крестообразной связки коленного сустава.

### **Задачи исследования:**

1. Разработать показания к выполнению артроскопической реинсерции передней крестообразной связки (ПКС) коленного сустава при ее повреждениях и алгоритм выбора оптимальной хирургической тактики.
2. Усовершенствовать технику прошивания культы разорванной ПКС при ее восстановлении.
3. Провести анализ степени сохранности проприоцепции после выполненных операций по поводу повреждений ПКС.
4. Оценить эффективность реинсерции ПКС, выполненной в соответствии с разработанным алгоритмом.

5. Показать преимущество дифференцированного подхода к выбору хирургической тактики у пациентов с повреждениями ПКС коленного сустава включающего ее реинсерцию по определенным показаниям.

#### **Научная новизна**

1. Разработаны показания к выполнению артроскопической реинсерции ПКС коленного сустава на основе определения уровня и характера ее повреждения.

2. Впервые проведен анализ состояния проприоцепции после операций восстановления передней крестообразной связки.

#### **Теоретическая и практическая значимость работы**

1. Применение дифференцированной хирургической тактики в лечении пациентов с повреждениями ПКС в соответствии с разработанным алгоритмом, включающим возможность выполнения реинсерции связки, позволило улучшить функциональные результаты.

2. Доказано, что после реинсерции ПКС уровень проприоцепции остается существенно выше, чем после замещения связки аутотрансплантатом.

#### **Методология и методы исследования**

Исследование выполнялось согласно Национальному стандарту Российской Федерации ГОСТ Р 52379-2005 и проходило в два этапа. На первом этапе в период с 2017 по 2022 гг. провели нерандомизированное проспективное исследование, во время которого оценили функциональные результаты, осложнения и проприоцептивную функцию у 34 пациентов, перенесших реинсерцию ПКС с дополнительной аугментацией и сравнили полученные данные с результатами лечения 50 пациентов, которым была выполнена аутопластика ПКС с использованием сухожилия полусухожильной мышцы. Выбор метода оперативного вмешательства основывался на дифференцированной тактике согласно разработанному нами алгоритму, оценку эффективности которого провели на втором этапе исследования. Для этого путем ретроспективного анализа истории болезни отобрали 137 пациентов, которые перенесли аутопластику передней крестообразной связки до внедрения дифференцированной тактики, после чего оценили их функциональные результаты и сравнили полученные данные с результатами лечения пациентов проспективной группы.

### **Положения, выносимые на защиту**

1. При повреждениях ПКС коленного сустава ее замещение трансплантатом целесообразно только при невозможности выполнения реинсерции.
2. Возможность выполнения реинсерции ПКС определяется уровнем разрыва и характером повреждения волокон связки, о чем можно с высокой долей достоверности судить на основании данных МРТ.
3. Восстановление ПКС позволяет в гораздо большей степени, чем при ее замещении трансплантатом, сохранить проприоцепцию, создав тем самым предпосылки к более полноценному восстановлению функции нижней конечности.

### **Степень достоверности и апробация результатов исследования**

Работа выполнена с использованием современных клиничко-инструментально-лабораторных методов обследования и методов статистической обработки полученных результатов с использованием пакетов прикладных программ MS EXCEL и IBM SPSS 23. Сформулированные в диссертации выводы и положения аргументированы и логически вытекают из результатов многоуровневого анализа.

Результаты диссертационной работы доложены на III Евразийском ортопедическом форуме (Москва, Сколково, 25-26 июня 2021 г.); V международном конгрессе ассоциации ревмоортопедов (Москва, 17-18 сентября 2021 г.); I Съезде травматологов-ортопедов Приволжского федерального округа (Нижний Новгород, 19-20 марта 2022); VII Всероссийском конгрессе с международным участием «Медицинская помощь при травмах» (Санкт-Петербург, 25-26 марта 2022); совместном заседании сотрудников кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (г. Москва, 26.10.2022 г., протокол №10).

### **Внедрение результатов в практику**

Предложенные методы внедрены в ГБУЗ ГKB № 67 им. Л.А. Ворохобова г. Москвы, являющейся клинической базой кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М.Сеченова МЗ РФ (Сеченовский Университет). Материалы исследования использованы в преподавании цикла травматологии и ортопедии студентам, клиническим ординаторам и

аспирантам, проходящим обучение в ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М.Сеченова МЗ РФ (Сеченовский Университет)

### **Личный вклад автора**

Автор лично сформулировал цель и задачи исследования, разработал диагностический протокол и алгоритм выбора хирургической тактики при повреждениях ПКС коленного сустава. Он лично проводил отбор пациентов, их предоперационную подготовку, принял участие во всех операциях, осуществлял динамическое наблюдение, послеоперационное обследование и тестирование пациентов. Им проведены сбор и анализ результатов лечения, их статистическая обработка, сформулированы выводы и практические рекомендации.

### **Публикации**

По результатам исследования автором опубликовано 5 работ, в том числе 2 научные статьи в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий Сеченовского Университета / Перечень ВАК при Минобрнауки России, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук; 1 статья в издании, индексируемом в международной базе Scopus, 1 иная публикация по результатам исследования и 1 публикация в сборнике материалов международной научной конференции.

### **Соответствие диссертации паспорту научной специальности**

Диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности 3.1.8. Травматология и ортопедия, а именно посвящена методам диагностики и лечения пациентов с повреждениями передней крестообразной связки коленного сустава. Области исследования: разработка и усовершенствование методов диагностики и лечения заболеваний и повреждений опорно-двигательной системы, и внедрение их в клиническую практику.

### **Объем и структура диссертационного исследования**

Диссертация изложена на 154 страницах машинописного текста, включающего введение, главу литературного обзора, 4 главы собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка использованной литературы, содержащего 238 источников, из которых 39 отечественных и 199 – зарубежных авторов. Работа иллюстрирована 59 рисунками и 11 таблицами.

## СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Поставленную цель планировали достигнуть за счет разработки и внедрения в клиническую практику алгоритма применения дифференцированной хирургической тактики в лечении пациентов с разрывами передней крестообразной связки коленного сустава с определением показаний к ее реинсерции.

За период с 2017 по 2022 гг. проанализированы результаты лечения 221 пациента, которым в ортопедическом отделении ГБУЗ ГKB № 67 им. Л.А. Ворохобова ДЗМ, являющейся базой кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф Сеченовского университета, выполнена операция по поводу разрыва передней крестообразной связки (ПКС) коленного сустава.

**Критериями включения** являлись: передняя нестабильность коленного сустава на фоне острого (не более 6 недель) повреждения ПКС, подтвержденного на МРТ, требующая хирургического вмешательства; возраст > 18 лет; отсутствие переломов или сопутствующих повреждений связочного аппарата коленного сустава с наличием выраженной нестабильности; средний и высокий уровень физической активности.

**Критериями невключения** явились: избыточный вес пациента с ИМТ  $\geq 35$  кг/м<sup>2</sup>, выраженный остеоартроз коленного сустава (II-IV ст. по классификации Kellgren-Lowrence), а также повреждения контралатерального коленного сустава в анамнезе

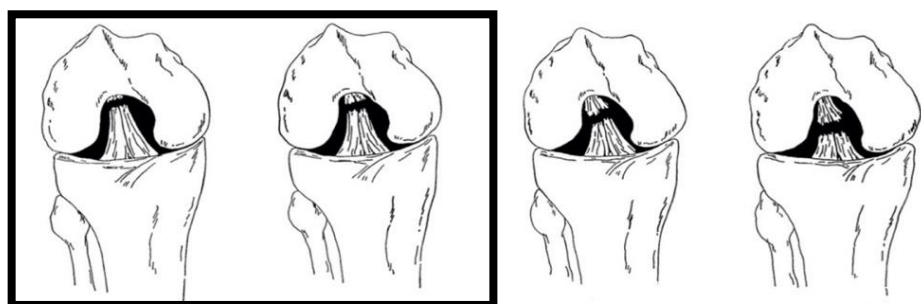
### **Характеристика пациентов и выбор хирургической тактики**

На первом этапе проведено проспективное нерандомизированное исследование 84 пациентов, которым на основании клинического и инструментального обследования были определены уровень и степень тяжести повреждения ПКС, данные пациенты составили основную группу исследования. В группе было 55 мужчин и 29 женщин, средний возраст  $31,7 \pm 8,2$  лет. Все пациенты имели высокую степень физической активности до получения травмы, ведущая причина травмы – занятия спортом (57,1 %), средний срок от момента травмы до выполнения операции составил  $20,4 \pm 8,6$  дней.

В процессе определения оптимальной хирургической тактики у пациентов с нестабильностью коленного сустава на фоне повреждений ПКС мы столкнулись с отсутствием в доступной литературе структурированного подхода, который включал бы не только традиционную тактику замещения связки различными трансплантатами,



но и возможность её реинсерции, что особенно актуально в раннем посттравматическом периоде. Помимо меньшей травматичности операции реинсерции, в ряде публикаций отмечено значение хотя бы частичного сохранения проприоцептивной иннервации, что предположительно должно позитивно сказаться на дальнейшем восстановлении функции оперированного коленного сустава. В то же время, возможность восстановления ПКС авторы оценивают, исходя из разных критериев. Многие авторы ведущим критерием считают сроки с момента травмы, которые не должны превышать по разным оценкам от 1 до 12 недель. M.F. Sherman в своей классификации указывает на проксимальный характер разрыва (I и II типы) как на благоприятный фактор (Рисунок 1), а A. Ateschrang обращает внимание на разволокнение культи связки (группа C) как на фактор, препятствующий восстановлению ПКС (Рисунок 2).



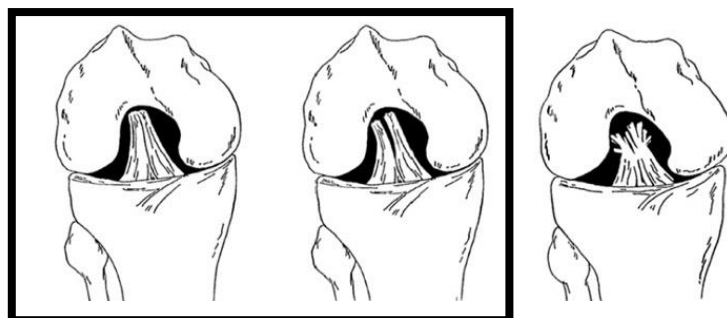
Тип I

Тип II

Тип III

Тип IV

Рисунок 1 – Классификация M.F. Sherman



Группа А

Группа В

Группа С

Рисунок 2 – Классификация A. Ateschrang

Мы разработали алгоритм выбора хирургической тактики, в котором объединили различные рекомендации. Согласно этому алгоритму, условием, при котором показана реинсерция ПКС, является сочетание сроков с момента травмы не более 6 недель, уровня разрыва, соответствующего I или II типу по Sherman, и характеру

повреждения, соответствующему группам А или В по Ateschrang.

Базовым исследованием для определения уровня и характера повреждения ПКС являлась МРТ мощностью не менее 1,5 Тесла. В наших наблюдениях по данным МРТ проксимальный разрыв ПКС мы отметили у 47 пациентов (56,0 %), из них с сохраненной анатомией пучков связки по данным МРТ – 38 человек (45,2 %). Более дистальные повреждения отмечены в 37 случаях (44,0 %). Из 47 пациентов с проксимальными разрывами ПКС (I и II тип по Sherman) к группе А по классификации Ateschrang относились 14 случаев, к группе В – 24 пациента, и к группе С (повреждения, не пригодные к выполнению реинсерции) – 9 человек.

Итого, по данным МРТ, условиям, при которых возможна реинсерция ПКС, соответствовали 38 пациентов, однако в ходе операции, на начальном (диагностическом) этапе артроскопии, у 4 пациентов из 38 (10,5 %) выявлено более тяжелое повреждение ПКС с разволокнением культи связки, соответствующее группе С по классификации Ateschrang, что не позволило выполнить реинсерцию. Таким образом, наблюдавшиеся 84 пациента в проспективном исследовании были разделены на подгруппу 1 ( $n = 34$ ), где выполнили реинсерцию ПКС с дополнительной аугментацией лентой FiberTape, и подгруппу 2 ( $n = 50$ ), в которой выполнили артроскопическую аутопластику ПКС с использованием сухожилия полусухожильной мышцы по стандартной методике All-inside.

Исследуемые группы были сопоставимы по гендерному составу и возрасту (разница среднего возраста составила 0,9 года,  $p > 0,05$ ). Сроки с момента получения травмы до операции в подгруппе 1 составили  $16,9 \pm 8,3$  дней, а в подгруппе 2 –  $22,6 \pm 8,1$  дней, эта разница не имела существенного значения.

### **Особенности хирургической техники и реабилитации**

Непосредственно оперативное вмешательство у пациентов основной группы состояло из 4 основных этапов: 1) артроскопическая ревизия коленного сустава, уточнение локализации и характера повреждения ПКС; 2) принятие окончательного решения о хирургической тактике в соответствии с разработанным алгоритмом; 3) артроскопическая санация коленного сустава; 4) реинсерция или протезирование ПКС в соответствии с разработанным алгоритмом.

Санацию полости сустава выполняли с учетом как данных МРТ, так и результатов артроскопической ревизии. Проводили дебридмент зон хондромалиций, которые во всех выявленных случаях по тяжести не превышали II ст. по классификации ICRS, а также выполняли резекции поврежденных фрагментов менисков. По частоте встречаемости повреждений хряща и менисков группы наблюдения были сопоставимы ( $p > 0,05$ ) – Рисунок 3.

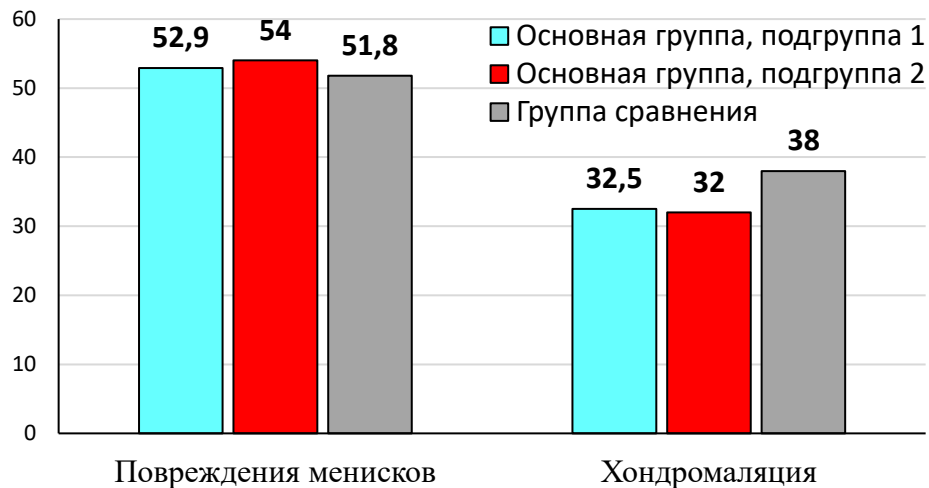


Рисунок 3 – Частота выявленных внутрисуставных повреждений (%)

Особенностью техники реинсерции ПКС явилась наша модификация шва культы связки. После прошивании связки двумя отдельными нерассасывающимися нитями с формированием «удавок», мы отметили периодические соскальзывания одного из швов с культы в момент её окончательного натяжения и фиксации. Чтобы этого избежать, выполняли дополнительное прошивание культы ПКС каждой нитью немного ниже первого вкола (Рисунок 4 а-б).

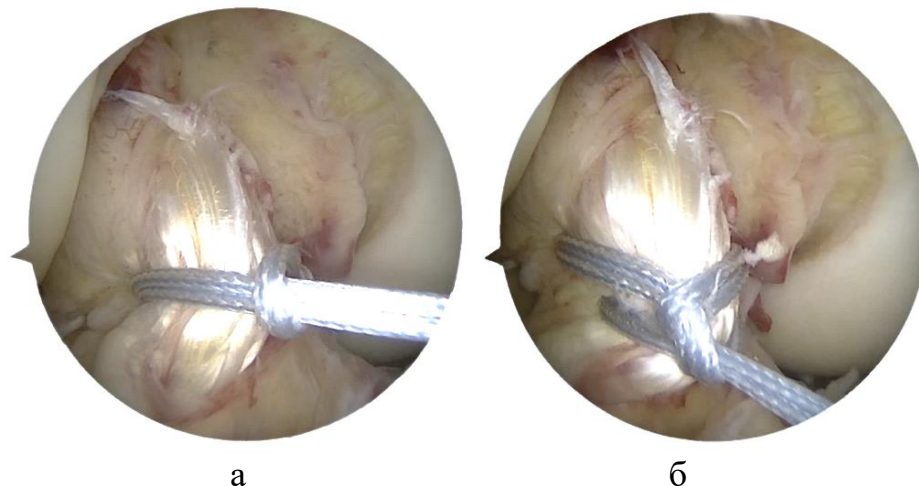


Рисунок 4 – Прошивание культы ПКС: А – традиционная техника, б – наш способ

Остальные этапы операции выполняли без отклонений от общепринятой техники. Через точки нативного прикрепления связки формировали два сквозных канала диаметром 4 мм в большеберцовой и бедренной костях соответственно; проводили нити, прошивающие связку, а также пуговичный фиксатор с самозатягивающейся петлей и предзаряженным в ней аугментом на наружный кортикальный слой бедренной кости; погружали аугмент в бедренный канал, проводили его дистальный конец в большеберцовый канал и фиксировали в большеберцовой кости безузловым анкером. Нити, прошивающие связку, фиксировали на кортикальной пуговице с максимально возможным натяжением.

Аутотрансплантацию ПКС проводили по стандартной методике All-inside: после забора и подготовки трансплантата сухожилия полусухожильной мышцы формировали ступенчатые каналы в бедренной и большеберцовой костях через центр места прикрепления нативной связки по диаметру, совпадающие с диаметром связки; трансплантат погружали в данные каналы и фиксировали с использованием двух кортикальных пуговиц.

Реабилитационный протокол после операции был одинаков для всех пациентов. С первого дня выполняли изометрические сокращения мышц нижних конечностей, пассивное разгибание в коленном суставе. Через 2 недели разрешали дозированную осевую нагрузку и активные упражнения для увеличения диапазона движений. С 6 недели включали силовые упражнения как в открытой, так и в закрытой кинетической цепи. С 10 недели – упражнения на устойчивость с опорой на обе ноги, с 12 недели – с опорой только на одну ногу. Бег рекомендовали с 3-го месяца, контактные виды спорта - не ранее 10 месяца при сопоставимых объемах четырехглавой мышцы бедра с противоположной стороной.

### **Критерии оценки и анализ результатов**

В период стационарного лечения отмечено, что гемартроз, требующий пункции коленного сустава в 1 сутки после операции, развивался в 3,2 раза чаще в подгруппе 2 ( $p < 0,05$ ). После операции пациентов выписывали, как правило, на 2-4 сутки, средний койко-день составил  $2,9 \pm 1,0$ , причем по этому показателю статистически значимых отличий в группах наблюдения не было. Контрольные осмотры после выписки из стационара проводили в сроки 2, 3, 6 недель, 3, 6, 12 месяцев с момента операции.

Для оценки болевого синдрома на каждом из осмотров использовали визуальную аналоговую шкалу (ВАШ), а для оценки функционального состояния коленного сустава – шкалы KOOS и IKDC, которые пациенты заполняли в ходе визитов через 6 недель, 3, 6 и 12 месяцев после операции.

Оценка динамики болевого синдрома по ВАШ показала, что, несмотря на тенденцию к существенному снижению средних показателей выраженности боли в каждой из подгрупп, при всех контрольных визитах уровень боли в подгруппе 1 был ниже. Эта разница была наибольшей через 2 недели после операции, наименьшей к 6 и 12 месяцам наблюдения, однако все время оставалась статистически значимой ( $p < 0,05$ ). К концу наблюдения результат по ВАШ у пациентов подгруппы 1 составил  $3,9 \pm 3,4$  баллов («отсутствие боли»), а у пациентов подгруппы 2 –  $6,5 \pm 4,3$  баллов (нижняя граница диапазона «умеренная боль») – Рисунок 5.

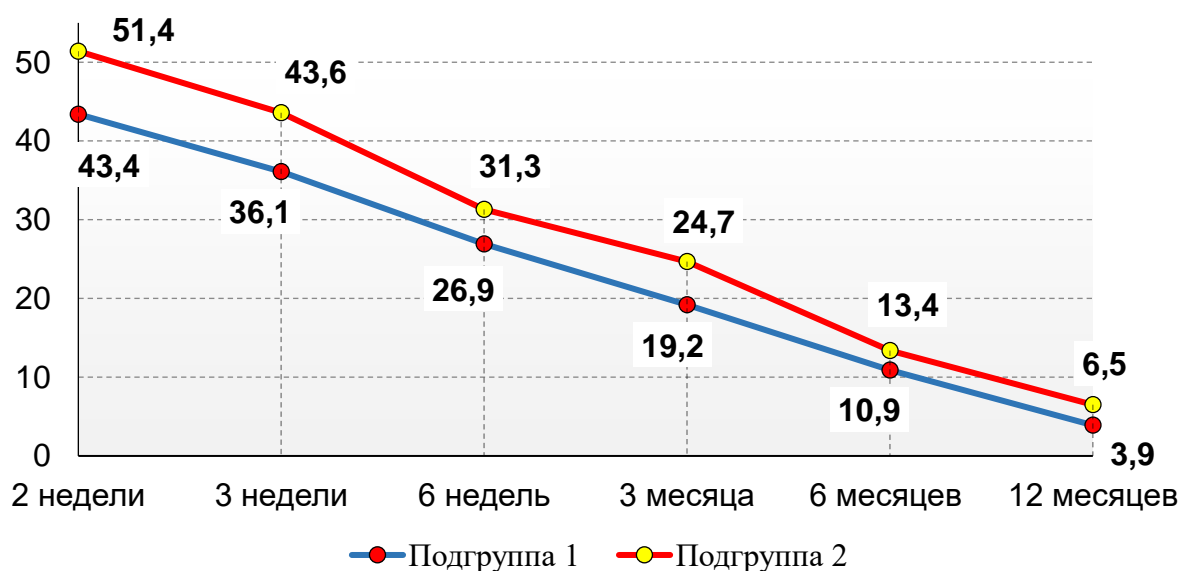


Рисунок 5 – Динамика средних показателей боли по ВАШ (баллы)

На момент первого заполнения опросника IKDC (6 недель) функциональные результаты обеих подгрупп не имели статистически значимых отличий и находились в диапазоне «неудовлетворительно» (разница 1,4 балла,  $p > 0,05$ ). В сроки же 3 и 6 месяцев разница в пользу подгруппы 1 была уже статистически значимой ( $p < 0,05$ ). Однако, к 12 месяцам эта разница нивелировалась и составила всего 1,5 балла, что вновь явилось статистически незначимым отличием ( $p > 0,05$ ). При этом средние

результаты пациентов обеих подгрупп по IKDC также находились в оценочном диапазоне «отлично» (Рисунок 6).

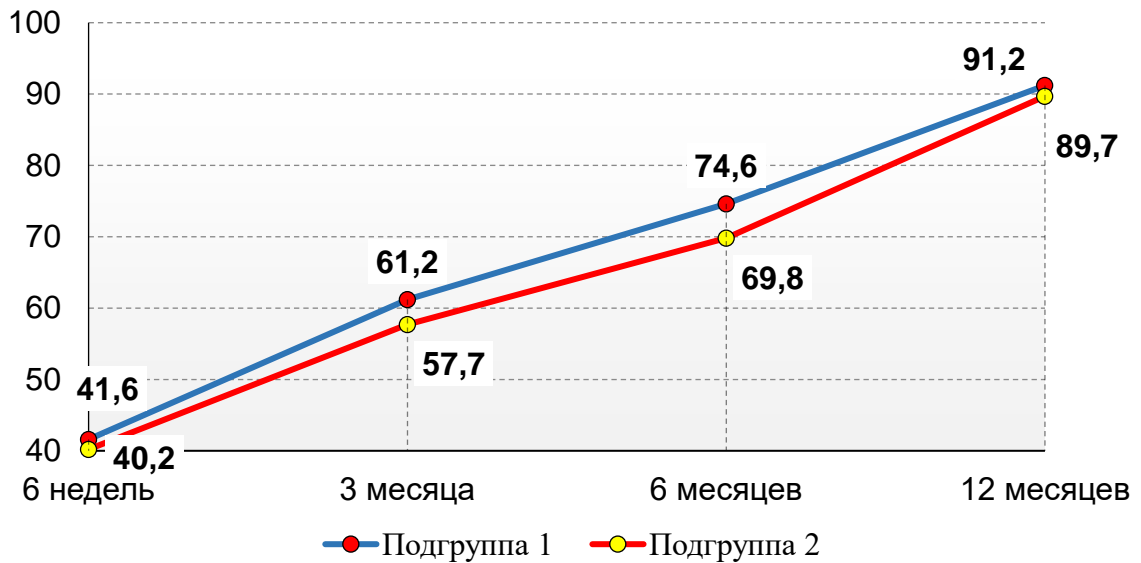


Рисунок 6 – Динамика средних показателей по IKDC (баллы)

Функциональные результаты по KOOS показали схожие с IKDC результаты: они не имели статистически значимых различий в срок 6 недель у пациентов обеих подгрупп, однако затем восстановление функции показало лучшую динамику в подгруппе 1 ( $p < 0,05$ ). В то же время, следует отметить, что, несмотря на статистически значимые отличия баллов, к моменту окончания наблюдения (12 месяцев) средние баллы по KOOS в обеих подгруппах находились в оценочном диапазоне «отлично» (Рисунок 7).

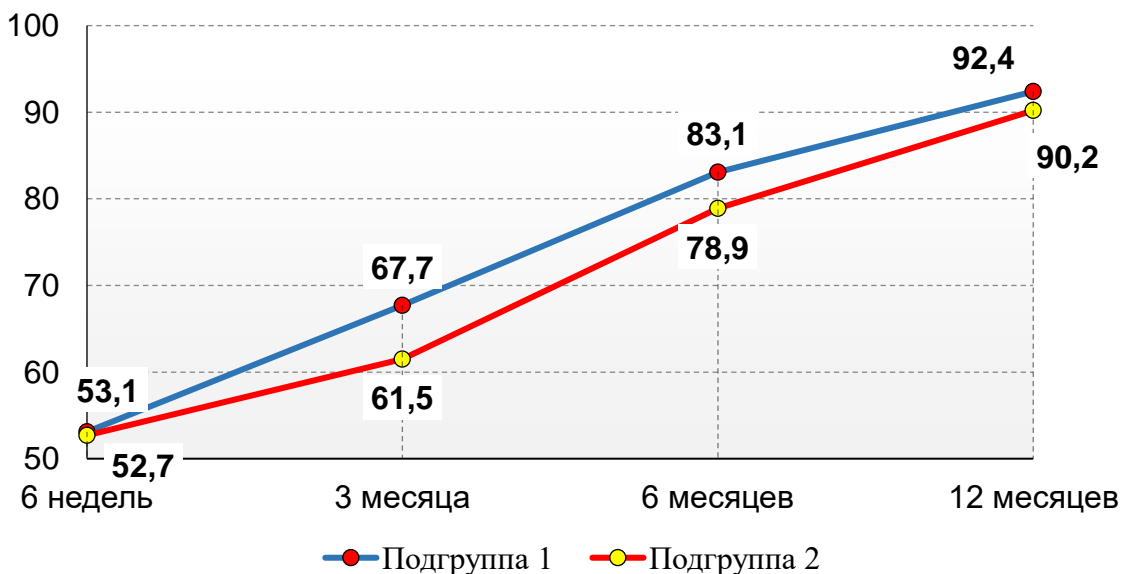


Рисунок 7 – Динамика средних показателей по KOOS (баллы)

Помимо прочего на контрольных осмотрах через 2 и 3 недели оценивали полное разгибание голени в коленном суставе, а в сроки 6 недель, 3, 6 и 12 месяцев, когда пациент уже активно разрабатывал движения в коленном суставе, оценивали объем движений.

Оценка амплитуды движений оперированного коленного сустава показала отсутствие статистически значимых различий в подгруппах во весь срок наблюдения ( $p > 0,05$ ). Данный показатель прогрессивно увеличивался в обеих группах, и уже к 6 месяцу находился в пределах нормальных значений (Рисунок 8).

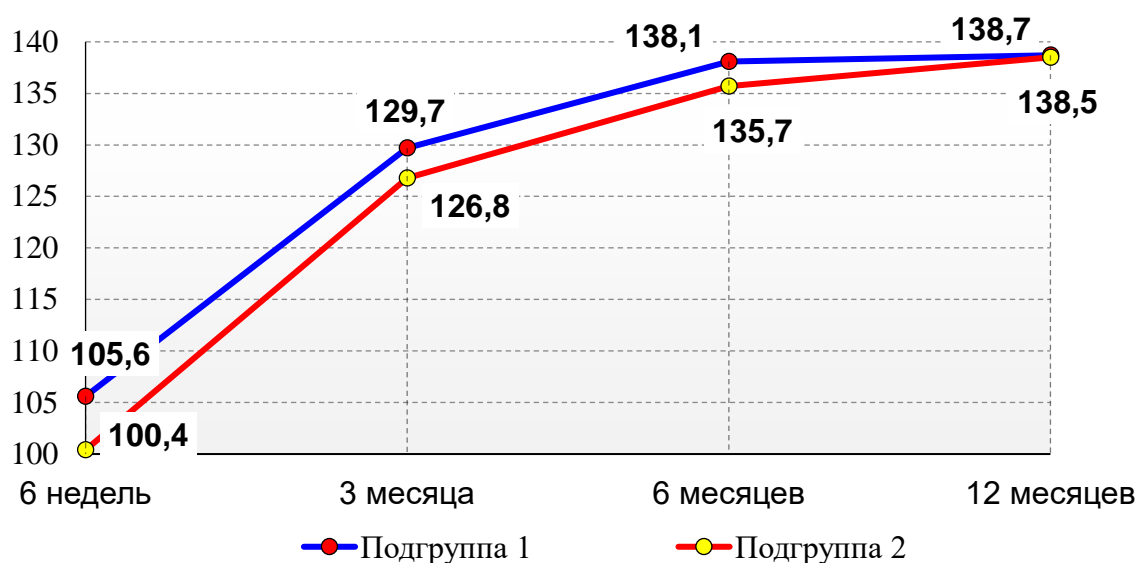


Рисунок 8 – Динамика средних показателей угла сгибания в оперированном коленном суставе (град)

Существенных различий не показала и оценка теста Лахмана с помощью аппарата KLT в конце наблюдения (12 месяцев). Разница средних значений смещений составила всего 0,2 мм ( $p > 0,05$ ), что говорит об эффективности обоих видов выполненного оперативного вмешательства в достижении механической стабильности коленного сустава.

Для оценки степени сохраненной проприоцепции в оперированном коленном суставе через 12 месяцев с момента оперативных вмешательств были проведены биомеханические исследования пациентов на лечебно-диагностической системе Humac Norm (США). Применили метод активного воспроизведения пассивного позиционирования (АВПП) и метод восприятия применения силы (ВПС) – Рисунок 9 а-б.





а

б

Рисунок 9 – Проверка биомеханических тестов: а – АВВП; б – ВПС

Оба исследования, в соответствии с рекомендациями литературных источников, проведены с использованием двух разных целевых углов:  $45^\circ$  и  $60^\circ$  в сравнении оперированного и контралатерального (здорового) суставов. Разницу полученных данных между показателями здорового и оперированного суставов определяли как *коэффициент проприоцепции*, считая его значение, равное 0, (то есть отсутствие отличий) идеальным результатом.

Полученные результаты биомеханических тестов показали статистически значимые лучшие средние показатели у пациентов первой подгруппы: по тесту АВПП коэффициент проприоцепции был выше в 4,2 раза (целевой угол  $45^\circ$ ) и 4,3 раза (целевой угол  $60^\circ$ ) а по тесту ВПС - в 2,5 раза (целевой угол  $45^\circ$ ) и в 3,8 раза (целевой угол  $60^\circ$ ) ( $p < 0,05$ ), что может свидетельствовать о лучшей проприоцептивной функции коленного сустава после реинсерции ПКС за счет сохранения её нативной структуры, содержащей большое количество механорецепторов, в сравнении с аутопластическим замещением ПКС (Рисунок 10).



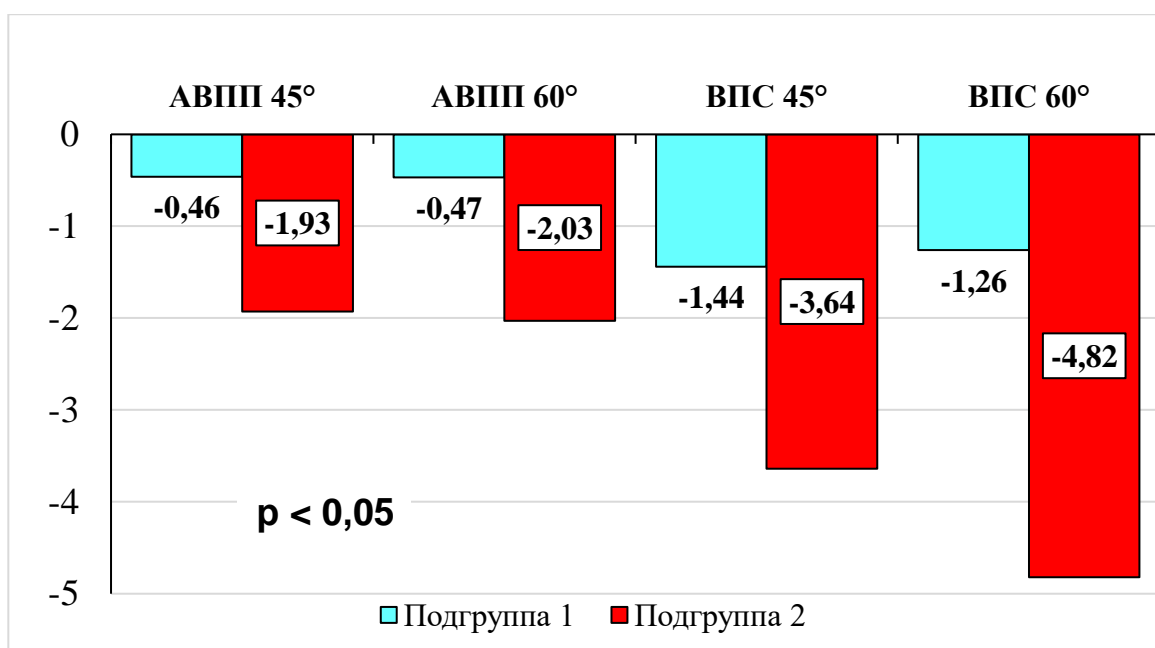


Рисунок 10 – Средние значения коэффициента проприоцепции

**Клинический пример № 1. Подгруппа 1.** Пациент Т., 22 года, травма во время занятий триатлоном. Клинические признаки повреждения ПКС коленного сустава. На МРТ – изолированный проксимальный разрыв ПКС с хорошим качеством культы – тип I по классификации Sherman и группа A по классификации Ateschrang. Определены показания к реинсерции связки. Оперирован на 7 сутки после травмы. Во время диагностического этапа артроскопии уровень и характер повреждения ПКС подтвержден (Рисунок 11 а-б).

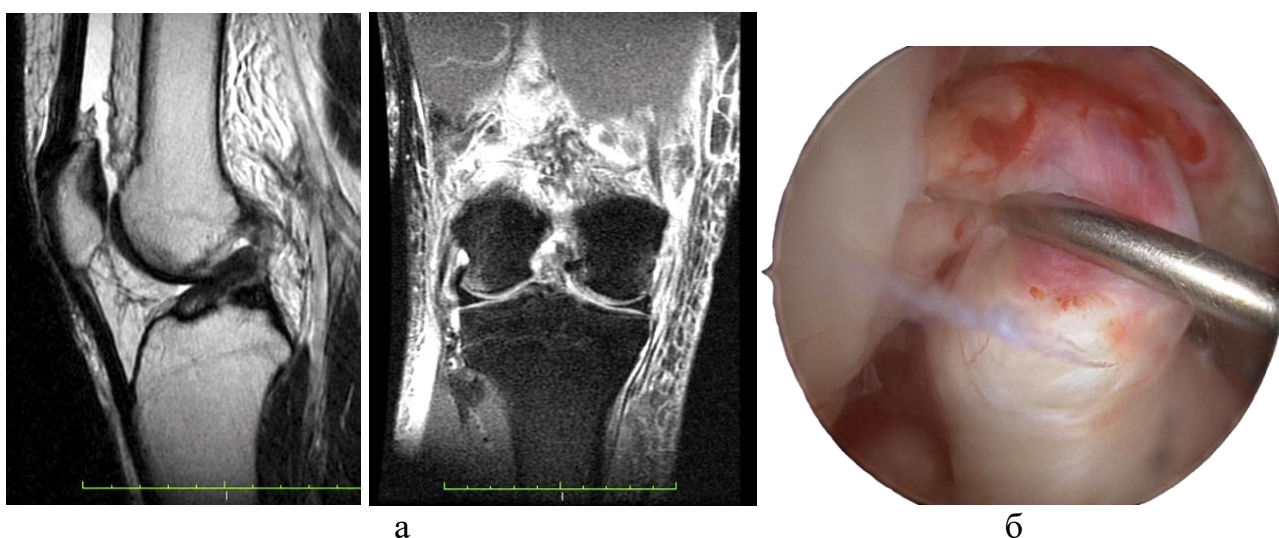
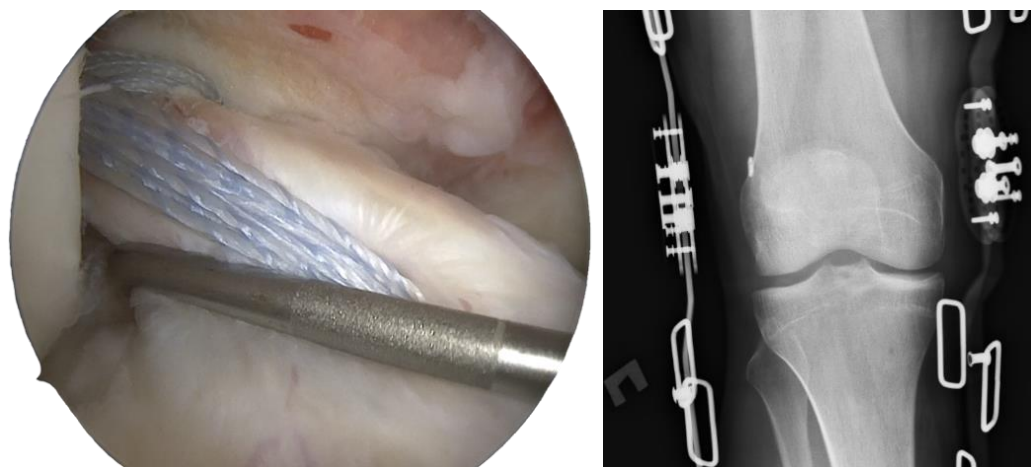


Рисунок 11 – Пациент Т.: а – МРТ коленного сустава, б – артроскопическая картина культы ПКС

Выполнена артроскопическая реинсерция ПКС с дополнительной статической аугментацией лентой FiberTape (Рисунок 12 а-б).



а

б

Рисунок 12 – Пациент Т.: а – восстановленная связка, б – послеоперационная рентгенограмма в ортезе

Послеоперационный период без особенностей. К концу наблюдения – боли нет, по опросникам KOOS (100 баллов) и IKDC (97,7 баллов) – отличный результат, амплитуда движений в коленном суставе в пределах нормы, тест Лахмана 3 мм. Коэффициент проприоцепции по АВПП: - 0,4 (целевой угол 45°) и – 0,7 (целевой угол 60°), по ВПС: -3 (целевой угол 45°) и -1 (целевой угол 60°).

Через 12 месяцев с момента операции пациент вернулся к занятиям спортом (триатлон). Общий результат лечения признан отличным.

**Клинический пример №2. Подгруппа 2.** Пациентка С., 38 лет, травма во время занятий кроссфитом. Клинические признаки повреждения ПКС коленного сустава. На МРТ коленного сустава – изолированный разрыв ПКС (предположительно тип II по классификации Sherman и группа В по классификации Ateschrang). Определены показания к реинсерции связки. Оперирована на 17 сутки после травмы. Во время диагностического этапа артроскопии коленного сустава подтвержден уровень разрыва ПКС (тип II по Sherman), однако характер повреждения оказался более тяжелым, и вместо группы В по данным МРТ был отнесен к группе С по классификации Ateschrang (Рисунок 13 а-б).

В соответствии с разработанным алгоритмом, хирургическая тактика была изменена. Вместо реинсерции выполнена артроскопическая аутопластика ПКС с

использованием сухожилия полусухожильной мышцы по стандартной методике All-inside (Рисунок 14 а-б).

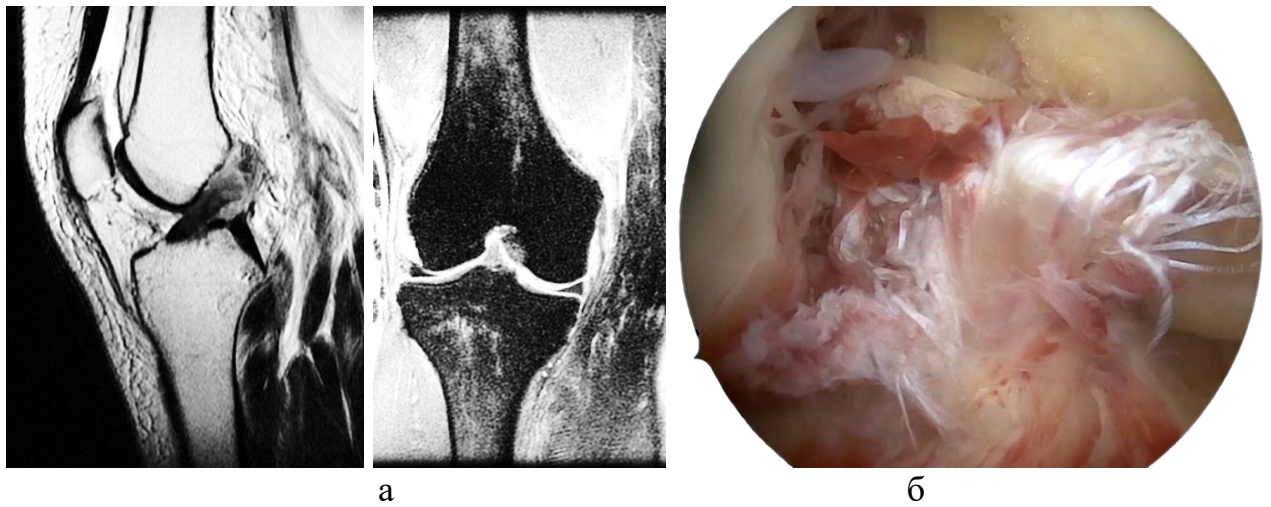


Рисунок 13 – Пациентка С.: а – МРТ коленного сустава, б – артроскопическая картина культи ПКС

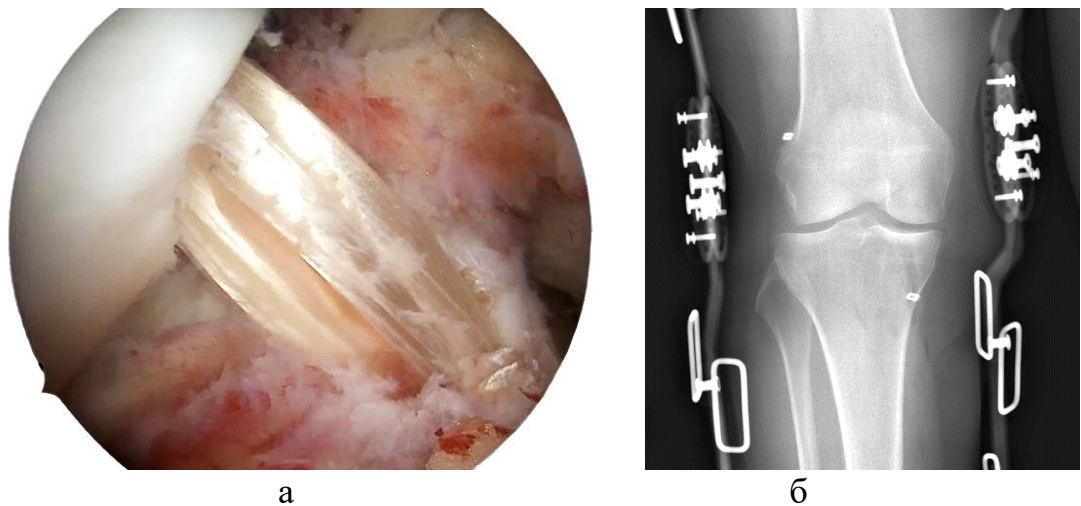


Рисунок 14 – Пациентка С.: а - ауто трансплантат связки, б – послеоперационная рентгенограмма в ортезе

Во время перевязки на следующий день после операции выполнена пункция коленного сустава в связи с развитием гемартроза. Течение послеоперационного периода – без особенностей. К концу наблюдения – боли нет, по опросникам KOOS (92 балла) и IKDC (90,8 баллов) – отличный результат, амплитуда движений в коленном суставе в пределах нормы; тест Лахмана 3 мм. Коэффициент проприоцепции: по АВПП 1,9 (целевой угол 45°) и - 3 (целевой угол 60 °), по ВПС 6 (целевой угол 45°) и - 5 (целевой угол 60 °).

Через 12 месяцев с момента операции пациентка вернулась к привычным занятиям спортом. Общий результат лечения признан отличным.

Осложнений, повлиявший на процесс реабилитации и результат лечения, ни в одном нашем наблюдении отмечено не было.

### **Эффективность дифференцированной тактики при лечении разрывов ПКС**

На втором этапе исследования мы поставили вопрос о преимуществах применения алгоритма выбора дифференцированной тактики хирургического лечения пациентов с разрывами ПКС коленного сустава за счет определения показаний к реинсерции поврежденной связки.

Для этого была создана дополнительная ретроспективная группа пациентов, лечение которых проводили до внедрения в клиническую практику разработанного нами алгоритма определения дифференцированной хирургической тактики. При формировании ретроспективной группы проведен анализ медицинской документации 425 пациентов, ранее оперированных в ортопедическом отделении ГБУЗ ГKB № 67 им. Л.А. Ворохобова ДЗМ по поводу разрыва ПКС коленного сустава, когда аутопластика ПКС трансплантатом из сухожилия полусухожильной мышцы по методике All-inside рассматривалась как единственный вариант хирургической тактики в связи с нестабильностью коленного сустава.

Анализ историй болезни данных 425 пациентов и, в частности, протоколов операций позволил составить впечатление о локализации и характере повреждений только в 223 случаях (52,5 %), в остальных протоколах такие подробности не были отражены. Из этих наблюдений в 137 протоколах из 223 (61,4 %) упомянута локализация разрыва, а в 42 (18,8 %) дополнительно указана целостность синовиальной оболочки связки, но ни в одном не сказано о состоянии и сохранности ее волокон. Таким образом, в группу сравнения (ретроспективную) вошли 137 пациентов, которым выполнена аутопластика ПКС трансплантатом из сухожилия полусухожильной мышцы по стандартной методике All-inside. Из этих 137 пациентов – 78 (56,9%) имели проксимальные разрывы связки, однако по медицинской документации нельзя было судить о том, к какой группе по классификации Ateschrang они относятся. Пациенты группы сравнения были сопоставимы с наблюдавшимися в ходе проспективного исследования 84 пациентами (основная группа) по всем

параметрам пола, возраста, сроков с момента травмы, а также уровня разрыва ПКС ( $p > 0,05$ ).

В сроки от 12 до 24 месяцев со времени проведенной операции пациенты группы сравнения были обследованы с определением функции прооперированного сустава по оценочным шкалам IKDC и KOOS, а также уровня боли по ВАШ и угла сгибания коленного сустава. Полученные показатели сопоставили с аналогичными данными, определенными совокупно для всех 84 пациентов проспективного этапа исследования (основной группы). Средние показатели угла сгибания в коленном суставе были практически идентичными ( $p > 0,05$ ), однако по уровню боли, а также показателям шкал-опросников отмечена статистически значимая разница в пользу основной группы. Более того, хотя средние показатели по шкалам IKDC и KOOS отличались всего на 2,6 и 3,0 баллов соответственно, в группе сравнения они находились в оценочном диапазоне «хорошо», а в основной группе – уже в диапазоне «отлично» (Таблица 1).

Таблица 1 – Результаты лечения пациентов основной группы и группы сравнения в сроки 12-24 месяцев с момента операции

	Боль (баллы по ВАШ)	Угол сгибания (град)	IKDC (баллы)	KOOS (баллы)
Основная группа (n = 84)	5,1	138,6	90,9	91,4
Группа сравнения (n = 137)	6,8	138,5	88,3	88,4
<b>разница</b>	<b>- 1,7</b>	<b>0,1</b>	<b>2,6</b>	<b>3,0</b>
<b>P</b>	<b>&lt; 0,05</b>	<b>&gt; 0,05</b>	<b>&lt; 0,05</b>	<b>&lt; 0,05</b>

Особо важной представляется разница в доле пациентов, из индивидуальных показателей которых складывались указанные средние баллы. При применении дифференцированной хирургической тактики (основная группа) показатели в диапазоне «отлично» имели по IKDC – 66,7 % пациентов и по KOOS 63,1 %, тогда как при однотипной тактике аутотрансплантации (группа сравнения) показатель «отлично» по IKDC имели 42,3 %, а по KOOS – 40,1 % пациентов (Рисунок 15). Таким

образом, применение дифференцированной хирургической тактики позволило получить по шкалам KOOS и IKDC отличный результат в 1,6 раза чаще ( $p < 0,05$ ).

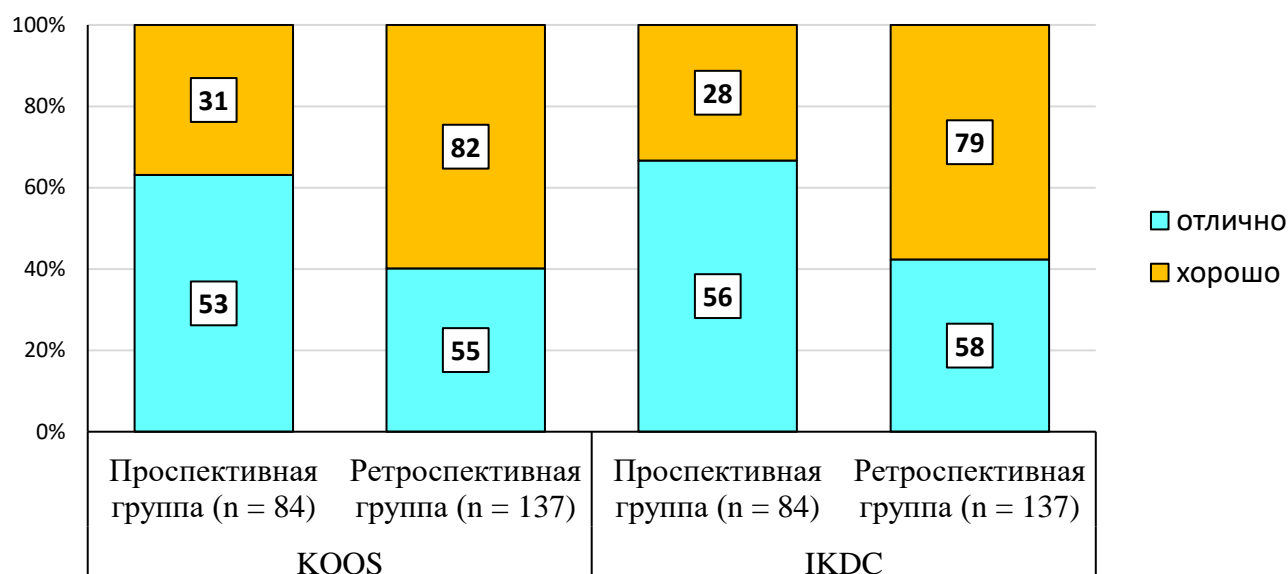


Рисунок 15 – Оценка результатов лечения по шкалам KOOS и IKDC в основной группе (проспективной) и группе сравнения (ретроспективной) после 12-24 месяцев с момента операции (количество пациентов)

## ВЫВОДЫ

1. При повреждениях ПКС коленного сустава показания к ее реинсерции определяются уровнем разрыва и сохранностью волокон связки, причем артроскопическая ревизия в 10,5 % случаев показывает более тяжелое повреждение ПКС, чем это было ранее определено с помощью магнитно-резонансной томографии.

2. Прошивание культи разорванной ПКС по разработанной методике предотвращает соскальзывание лигатуры, что позволило во всех наблюдениях избежать несостоятельности шва при реинсерции связки.

3. Средние показатели коэффициента проприоцепции через 12 месяцев после реинсерции связки были лучше, чем после ее аутопластики, по тесту АВПП при целевом угле  $45^\circ$  - в 4,2 раза и при целевом угле  $60^\circ$  - в 4,3 раза, а по тесту ВПС – соответственно в 2,5 и 3,8 раза.

4. Через 6 месяцев после реинсерции ПКС отмечена лучшая, чем после ее аутопластики, динамика: по шкале IKDC – на 4,8 балла, по KOOS на 4,2 балла ( $p <$



0,05). К 1 году наблюдения эта разница нивелировалась и составила 1,5 балла по IKDC ( $p > 0,05$ ) и 2,2 балла по KOOS ( $p < 0,05$ ).

5. Применение дифференцированной хирургической тактики у пациентов с разрывами ПКС с определением четких показаний к реинсерции связки позволило повысить долю отличных результатов по шкалам KOOS и IKDC в 1,6 раза.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При разрыве ПКС в проксимальном отделе в случаях сохраненной культы связки следует выполнять ее реинсерцию.

2. Реинсерцию ПКС коленного сустава при ее проксимальном разрыве можно считать показанной при уровне разрыва I-II типа по классификации Sherman, состоянии культы связки, соответствующем группам А и В по классификации Ateschrang и сроках с момента травмы не более 6 недель.

3. При планировании реинсерции ПКС необходимо быть готовыми после артроскопической ревизии коленного сустава к изменению тактики и выполнению аутопластики связки, так как данные МРТ в отношении состояния волокон культы ПКС не подтверждаются в 10,5 % случаев.

4. Для предотвращения соскальзывания нити с культы ПКС целесообразно ее дополнительное прошивание этой же нитью дистальнее первого вкола.

## СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. **Романов, Д.А.** Реинсерция передней крестообразной связки коленного сустава с дополнительной аргументацией в острых случаях / **Д.А. Романов, Л.О. Кнеллер, А.В. Гаркави, А.Р. Дрогин** // **Кафедра травматологии и ортопедии.** – 2020. – №. 4. – С. 14-21.

2. Кнеллер, Л.О., Гаркави, А.В., Дрогин, А.Р., **Романов, Д.А.** Артроскопическая реинсерция передней крестообразной связки при ее проксимальных повреждениях // V Международный конгресс ассоциации ревмоортопедов (Москва, 17–18 сентября

2021 г.) – Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2021. М., 2021. – С. 56-57.

3. **Романов, Д.А.** Предоперационное планирование при повреждениях передней крестообразной связки коленного сустава / **Д.А. Романов**, А.В. Гаркави Л.О. Кнеллер, А.Р. Дрогин, А.А. Шишова // **Кафедра травматологии и ортопедии.** – 2022. – № 1. – С. 46-53.

4. **Романов, Д.А.** Оценка проприоцептивной функции у пациентов после восстановления передней крестообразной связки / Д.А. Романов, А.В. Гаркави, А.Р. Дрогин, А.А. Шишова, Л.О. Кнеллер, И.С. Молчанов // **Вестник современной клинической медицины.** – 2022. – Т.15. – № 5. – С. 58-65. [Scopus]

5. **Романов, Д.А.,** Кнеллер, Л.О., Шишова, А.А. Реинсерция и аутопластика передней крестообразной связки: сравнение результатов лечения / Д.А. Романов, Л.О. Кнеллер, А.А. Шишова // **Международный научно-исследовательский журнал.** – 2022. – №7–2 (121). – С. 55-59.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АВПП – активное воспроизведение пассивного позиционирования

ВАШ – визуальная аналоговая шкала

ВПС – восприятие применения силы

ГБУЗ ГКБ № 67 – Государственное бюджетное учреждение

здравоохранения городская клиническая больница № 67

МРТ – магнитно-резонансная томография

ПКС – передняя крестообразная связка

KOOS – The Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score

IKDC – International Knee Documentation Committee