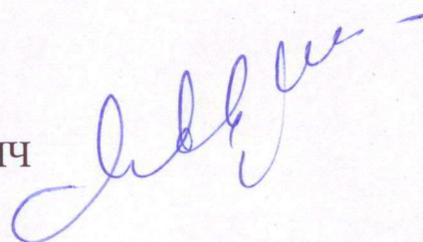


На правах рукописи

АВРАМЕНКО
ВЛАДИСЛАВ ВАЛЕРЬЕВИЧ



СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТАКТИКИ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ
ПАЦИЕНТОВ ДЕТСКОГО И ПОДРОСТКОВОГО ВОЗРАСТА С
ПОВРЕЖДЕНИЕМ ПЕРЕДНЕЙ КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ

3.1.11. Детская хирургия

3.1.8. Травматология и ортопедия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Санкт-Петербург

2026

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научные руководители:

доктор медицинских наук, доцент **Подкаменев Алексей Владимирович**
кандидат медицинских наук **Салихов Марсель Рамильевич**

Официальные оппоненты:

Щебеньков Михаил Валентинович – доктор медицинских наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра детской хирургии, профессор;

Ратьев Андрей Петрович – доктор медицинских наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии Института хирургии, профессор.

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Защита состоится 16 марта 2026 года в 10-00 часов на заседании диссертационного совета 21.2.062.01 в ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России (194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская дом 2).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России (194223, г. Санкт-Петербург, пр. Мориса Тореза, д. 39) и на сайте ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России <http://gpmu.org>

Автореферат разослан « ___ » _____ 2026 год.

Ученый секретарь
д.м.н., доцент

Пшениснов К.В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность

Частота травм передней крестообразной связки (ПКС) у детей и подростков продолжает расти [Beck N.A. et al., 2017; Dodwell E.R. et al., 2014; Gornitzky A.L. et al., 2016]. Известно, что консервативная терапия или отсроченная реконструкция ПКС может привести к нестабильности сустава, повреждению хряща и менисков, раннему остеоартриту [James E.W. et al., 2021; Kawashima I. et al., 2020; Ramski D.E. et al., 2014]. Недавние систематические обзоры отдают предпочтение раннему оперативному лечению по сравнению с отсроченным или консервативными методами лечения [James E.W. et al., 2021].

Повреждение ПКС у детей представляет собой патологию, находящуюся в области интересов двух специальностей: детской хирургии и травматологии-ортопедии. С одной стороны, это типичное травматическое повреждение, требующее восстановления стабильности коленного сустава, а с другой – лечение ребенка предъявляет особые требования, характерные именно для детской хирургии, связанные с наличием ростковых зон, незрелостью скелета и необходимостью малоинвазивных методик. Таким образом, реконструкция ПКС у детей – специализированное хирургическое вмешательство, основанное на базовых методах детской хирургии и ортопедических принципах реконструктивных вмешательств [Pressman A.E. et al., 1997].

Отрывной перелом межмышцелкового возвышения – редкая и тяжелая травма коленного сустава [Kendall N.S. et al., 1992].

Большинство исследователей сходятся во мнении, что при переломах межмышцелкового возвышения большеберцовой кости II типа с небольшим смещением в некоторых случаях можно добиться репозиции путем устранения гемартроза и иммобилизации поврежденной конечности. Однако, переломы II типа, особенно при неудачных попытках репозиции, и переломы III и IV типов требуют хирургического лечения, поскольку смещенные переломы могут привести к несращению и нестабильности коленного сустава [Osti L. et al., 2016; Vogunovic L. et al., 2015].

В литературе достаточно много противоречивой информации, согласно которой, как анатомическая, так и транстибиальная реконструкция ПКС, при прочих равных условиях, позволяют получить хорошие функциональные результаты лечения. Однако сравнительная эффективность и перспективность отдельных методов реконструкции ПКС остаются весьма актуальными темами [Ha J.K. et al., 2016].

Степень разработанности темы

Фактором, влияющим на биомеханику реконструкции ПКС, который, как полагают, является причиной неудач и неудовлетворительных результатов, является неправильное размещение бедренного туннеля [Hosseini A. et al., 2012]. Это привело к появлению нового подхода к хирургии ПКС, который направлен на размещение трансплантата максимально близко к естественной

анатомии [Middleton K.K. et al., 2015]. Проведены многочисленные биомеханические и кадаверные исследования с целью определения наилучшей доступной методики размещения трансплантата ПКС в пределах естественного анатомического контура [Kim Y.M. et al., 2018]. Несмотря на отсутствие общепринятого определения «анатомической реконструкции ПКС» большинство авторов полагают, что анатомическое прикрепление ПКС находится в заднем отделе межмышцелковой вырезки бедренной кости в области с 9 до 11 часов условного циферблата [Loh J.C. et al., 2003; Monaco E. et al., 2017]. Другими словами, оптимальным с анатомической и биомеханической точки зрения считается размещение трансплантата в области естественного отпечатка передней крестообразной связки [Zantop T. et al., 2006]. Стремление восстановить анатомию ПКС путем размещения трансплантата в «центральном» положении создает технические проблемы, поскольку было показано, что это положение сложнее достичь с помощью классического транстибиального (ТТ) метода формирования бедренного туннеля. Такой подход может привести к менее анатомическому размещению трансплантата, что делает ТТ метод неоптимальным для выполнения анатомической реконструкции ПКС. Фактически, результатом ТТ метода является его заднее расположение в сагиттальной проекции и более вертикальная ориентация туннеля во фронтальной плоскости [Bedi A. et al., 2011]. Это побудило некоторых хирургов отказаться от ТТ метода в пользу транспортальной методики (ТП) с использованием переднемедиального (ПМ) порта, либо техники «все внутри». Однако были получены противоречивые результаты с точки зрения преимуществ и недостатков, и поэтому консенсус относительно наиболее подходящего подхода к размещению туннеля по-прежнему отсутствует. Как ТП, так и ТТ методы формирования бедренного туннеля периодически связывали с высокой частотой несостоятельности трансплантата и худшими клиническими результатами [Eusturoy N.H. et al., 2019].

В литературе описано несколько методов лечения перелома ММВБК, включающих в себя операции, выполняемые с помощью артротомии или артроскопии. Фиксация отломков может быть выполнена с помощью спиц Киршнера, серкляжных проволок, внутрикостных швов, шайб-шурупов, проведенных через фрагмент, внутрикортикальных винтов, а также винтов и костных анкеров, установленных ретроградно, при этом каждый подход имеет свои преимущества и недостатки.

В настоящее время недостаточно полно раскрыта проблема артроскопического лечения пациентов с повреждением ПКС, мало изучен весь сопутствующий спектр изменений, выявляемых у пациентов с подобными повреждениями. Нет единодушия относительно правильности позиционирования бедренного туннеля у пациентов при отрывах ПКС от бедренной кости и оптимального метода фиксации отломка ММВБК при его авульсивных отрывах. Нуждается в дальнейшем изучении тактика послеоперационного ведения больных, сроки начала нагрузки, методики физиопроцедур и реабилитационных мероприятий, что имеет несомненное практическое значение. Необходимость проанализировать возможности и

преимущества анатомических технологий реконструкции ПКС определила цель настоящего исследования.

Цель исследования

Улучшить результаты хирургического лечения пациентов детского и подросткового возраста с различными вариантами повреждения передней крестообразной связки.

Задачи исследования

1. Оценить среднесрочные результаты артроскопической реконструкции передней крестообразной связки у пациентов контрольной группы с использованием транстибиальной и транспортной методик, а также разработать и клинически апробировать метод формирования костных туннелей с сохранением изометричности трансплантата, расположенного в них.
2. Провести анализ результатов лечения пациентов с переломами межмышечкового возвышения большеберцовой кости типа III по классификации Мейерса – Маккивера – Заричного после рефиксации костного фрагмента спицами Киршнера, а также разработать метод лечения пациентов с подобными травмами.
3. Провести сравнительный анализ анатомо-функциональных результатов транстибиальной, транспортной и усовершенствованной методик формирования бедренного костного туннеля по методике «все внутри» с сохранением изометричности трансплантата и определить наиболее эффективную.
4. Провести сравнительный анализ функциональных результатов лечения пациентов с авульсивным переломом ММВБК по усовершенствованной методике по сравнению с результатами контрольной группы и определить наиболее эффективную методику.
5. Изучить особенности ремоделирования аутотрансплантатов после реконструкции передней крестообразной связки при использовании транстибиальной, транспортной и «все внутри» техник формирования костных туннелей.

Научная новизна исследования

1. На основании результатов анализа мультиспиральных компьютерных томограмм с 3D реконструкцией изучены особенности локализации костных туннелей в бедренной и большеберцовых костях при различных техниках их формирования (транстибиальная, транспортальная и «все внутри»), а также выявлена взаимосвязь их позиции со среднесрочными клиническими результатами.
2. Разработан и клинически апробирован метод формирования бедренного туннеля при реконструкции ПКС техникой «все внутри» с сохранением изометричности трансплантата, расположенного в сформированных костных туннелях.

3. Изучены особенности внутрисуставной перестройки аутотрансплантатов в течение 12 месяцев после реконструкции ПКС с использованием транстибиальной, транспортной и «все внутри» техник.

4. Усовершенствован и клинически апробирован способ фиксации отломков при авульсивном переломе ММВБК типа III по классификации Мейерса – Маккивера – Заричного с помощью применения двух кортикальных пластин, стянутых самозатягивающейся петлей.

Практическая значимость диссертационной работы

1. Полученные результаты контрольной группы пациентов позволили обосновать рациональные техники оперативного вмешательства у пациентов изученного профиля в интересах улучшения результатов их лечения.

2. Совершенствование технических приемов изученных операций и успешное внедрение в клиническую практику предложенных способов реконструкции ПКС и фиксации отломка ММВБК позволили упростить и облегчить выполнение операции и повысить ее эффективность.

3. Полученные данные о внутрисуставной перестройке аутотрансплантата из полусухожильной мышцы позволили определить оптимальные сроки возвращения пациентов к спортивным нагрузкам после оперативного лечения.

Методология и методы исследования

Представленное исследование основано на анализе результатов оперативного лечения пациентов детского и подросткового возраста с повреждением передней крестообразной связки. Предварительно был произведен анализ научных публикаций, посвященных проблеме лечения пациентов с повреждениями ПКС после различных методов ее реконструкции и фиксации отломка ММВБК. Проведенный анализ позволил целенаправленно спланировать клиническое исследование, в котором в контрольной и основной группах были оценены результаты лечения пациентов с повреждениями ПКС, разделенных на два типа: отрыв от бедренной и от большеберцовой кости с фрагментом межмышечкового возвышения. Полученные в ходе анализа данные были использованы для определения эффективности традиционных хирургических методик и разработки оптимальных методов оперативного лечения пациентов подросткового возраста с повреждениями ПКС.

Положения, выносимые на защиту

1. В настоящее время чаще остальных используются транстибиальный, транспортальный и «все внутри» способы формирования костных туннелей, однако среднесрочные исходы таких вмешательств в сравнительном плане изучены неоднозначно, а показания к их выполнению у пациентов детского и подросткового возраста обсуждаются.

2. Фактором, влияющим на функциональные результаты после реконструкции ПКС, является оптимальное расположение костных туннелей. На бедренной кости это центральная межпучковая область прикрепления

нативной ПКС, на большеберцовой кости – область, соответствующая зоне прикрепления переднемедиальной части ПКС.

3. Предложенный способ формирования бедренного туннеля по методике «все внутри» с сохранением изометричности трансплантата, расположенного в костных туннелях (патент РФ №2853423 от 23.12.2025), позволяет упростить выполнение артроскопической реконструкции ПКС, сократить время ее выполнения и получить отличные функциональные результаты.

4. Предложенный способ артроскопического лечения пациентов с авульсивным переломом межмышечкового возвышения большеберцовой кости (патент РФ №045186 от 31.10.2023) позволяет бережнее выполнять фиксацию отломка ММВБК, сократить время операции и получить отличные функциональные результаты.

Степень достоверности и апробация результатов исследования

Выводы и рекомендации диссертационной работы основаны на анализе 227 публикаций и результатах собственного клинического исследования, в ходе которого были проанализированы функциональные исходы оперативного лечения 147 пациентов.

Основные положения диссертационного исследования были доложены на Втором Всероссийском конгрессе по травматологии с международным участием «Медицинская помощь при травмах: новое в организации и технологиях» (Санкт-Петербург, 2017); Евразийском ортопедическом форуме (Казань, 2023); Вреденовских чтениях (Санкт-Петербург, 2025); Турнеровских чтениях, (Санкт-Петербург, 2025).

По материалам диссертации опубликовано 6 научных работ, в том числе 2 статьи в рецензируемых научных журналах, входящих в список изданий, рекомендованных ВАК РФ для публикации материалов диссертационных исследований, а также индексированных в международной базе Scopus, патент РФ №2853423 от 23.12.2025 «Способ интраоперационного определения оптимального места для формирования бедренного костного туннеля с сохранением изометричности трансплантата передней крестообразной связки» и евразийский патент на изобретение № 045186 от 31.10.2023 г. «Способ артроскопического лечения пациентов с авульсивным переломом межмышечкового возвышения большеберцовой кости». Результаты диссертационного исследования внедрены в практику работы клиники ФГБОУ ВО «СПбГПМУ» Минздрава России. Материалы диссертационной работы используются при обучении на базе этого центра клинических ординаторов, аспирантов и врачей травматологов-ортопедов, проходящих усовершенствование по программам дополнительного образования.

Личное участие автора

Автор самостоятельно выполнил анализ и обобщение данных мировой научной литературы по теме исследования. Им лично отобраны пациенты для всех клинических групп, сформулированы цель, задачи и дизайн исследования. Автор был оперирующим хирургом у всех пациентов, оценивал

функциональные исходы вмешательства. Диссертантом проведена статистическая обработка первичных данных, сформулированы выводы, практические рекомендации и основные положения, выносимые на защиту. Он принимал непосредственное участие в подготовке публикаций и заявок на изобретения, выступал с результатами проведенных исследований на научных конференциях.

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на 224 страницах, включает введение, обзор литературы, описание материалов и методов, три главы собственных исследований, заключение, выводы, практические рекомендации, список сокращений, список литературы и приложения, содержит 98 рисунков и 36 таблиц. Список литературы включает 227 источников, из них 203 – зарубежных авторов.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (протокол №34/13 от 14 декабря 2023 г.) и выполнено на базе Клиники ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России. Всего обследовано 147 пациентов, находившихся на лечении в период с 2014 по 2024 г.

Пациенты были распределены на две группы, каждая из которых была разделена на 2 подгруппы в зависимости от использованного метода оперативного лечения:

1. Основная группа (n = 62);

- 32 пациента с отрывом ПКС от бедренной кости (подгруппа ОПКСБЕК), которые прооперированы по усовершенствованной методике «все внутри» ОПКСБЕКВВ.

- 30 пациентов с отрывом ПКС от большеберцовой кости, тип III по классификации Мейерса-Маккивера-Заричного (подгруппа ОПКСБОК), которым выполняли репозицию и фиксацию отломка ММВБК под артроскопическим контролем с помощью разработанного метода, основанного на использовании двух кортикальных пластинок с самозатягивающейся петлей ОПКСБОКРМ.

2. Контрольная группа (n = 85):

- 62 пациента с отрывом ПКС от бедренной кости (ОПКСБЕК), оперированные двумя различными методиками: 32 пациента прооперированы по транстибиальной методике ОПКСБЕКТТ и 30 – по методике транспортального формирования бедренного туннеля (ОПКСБЕКТП)

- 23 пациента с отрывом ПКС от большеберцовой кости, тип III по классификации Мейерса-Маккивера-Заричного (подгруппа ОПКСБОК), которым выполняли репозицию и фиксацию отломка межмышечкового возвышения большеберцовой кости (ММВБК) спицами Киршнера под артроскопическим контролем ОПКСБОКСК (рисунок 1).

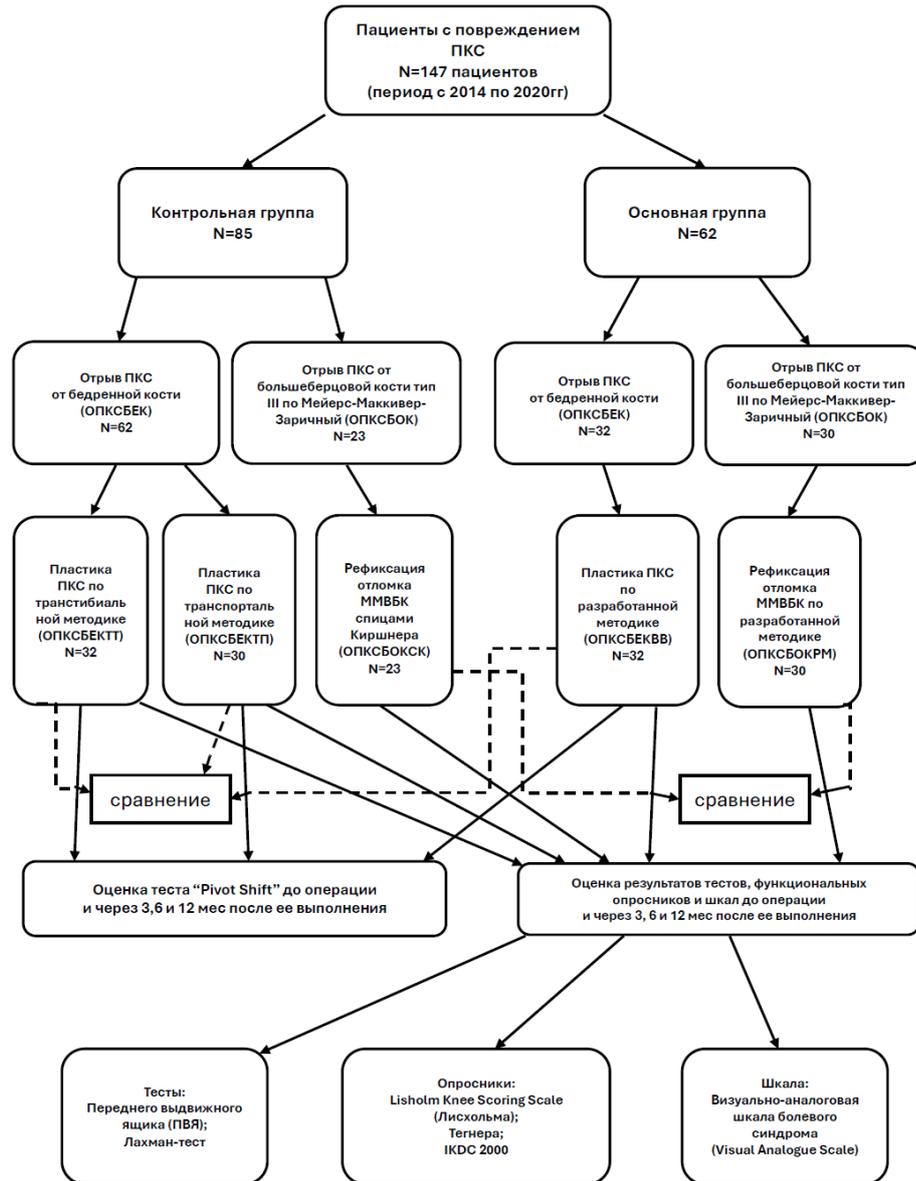


Рисунок 1 – Дизайн исследования

Для оценки результатов хирургической реконструкции применяли функциональные тесты – переднего выдвигающего ящика и Лахман–тест, оценку по шкалам Лисхольма, Тегнера, IKDC 2000. Интенсивность боли оценивали по визуально-аналоговой шкале. Все тесты проводили до операции, через 3, 6 и 12 мес. после ее выполнения. Из инструментальных методов диагностики использовали: рентгенографию, магнитно-резонансную томографию и мультиспиральную компьютерную томографию коленных суставов.

В послеоперационном периоде у пациентов, которым выполняли пластику ПКС, для определения целостности и структурных особенностей трансплантата ПКС анализировали данные МРТ коленного сустава. Оценка внутрисуставной

перестройки сухожильного аутотрансплантата после реконструкции ПКС производили через 3, 6 и 12 месяцев после операции.

Для определения локализации костных туннелей выполняли МСКТ коленного сустава. Полученные томограммы экспортировали в программу Vee Dicom Viewer, где получали трехмерное изображение коленного сустава. На изображениях плато большеберцовой кости и внутренней поверхности латерального мыщелка бедренной кости определяли локализацию центров туннелей.

Статистический анализ.

Исходные данные были внесены в таблицы с использованием программы Microsoft Excel. Для статистической обработки данных применяли программы Statistica (версия 10) и Past (версия 5.0). Отличия между группами считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При анализе исходов хирургического лечения установлено, что степень выраженности переднезадней нестабильности коленного сустава после реконструкции передней крестообразной связки через 12 месяцев после операции значительно хуже у пациентов подгруппы ОПКСБЕКТП (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты оценки клинической нестабильности коленного сустава в подгруппах ОПКСБЕКТП и ОПКСБЕКТП через 12 месяцев после операции

Показатель	ОПКСБЕКТП (n = 32)	ОПКСБЕКТП (n = 30)	P
Тест Lachman			
0 (0–2 мм)	21 (65,63%)	26 (86,67%)	$< 0,05$
1+ (3–5 мм)	10 (31,24%)	4 (13,33%)	
2+ (6–10 мм)	1 (3,13%)	0	
3+ (>10 мм)	0	0	
Тест переднего выдвигающего ящика			
0 (0–2 мм)	21 (65,63%)	25 (83,33%)	$< 0,05$
1+ (3–5 мм)	9 (28,13%)	4 (13,34%)	
2+ (6–10 мм)	2 (6,25%)	1 (3,33%)	
3+ (>10 мм)	0	0	
Pivot-shift тест			
0 (не определяется)	16 (50%)	26 (86,67%)	$< 0,0001$
1+ (невыраженный)	15 (46,87%)	4 (13,33%)	
2+ (умеренный)	1 (3,13%)	0	
3+ (выраженный)	0	0	

У пациентов подгруппы ОПКСБЕКТП значительно реже регистрировали положительный pivot – shift тест (0 степень – 86,67%; I + степень – 13,33%), чем у пациентов подгруппы ОПКСБЕКТП (0 степень – 50%; I + степень – 46,87%); II + степень – 3,13%)

По данным шкал функциональной оценки коленного сустава IKDC-2000 и Лисхольм среди пациентов обеих подгрупп на дооперационном этапе оценены, как неудовлетворительные в 100% случаев. Через 12 месяцев после операции у пациентов подгруппы ОПКСБЕКТП субъективные результаты оказались

лучше, чем у пациентов подгруппы ОПКСБЕКТТ. Через 12 месяцев после операции у всех пациентов транстибиального метода формирования бедренного туннеля достигнуты удовлетворительные, а у пациентов транспортной подгруппы – хорошие результаты. Различия между подгруппами по шкале IKDC были статистически значимыми (рисунок 2).

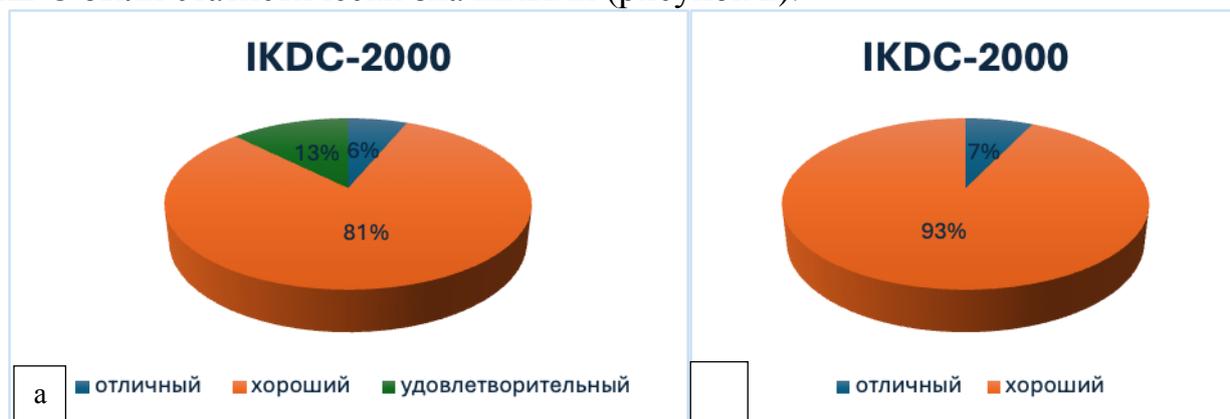


Рисунок 2 – Результаты по функциональной шкале оценки коленного сустава IKDC-2000 через 12 месяцев после операции: а – подгруппа ОПКСБЕКТТ, б – подгруппа ОПКСБЕКТП ($p < 0,001$)

У пациентов подгруппы ОПКСБЕКТП длительность операции была максимальной – $98,2 \pm 0,99$ минут, что было связано с необходимостью подготовки сустава к формированию бедренного туннеля через дополнительный переднемедиальный порт. Минимальное время операции зафиксировано у пациентов подгруппы ОПКСБЕКТТ – $60,03 \pm 1,49$.

У пациентов подгруппы ОПКСБОКСК отмечена положительная динамика по увеличению стабильности коленного сустава на всех этапах измерения, однако в период с шестого по двенадцатый месяцы она наиболее выражена ($p < 0,05$). Время операции составило $76,2 \pm 4,8$ минут. Через 12 месяцев после операции полная амплитуда движений в коленном суставе восстановилась в 80% случаев. У четырех пациентов амплитуда движений к вышеуказанному сроку восстановилась до 110° . Асептический синовит после операции диагностирован у 3 (15%) пациентов. При оценке рентгенограмм через 5 недель после операции консолидация отломка ММВБК достигнута у всех пациентов.

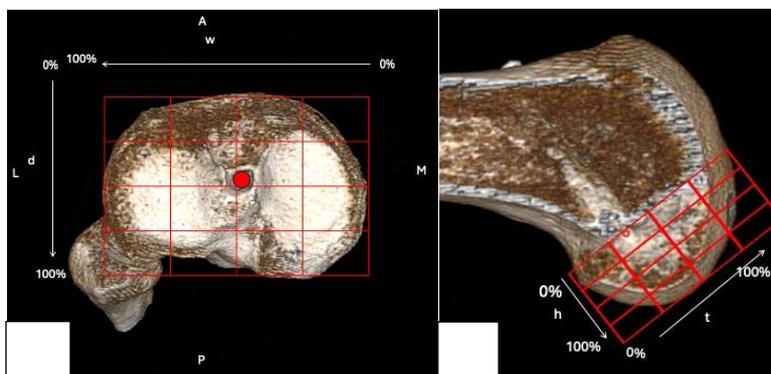


Рисунок 3 – Положение большеберцового (А) и бедренного (Б) костных туннелей у пациентов подгруппы ОПКСБЕКТТ

По данным КТ, при оценке локализации центра большеберцового туннеля у пациентов подгруппы **ОПКСБЕКТТ** он располагался в точке, соответствующей $47,8 \pm 2,1\%$ по оси d и $48,7 \pm 1,9\%$ по оси w. При оценке положения бедренного туннеля выявлено, что он располагался в точке, располагавшейся в $35,2 \pm 5,2\%$ по оси t и $11,5 \pm 3,7\%$ по оси h (рисунок 3).

По данным КТ, при оценке локализации центра большеберцового туннеля у пациентов (подгруппы **ОПКСБЕКТП**) он располагался в точке, соответствующей $46,8 \pm 1,4\%$ по оси d и $50,1 \pm 1,3\%$ по оси w. При оценке положения бедренного туннеля было выявлено, что он располагался в точке, соответствующей $25,3 \pm 4,8\%$ по оси t и $25,1 \pm 5,3\%$ по оси h (рисунок 4).

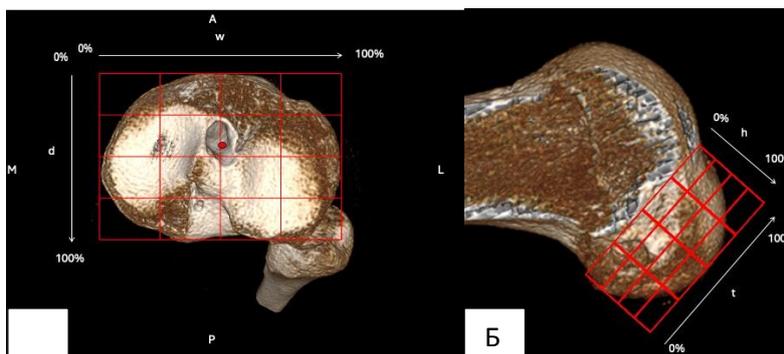


Рисунок 4 – Типичное положение большеберцового (А) и бедренного (Б) костных туннелей у пациентов подгруппы ОПКСБЕКТП

Положение бедренного туннеля имело значимые различия ($p < 0,05$) между подгруппами по оси h (в переднезаднем направлении). При транстибиальной технике он был расположен значительно кпереди от переднемедиального пучка ПКС, тогда как при транспортальной технике – в пределах центральной или в области заднелатерального пучка ПКС. Формирование бедренного туннеля через дополнительный переднемедиальный доступ позволяет добиться анатомического позиционирования трансплантата ПКС и обеспечить стабильность коленного сустава. Однако данная методика подразумевает агрессивную резекцию части жирового тела Гоффа и максимально глубокое сгибание конечности в коленном суставе.

Для определения структурных особенностей и оценки внутрисуставной перестройки аутотрансплантата ПКС всем детям контрольной группы было выполнено МРТ коленного сустава через 3, 6 и 12 месяцев после операции.

Через 12 месяцев после операции выявлены статистически значимые различия между подгруппами ($p < 0,05$). В подгруппе ОПКСБЕКТТ все еще происходило увеличение интенсивности сигнала (коэффициент Тпкс был равен $1,24 \pm 0,14$), который, однако, не достигал нормы. В подгруппе ОПКСБЕКТП также наблюдалось увеличение интенсивности сигнала по сравнению с результатами МРТ, выполненного через 6 месяцев после операции, Коэффициент (Тпкс) составил $1,51 \pm 0,34$, но также, как и в подгруппе ОПКСБЕТТ не достигал показателей интенсивности от нативной ПКС.

Разрывы трансплантата (по данным МРТ) были выявлены у 7 (21,88%) пациентов из ОПКСБЕКТТ и у 3 (10%) – из подгруппы ОПКСБЕКТП, различия были статистически значимыми ($p < 0,001$).

Кроме этого, были оценены результаты рефиксации отломка ММВБК с помощью спиц Киршнера. По данным шкалам функциональной оценки коленного сустава IKDC-2000 и Лисхольм среди пациентов данной подгруппы на дооперационном этапе результаты оценены, как неудовлетворительные в 100% случаев. Через 12 месяцев результаты по опроснику Лисхольм у всех пациентов оценены, как удовлетворительные, а по опроснику IKDC 2000: 20% - удовлетворительные, 5% - отличные, 75% - хорошие результаты.

Заключительным этапом исследования явилась разработка и клиническая апробация такой техники реконструкции ПКС, при которой бедренный туннель располагается в изометрично-анатомичной точке, что в свою очередь, должно способствовать получению лучших среднесрочных клинических результатов. Еще одной задачей являлась разработка техники рефиксации отломка ММВБК под артроскопическим контролем, что позволит снизить частоту интраоперационного повреждения костного фрагмента и улучшить среднесрочные функциональные результаты.

Предложены модифицированные способы хирургической реконструкции передней крестообразной связки:

1. Способ интраоперационного определения оптимального места для формирования бедренного костного туннеля с сохранением изометричности трансплантата передней крестообразной связки, включающий формирование большеберцового и бедренного костных туннелей с введением и фиксацией в них аутотрансплантата, отличающийся тем, что после формирования большеберцового костного туннеля внутри сустава определяют центр входа в бедренный туннель перед его формированием, при этом через переднелатеральный порт в сустав заводят внутрисуставную часть бедренного направителя и устанавливают его таким образом, чтобы центр внутрисуставной части бедренного направителя располагался ниже латерального межмышечкового гребня на середине расстояния между задней границей латеральной стенки межмышечковой ямки и передней границей гиалинового хряща медиальной поверхности латерального мыщелка бедренной кости, выбранное место маркируют и в центр метки внутрикостным введением на 5 мм через ранее установленную втулку большеберцового направителя в сустав устанавливают градуированный проводник для канюлированных винтов, а на внесуставном конце проводника выполняют метку на уровне входного отверстия втулки большеберцового направителя, далее выполняют сгибание и разгибание оперируемой конечности в коленном суставе. Если метка проводника смещается относительно входного отверстия втулки большеберцового направителя более чем на 2 мм, делают вывод о неизометричности трансплантата, затем положение метки на бедренной кости меняют и вновь проводят цикл сгибания и разгибания в коленном суставе до тех пор, пока метка проводника не будет смещаться относительно входного отверстия втулки большеберцового направителя, в результате чего определяют

точку, соответствующую центру входа в бедренный костный туннель, затем проводят его формирование сверлом с обратным рассверливанием, после чего трансплантат передней крестообразной связки заводят в сформированные костные туннели и фиксируют кортикальными пластинами.

2. Способ артроскопического лечения пациентов с авульсивным переломом межмышцелкового возвышения большеберцовой кости, включающий адаптацию и фиксацию костного отломка, несущего массив передней крестообразной связки, отличающийся тем, что после репозиции с адаптацией костного фрагмента и формирования сквозного большеберцового туннеля проходной спицей диаметром 2,5 мм через разрез мягких тканей длиной 0,5 см по направлению из набора для реконструкции передней крестообразной связки от точки, расположенной на месте позиционирования втулки направителя в области медиального мыщелка большеберцовой кости, под углом 55° по отношению к плато большеберцовой кости к точке, локализуемой в центре отломка межмышцелкового возвышения большеберцовой кости, через сквозной большеберцовый туннель в полость сустава проводят спицу с ушком, с предварительно размещенной в ушке спицы петлей нити, под артроскопическим контролем через переднемедиальный артроскопический порт нить выводят из сустава, к выведенной из сустава нити фиксируют самозатягивающуюся петлю с наkostной пластиной, затем петлю через сформированный сквозной туннель по направлению сверху-вниз и снаружи-внутри-наружу проводят таким образом, чтобы пластина располагалась внутри сустава на отломке межмышцелкового возвышения большеберцовой кости, петлю выводят на переднюю поверхность большеберцовой кости, где к петле фиксируют вторую наkostную пластину и далее под углом сгибания в коленном суставе 90° с одномоментным устранением переднего подвывиха голени затягивают петлю между двумя пластинами.

У пациентов подгруппы ОПКСБЕКВВ не зарегистрировано положительного pivot-shift теста в отличие от пациентов подгруппы ОПКСБЕКТП (0 степень – 86,67%; I+ степень – 13,33%).

Результаты, указывающие на степень выраженности переднезадней нестабильности коленного сустава после реконструкции передней крестообразной связки через 12 месяцев после операции, полученные с помощью тестов переднего выдвигающего ящика и Лахмана значительно хуже у пациентов подгруппы ОПКСБЕКТП (таблица 2).

По данным шкал функциональной оценки коленного сустава IKDC-2000 и Лисхольм среди пациентов обеих подгрупп на дооперационном этапе оценены, как неудовлетворительные в 100% случаев.

Через 12 месяцев после операции у пациентов подгруппы ОПКСБЕКВВ субъективные результаты оказались лучше, чем у пациентов подгруппы ОПКСБЕКТП. Так по шкале – опроснику Лисхольм через 12 месяцев после операции у пациентов транспортной подгруппы достигнуты хорошие результаты, а у пациентов метода «все внутри» - отличные результаты.

Таблица 2 – Результаты клинической нестабильности коленного сустава в подгруппах ОПКСБЕКВВ и ОПКСБЕКТП через 12 месяцев после операции

Показатель	ОПКСБЕКВВ (n = 32)	ОПКСБЕКТП (n = 30)	P
Тест Lachman			
0 (0–2 мм)	31 (96,88%)	26 (86,67%)	< 0,0001
1+ (3–5 мм)	1 (3,12%)	4 (13,33%)	
2+ (6–10 мм)	0	0	
3+ (>10 мм)	0	0	
Тест переднего выдвигающего ящика			
0 (0–2 мм)	32 (100%)	25 (83,33%)	< 0,0001
1+ (3–5 мм)	0	4 (13,34%)	
2+ (6–10 мм)	0	1 (3,33%)	
3+ (>10 мм)	0	0	
Pivot-shift тест			
0 (не определяется)	32 (100%)	26 (86,67%)	< 0,0001
1+ (невыраженный)	0	4 (13,33%)	
2+ (умеренный)	0	0	
3+ (выраженный)	0	0	

Результаты по шкале IKDC у подгруппы ОПКСБЕКТП представлены на рисунке 5. У пациентов подгруппы ОПКСБЕКВВ отличные результаты достигнуты в 100% случаев.



Рисунок 5 – Результаты по функциональной шкале оценки коленного сустава IKDC-2000 через 12 месяцев после операции у пациентов подгруппы ОПКСБЕКТП

По данным КТ, при оценке локализации центра большеберцового туннеля у пациентов подгруппы ОПКСБЕКВВ он располагался в точке, соответствующей $45,4 \pm 1,2\%$ по оси d и $47,7 \pm 1,2\%$ по оси w. При оценке положения бедренного туннеля было выявлено, что он располагался в точке, соответствующей $30,3 \pm 1,3\%$ по оси t и $30,1 \pm 2,1\%$ по оси h. Таким образом, положение бедренного туннеля у большинства пациентов подгруппы ОПКСБЕКВВ соответствовало центральной части анатомического прикрепления ПКС (рисунок 6).

Формирование бедренного туннеля по методике «все внутри» позволяет добиться межпучкового позиционирования трансплантата ПКС, и получить лучшие результаты переднезадней и ротационной стабильности коленного

сустава. К концу срока МР-наблюдения (12 месяцев) коэффициент (Тпкс) в подгруппе ОПКСБЕКВВ составил $1,69 \pm 0,43$, (ЗКС – 101,60; ПКС – 171,79) приближался по уровню к сигналу от нативной ПКС и почти не отличался от нативной ПКС.

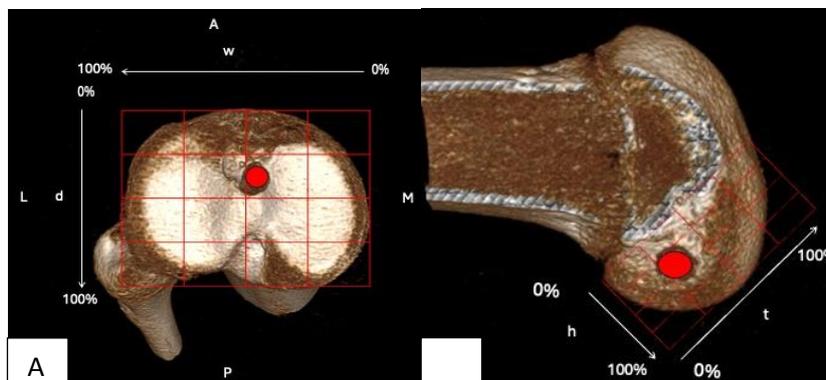


Рисунок 6 – Типичное положение большеберцового (А) и бедренного (Б) костных туннелей у пациентов подгруппы ОПКСБЕКВВ

По шкалам функциональной оценки коленного сустава IKDC-2000 и Лисхольм среди пациентов подгрупп ОПКСБОКСК и ОПКСБОКРМ до операции функциональные результаты оценены, как неудовлетворительные в 100% случаев. Через 12 месяцев у всех пациентов подгруппы ОПКСБОКСК результаты по опроснику Лисхольм оценены, как удовлетворительные, а по опроснику IKDC 2000: 75% - хорошие; 5% - отличные; 20% - удовлетворительные. У всех пациентов подгруппы ОПКСБОКРМ результаты по опросникам Лисхольм и IKDC 2000 оценены, как отличные.

У пациентов подгруппы ОПКСБОКСК длительность операции составила $76,2 \pm 4,8$ минут. Минимальное время операции зафиксировано у пациентов группы ОПКСБОКРМ – $60,03 \pm 1,49$ мин, так как фиксация отломка проводится через однократно сформированный костный туннель системой стягивающихся пластин, установка которой не вызывала технических трудностей.

Через 12 месяцев после операции у пациентов подгруппы ОПКСБОКРМ полная амплитуда движений в коленном суставе достигнута в 100%, а у пациентов подгруппы ОПКСБОКСК – в 80% случаев.

При оценке рентгенограмм через 5 недель после операции консолидация отломка ММВБК достигнута у всех пациентов.

ВЫВОДЫ

1. Среднесрочные результаты реконструкции ПКС у пациентов с транспортальным методом формирования бедренного костного туннеля оказались статистически значимо лучше, чем при транстибиальном методе. Так, по шкале-опроснику Lysholm через 12 месяцев после операции у всех пациентов подгруппы ОПКСБЕКТТ достигнуты удовлетворительные, а у пациентов подгруппы ОПКСБЕКТП – хорошие результаты ($p \leq 0,001$). Анализ среднесрочных исходов лечения пациентов контрольной клинической группы позволил разработать и успешно клинически апробировать «Способ

интраоперационного определения оптимального места для формирования бедренного костного туннеля с сохранением изометричности трансплантата передней крестообразной связки», патент РФ №2853423 от 23.12.2025.

2. Среднесрочные результаты у пациентов контрольной группы после остеосинтеза фрагмента ММВБК спицами Киршнера по опроснику Lysholm оценены как удовлетворительные, по опроснику IKDC 2000: 75%-хорошие; 20% - удовлетворительные; 5% - отличные. Интраоперационные и послеоперационные осложнения выявлены в 13% и 15% случаев соответственно ($p \leq 0,05$). На основе полученных данных усовершенствован и клинически апробирован способ фиксации авульсивного перелома ММВБК типа III по классификации Мейерса – Маккивера – Заричного за счет применения двух кортикальных пластин, стянутых самозатягивающейся петлей, на который получен евразийский патент на изобретение № 045186 от 31.10.2023.

3. Корреляционный анализ среднесрочных анатомо-функциональных результатов транстибиальной, транспортальной и «все внутри» методик формирования бедренного костного туннеля позволил обосновать оптимальное его положение. По данным КТ, при оценке локализации центра бедренного туннеля с использованием метода анатомических координатных осей он располагается в точке, соответствующей $30,3 \pm 1,3\%$ по оси t и $30,1 \pm 2,1\%$ по оси h. Разработанный способ лечения пациентов с отрывом ПКС от бедренной кости позволил увеличить долю отличных результатов, оцененных по шкалам Lysholm и IKDC 2000 в 14 раз по сравнению с пациентами подгрупп ОПКСБЕТП и ОПКСБЕКТТ. У пациентов подгруппы ОПКСБЕКВВ не зарегистрировано ни одного случая разрыва трансплантата на всех сроках наблюдения, тогда как в подгруппе ОПКСБЕКТТ данное осложнение встречалось у 7 (21,9%), а в подгруппе ОПКСБЕКТП – у 3 (10%) пациентов ($p \leq 0,001$).

4. Функциональные результаты лечения пациентов с авульсивными отрывами ММВБК, оцененные по шкалам Lysholm и IKDC 2000, через 12 месяцев после оперативного лечения статистически значимо лучше в подгруппе, прооперированных с использованием разработанного способа. По шкале Lysholm через 12 месяцев после операции в подгруппе ОПКСБОКСК результаты у всех пациентов оценены как удовлетворительные, по опроснику IKDC 2000 отличные результаты достигнуты лишь у 5% пациентов. У всех пациентов подгруппы ОПКСБОКРМ результаты по опросникам Lysholm и IKDC 2000 оценены как отличные, что позволяет определить разработанную методику наиболее эффективной ($p \leq 0,001$).

5. Ремоделирование аутотрансплантата передней крестообразной связки по данным МРТ происходит у всех больных на протяжении года после операции, причем данный процесс происходил интенсивнее у пациентов с анатомично – изометричной позицией бедренного костного туннеля.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для подтверждения авульсивного отрыва ММВБК, помимо стандартных рентгенограмм коленного сустава в прямой и боковой проекциях, целесообразно выполнять мультиспиральную компьютерную томографию (МСКТ), позволяющую оценить максимальный диаметр и площадь отломка, а также магнитно-резонансную томографию (МРТ) поврежденного сустава, позволяющую оценить вовлеченность мягких тканей (интерпонатов) между отломками.
2. Для диагностики повреждений передней крестообразной связки и оценки перестройки сухожильного аутотрансплантата после реконструкции ПКС необходимо выполнять МРТ-исследование в сагиттальной проекции в режиме T2 TSE на сроках 3, 6 и 12 месяцев после операции.
3. Реконструкция передней крестообразной связки с использованием техники «все внутри» может быть эффективной при условии использования заготовленного аутотрансплантата из сухожилия полусухожильной мышцы, длиной не менее 60 мм, диаметром не менее 7 мм, а также глубиной бедренного туннеля не менее 20 мм и большеберцового туннеля не менее 30 мм.
4. При фиксации костного отломка ММВБК при авульсивных переломах типа III по классификации Мейерса – Маккивера – Заричного у детей с незавершенным костным ростом применение разработанного способа с использованием стягивающей петли между двумя пластинами, является предпочтительным.
5. Формировать бедренный туннель необходимо в анатомично-изометричной точке прикрепления передней крестообразной связки, а большеберцовый туннель – в центральной части дистальной культы ПКС таким образом, чтобы наружная стенка туннеля проецировалась на вершину латерального бугорка межмышечкового возвышения. Для снижения частоты ошибок некорректного расположения бедренного туннеля целесообразно использовать предложенный способ его позиционирования, который успешно прошел клиническую апробацию у пациентов основной группы диссертационного исследования.
6. С целью предупреждения развития послеоперационного осложнения, проявляющегося повреждением трансплантата или его несостоятельностью, к занятию контактными видами спорта рекомендовано возвращаться не ранее чем через 12 месяцев после операции.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. **Авраменко, В.В.** Оптимизация артроскопического восстановления передней крестообразной связки у детей подросткового возраста / **В.В. Авраменко, М.Р. Салихов, В.В. Кемкин, О.Н. Васильева** / Материалы VI Форума детских хирургов России, г. Москва 23–24 и 30–31 октября 2020 // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. – 2020. – Т. 10, № 5. – С. 8.
2. Салихов М.Р. Сравнительный анализ артроскопических методик реконструкции передней крестообразной связки у детей подросткового возраста / М.Р. Салихов, **В.В. Авраменко** // **Ортопедия, травматология и**

восстановительная хирургия детского возраста. – 2020. Т. 8. № 3. С. 259-268. (ВАК, Scopus)

3. **Авраменко, В.В.** Артроскопическая реконструкция передней крестообразной связки у детей. Современные тренды / **В.В. Авраменко**, М.Р. Салихов, В.В. Кемкин, О.Н. Васильева / Материалы VII Форума детских хирургов России, Москва 21–23 октября 2021 // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. – 2021. – Т. 11, № 5. – С. 6.

4. **Авраменко, В.В.** Евразийский патент на изобретение № 045186 «Способ артроскопического лечения пациентов с авульсивным переломом межмышцелкового возвышения большеберцовой кости» / **В.В. Авраменко**, М.Р. Салихов, В.В. Кемкин - заявл. 27.12.2022: опубл. 31.10.2023 г., Бюл. № 1.

5. Салихов М.Р. Сравнительная оценка артроскопических методик рефиксации отрывов межмышцелкового возвышения / М.Р. Салихов, **В.В. Авраменко**, Г.Е. Баталов, В.В. Кемкин // **Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста.** – 2025. Т. 13. №1. С. 26-37. (ВАК, Scopus)

6. **Авраменко В.В.** Патент на изобретение №2853423 «Способ интраоперационного определения оптимального места для формирования бедренного костного туннеля с сохранением изометричности трансплантата передней крестообразной связки» / **В.В. Авраменко**, Салихов М.Р., Лях А.Р., Джафаров В.Т.: - заявл. от 16.06.2025, опубл. 25.12.2025 г., Бюл. № 36.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ЗКС – задняя крестообразная связка

МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография

ММВБК – межмышцелковое возвышение большеберцовой кости

МРТ – магнитно-резонансная томография

ОПКСБЕК – отрыв передней крестообразной связки от бедренной кости

ОПКСБОК – отрыв передней крестообразной связки от большеберцовой кости

ОПКСБЕКВВ – отрыв передней крестообразной связки от бедренной кости «все внутри»

ОПКСБЕКТП – отрыв передней крестообразной связки от бедренной кости транспортальная методика

ОПКСБЕКТТ – отрыв передней крестообразной связки от бедренной кости транстибиальная методика

ОПКСБОКРМ – отрыв передней крестообразной связки от большеберцовой кости разработанный метод

ОПКСБОКСК – отрыв передней крестообразной связки от большеберцовой кости спицами Киршнера

ПКС – передняя крестообразная связка

ПМ – сухожилие полусухожильной мышцы

ТТ – транстибиальная

ТП – транспортальная

Тпкс – трансплантат передней крестообразной связки