

РОФИЗОДА  
Фаррух Насим

**ЛЕЧЕНИЕ ЧАСТИЧНОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ ПЕРЕДНЕЙ  
КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ МЕТОДОМ ИНТРАЛИГАМЕНТАРНОГО  
ВВЕДЕНИЯ АУТОЛОГИЧНОЙ ОБОГАЩЕННОЙ ТРОМБОЦИТАМИ  
ПЛАЗМЫ И ТРОМБИНОВОЙ СЫВОРОТКИ**

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

3.1.8. Травматология и ортопедия

Работа выполнена на кафедре травматологии и ортопедии Медицинского института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, г. Москва.

**Научный руководитель:**

**Загородний Николай Васильевич**, доктор медицинских наук, профессор, академик РАН, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», главный научный сотрудник, советник директора Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

**Официальные оппоненты:**

**Гончаров Николай Гаврилович**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

**Лазишвили Гурам Давидович**, доктор медицинских наук, профессор кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

**Ведущая организация:**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва.

Защита диссертации состоится «22» июня 2026 г. на заседании диссертационного совета ПДС 0300.013 при ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» по адресу: 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке «Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы» по адресу: 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.6 и на сайте организации.

Автореферат разослан « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2026 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
доктор медицинских наук, профессор

Призов Алексей Петрович

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность темы исследования

Повреждения передней крестообразной связки (ПКС) коленного сустава относятся к числу наиболее распространённых травм опорно-двигательного аппарата [Лазишвили Г.Д., Егиазарян К.А., Ратьев А.П. и др., 2023; Призов А.П., Востриков А.М., Скворцов Д.В. и др., 2024], ежегодно в общей популяции частота повреждений ПКС коленного сустава составляет 68,6 на 100 000 человек [Giummatta M., Vocale L., King M., 2022], из них от 10% до 30% составляют частичные повреждения [Zicaro J.P., Garcia-Mansilla I., Zuain A. и др., 2021]. Исследование анамнеза пациентов показывает, что менее 50% пациентов после частичного повреждения ПКС возвращаются к нагрузкам, соответствующим уровню до травмы [Stone A.V., Marx S., Conley C.W., 2021].

ПКС, играющая ключевую роль в стабилизации коленного сустава и являющаяся одной из наиболее часто повреждаемых связок, не способна к самостоятельному восстановлению после разрыва. Это обусловлено её анатомическим расположением. Поскольку поврежденная ПКС находится в среде синовиальной жидкости, фибринолитическая активность синовиальной жидкости нарушает клеточный гомеостаз, в результате которого вырабатываются незрелые популяции фибробластов. Эти популяции не способны образовать соединительнотканый рубец в области разрыва без предварительного образования фибринового матрикса [Previ L., Monaco E., Carrozzo A. и др., 2023].

Обогащенная тромбоцитами плазма (ОТП) представляет собой аутологичный концентрат тромбоцитов в плазме. Применение ОТП основано на способности тромбоцитов выделять из своих  $\alpha$ -гранул факторы роста и цитокины в концентрациях, превышающих физиологический уровень. Это создаёт сильный регенеративный стимул, ускоряющий восстановление тканей за счёт рекрутинга, пролиферации и дифференцировки клеток, участвующих в репарации [Wu P.I.-K., Diaz R., Borg-Stein J., 2016]. Тромбоциты также высвобождают гистамин и серотонин, которые увеличивают локальную проницаемость капилляров. Это улучшает доступ клеток, участвующих в воспалительном ответе, который является началом репаративного процесса [Degen R. M., Bernard J. A., S. Oliver K., 2017]. Когда тромбоциты активируются, факторы роста, содержащиеся в  $\alpha$ -гранулах тромбоцитов, реагируют локально, специфично для конкретного участка. Почти 70% этих факторов высвобождаются тромбоцитами в первые 10 минут после активации [Cook C.S., Smith P.A., 2018], но более 95% синтезируемых факторов роста секретируются в течение 1 часа. После первоначального выброса факторов роста, тромбоциты синтезируют и секретируют дополнительные факторы роста на протяжении оставшихся нескольких дней их жизни [Mehta S., Watson J.T., 2008]. ОТП, высвобождая различные биологически активные факторы, инициирует каскадные реакции и способствует синтезу новой соединительной ткани, пролиферации клеток и ангиогенезу [Gill S. S., Haq T., Zhao Y., 2025].

Согласно данным исследований, применение ОТП демонстрирует высокий терапевтический потенциал в лечении повреждений связочного аппарата коленного сустава. Травмы коллатеральных и крестообразных связок широко распространены среди активного населения трудоспособного возраста, особенно среди спортсменов. Неадекватное лечение таких повреждений может привести к раннему развитию остеоартроза и хроническому болевому синдрому [Filardo G., Kon E., Di Martino A., 2012; Middleton K.K., Varro V., Muller B., 2012].

Аутологичная тромбоциновая сыворотка (АТС) содержит ферменты коагуляционного каскада в их активной форме и среди них активированный тромбин, который превращает фибриноген плазмы в мономеры фибрина, которые полимеризуются и образуют фибриновую сеть. Фибриновая сеть удерживает тромбоциты в месте повреждения. ОТП, активированная АТС, действует не только как источник многочисленных факторов роста, стимулирующих клеточную пролиферацию, а также как трехмерный биоактивный каркас с сетчатой микроструктурой, усиливающий миграцию и приживаемость клеток [Wang M., Gao W., 2022].

Таким образом, частичные повреждения передней крестообразной связки являются актуальной проблемой современной травматологии и ортопедии, что обусловлено их высокой распространённостью, сложностью диагностики, ограниченным потенциалом самостоятельного восстановления и отсутствием консенсусного решения. В связи с этим применение ОТП, активированной АТС, представляет научный и практический интерес как перспективное направление биологической стимуляции репаративных процессов в передней крестообразной связке, что и определило актуальность настоящего исследования.

### **Степень разработанности темы исследования**

Анализ литературы демонстрирует разнообразие подходов к лечению частичных повреждений ПКС, включая консервативные методики и хирургические техники [Zicaro J.P., Garcia-Mansilla I., Zuain A. и др., 2021]. Частичное повреждение ПКС впервые описано пятьдесят лет назад, но оптимальное лечение данной патологии до сих пор остается предметом значительных споров [Sonneroy-Cottet B., Colombet P., 2016].

В литературе предлагаются разные методы лечения частичного повреждения ПКС. Большинство авторов предлагают консервативное лечение в виде курса НПВС, ортопедического режима, физиотерапии, лечебной физкультуры [Giummarra M., Vocale L., King M., 2022; Frey C.S., Pierre K.J., Pham N.S. и др., 2025]. Также предлагаются хирургические методы лечения: селективную реконструкцию поврежденного пучка ПКС [Carulli C., Innocenti M., Roselli G. и др., 2020]; лазерную корригирующую реконструкцию повреждённых волокон ПКС в комбинации с подсиновиальным введением обогащённой тромбоцитами плазмы [Иванников С.В., Матвиенко М.И., Жарова Т.А. и др., 2017].

Однако, как следует из рассмотренных данных, существующие способы лечения лишь частично восстанавливают анатомо-функциональные характеристики связки, а риск прогрессирования частичного повреждения до полного разрыва ПКС при возобновлении привычной физической активности составляет 47,3% [Stone A.V., Marx S., Conley C.W., 2021].

В современной травматологии и ортопедии специфические критерии диагностики частичных повреждений ПКС не разработаны, что существенно затрудняет проведение дифференциальной диагностики на этапе первичного клинического обследования пациента. Диагностика базируется на комплексном подходе, включающем клинический осмотр, МРТ и артроскопическую диагностику [Mishra S., Mylarappa A., Satapathy D., 2023].

Американская академия хирургов – ортопедов выделяет 3 типа повреждений ПКС: растяжение связки, которое не повлияет на стабильность сустава и целостность связки не нарушена; растяжение с повреждением волокон связки, также без нарушения стабильности сустава; полный разрыв связки с нестабильностью сустава. Второй тип повреждения они называют частичным повреждением ПКС [Papaleontiou A., Poupard A.M., Mahajan U.D., 2024].

Частичное повреждение ПКС разделяют на несколько видов: частичное повреждение волокон переднемедиального и заднелатерального пучков; полное изолированное повреждение переднемедиального пучка; полное изолированное повреждение заднелатерального пучка [Giummarra M., Vocale L., King M., 2022].

Современные данные свидетельствуют, что ОТП благодаря высокому содержанию факторов роста оказывает комплексное воздействие: стимулирует ангиогенез и регенерацию нейронов, обеспечивает нейротекцию, регулирует воспаление и ускоряет заживление ран. Эти эффекты в совокупности способствуют восстановлению функциональной активности органов, что способствовало использованию ОТП в лечении патологий в травматологии и ортопедии [Лазарев В. А., 2022; Gill S. S., Shukla A., Godhamgaonkar A. и др., 2025; Pitsillidi A., Vona L., Bettocchi S. и др., 2025].

Особое внимание в работе уделено анализу морфологии ПКС, ее роли в обеспечении стабильности коленного сустава и причинам недостаточной эффективности репаративных процессов после повреждения. В работе также рассматриваются регенеративные возможности ОТП и её активации с помощью АТС, а также их перспективные сочетания. Вместе с

возможностями данных ортобиологических препаратов отмечаются сложности, связанные с отсутствием общего протокола по методикам их получения, активации и применения в различных областях медицины.

### **Цель исследования**

Улучшить результаты лечения пациентов с частичным повреждением передней крестообразной связки.

### **Задачи исследования**

1. Оптимизировать диагностику и лечение частичных повреждений передней крестообразной связки.
2. Разработать и стандартизировать методику интралигаментарного введения обогащенной тромбоцитами плазмы, активированной аутологичной тромбоцитарной сывороткой, в переднюю крестообразную связку.
3. Оценить результаты интраоперационного интралигаментарного введения обогащенной тромбоцитами плазмы, активированной аутологичной тромбоцитарной сывороткой, в переднюю крестообразную связку и провести сравнительный анализ результатов лечения пациентов с частичными повреждениями передней крестообразной связки с интралигаментарным введением обогащенной тромбоцитами плазмы, активированной аутологичной тромбоцитарной сывороткой, в переднюю крестообразную связку и без введения.
4. Оценить показатели изокинетической силы мышц коленного сустава через год после артроскопического вмешательства у пациентов с частичными повреждениями передней крестообразной связки.

### **Научная новизна**

1. Впервые определили показания для интралигаментарного введения обогащенной тромбоцитами плазмы, активированной аутологичной тромбоцитарной сывороткой, при частичных повреждениях передней крестообразной связки.
2. Впервые оценили клиническую эффективность интралигаментарного введения обогащенной тромбоцитами плазмы, активированной аутологичной тромбоцитарной сывороткой, при частичных повреждениях передней крестообразной связки.
3. Разработана и внедрена техника интралигаментарного введения обогащенной тромбоцитами плазмы, активированной аутологичной тромбоцитарной сывороткой, предложен способ лечения частичного повреждения передней крестообразной связки (Патент № (19) RU (11) 2852616 (13) С1).

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

Теоретическая значимость исследования заключается в расширении представлений о механизмах репаративной регенерации передней крестообразной связки при её частичном повреждении, а также в обосновании роли обогащённой тромбоцитами плазмы, активированной аутологичной тромбоцитарной сывороткой, как фактора, усиливающего локальные регенеративные процессы.

Практическая значимость работы состоит в разработке и внедрении в клиническую практику эффективной методики лечения частичных повреждений передней крестообразной связки, позволяющей улучшить функциональные результаты лечения и повысить уровень восстановления пациентов. Предложенная методика может быть рекомендована для широкого применения в травматологии и ортопедии.

### **Методология и методы исследования**

Работа основана на проспективном сравнительном рандомизированном контролируемом исследовании, включившем 55 пациентов с частичным повреждением ПКС коленного сустава. В

зависимости от применяемой методики лечения пациенты были распределены на две группы с использованием метода запечатанных конвертов. В основную группу вошли 25 пациентов, которым применяли разработанную методику интралигаментарного введения ОТП, активированной АТС, под артроскопическим контролем. В контрольную группу вошли 30 пациентов, которым лечение проводилось без применения указанной методики.

Сравнение групп проводилось по клиническим, функциональным и инструментальным показателям в динамике наблюдения через 6 и 12 месяцев после артроскопического лечения. Оценка эффективности лечения включала анализ данных МРТ, показателей визуальной аналоговой шкалы (ВАШ), валидизированных опросников IKDC и KOOS, а также результатов изокинетического тестирования мышц коленного сустава. Был проведен статистический анализ полученных данных.

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

1. Разработанная методика интралигаментарного введения обогащённой тромбоцитами плазмы, активированной аутологичной тромбоиновой сывороткой, при частичных повреждениях передней крестообразной связки, запускает процесс регенерации и, удерживая факторы роста в интерстициальном пространстве тканей связки при помощи фибриновой сети, улучшает восстановление связки и способствует восстановлению морфологической структуры связки и улучшению её функционального состояния.

2. Активация обогащённой тромбоцитами плазмы с использованием аутологичной тромбоиновой сыворотки обеспечивает формирование фибрин-тромбоцитарного геля с развитой сетчатой микроструктурой, что позволяет повысить эффективность биологической стимуляции процессов регенерации передней крестообразной связки.

### **Публикации и внедрение результатов исследования**

Основные положения диссертации нашли практическое применение в работе 2-го отделения эндопротезирования крупных суставов федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н. Н. Приорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Материалы диссертации используются в ходе учебного процесса на кафедре травматологии и ортопедии ФГАОУ ВО «Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы» при подготовке студентов, ординаторов и аспирантов. По теме диссертации опубликовано 7 печатных работ, из них 4 статьи в изданиях из перечня ВАК/РУДН, 1 тезис, научно-методическое пособие и зарегистрирован патент на изобретения (Патент № (19) RU (11) 2852616 (13) С1 от 11.12.2025г).

### **Апробация диссертационной работы**

Основные положения диссертационного исследования представлены и обсуждены на заседании кафедры травматологии и ортопедии медицинского института ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» 04 апреля 2024 года. Материалы диссертации были представлены на IV Конгрессе «Ортобиология-2023. Patient cases – от теории к практике» (Москва, 2023), конференции «Голицынские чтения» (Москва, 2024), XI Всероссийском Приоровском форуме (Москва, 2024) и VI Конгрессе «Ортобиология-2025. Инновационные технологии в клиническую практику» (Москва, 2025).

### **Объем и структура диссертации**

Структура диссертации состоит из введения, 3 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, список обозначения и сокращения, списка использованной литературы, приложения. Работа содержит 127 страниц текста, 52 рисунка, 4 таблицы и 3 формулы. Библиографический список использованной литературы содержит 127 источников, из них 21 отечественный и 106 иностранных авторов.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Материалы и методы исследования

Для оценки эффективности разработанного способа оперативного лечения проведено проспективное сравнительное рандомизированное контролируемое исследование, направленное на изучение результатов артроскопического лечения частичного повреждения ПКС с применением интралигаментарного введения ОТП, активированной АТС.

В исследование были включены 55 пациентов (артроскопические вмешательства выполнены на 55 коленных суставах) с подтвержденным диагнозом частичного повреждения передней крестообразной связки, а также сопутствующей патологией, требующей артроскопической диагностики и лечения.

Все пациенты были распределены на две группы методом случайной рандомизации с использованием запечатанных конвертов, что обеспечивало равную вероятность включения в основную или контрольную группу. В основную группу вошли 25 пациентов, которым выполнялось артроскопическое лечение с применением разработанной методики интралигаментарного введения ОТП, активированной АТС. Контрольную группу составили 30 пациентов, у которых лечение проводилось без использования разработанной методики.

Сравнение групп проводилось по клиническим, функциональным и инструментальным показателям в динамике наблюдения – через 6 и 12 месяцев после артроскопического лечения. Оценка эффективности лечения включала анализ данных МРТ, оценку боли по ВАШ, оценка функционального состояния коленного сустава по валидизированным опросникам IKDC и KOOS, а также результатов изокинетического тестирования мышц коленного сустава. Был проведен статистический анализ полученных данных.

#### Критерии включения в исследование

- возраст старше 18 лет и младше 50 лет;
- частичное повреждение ПКС с сопутствующей патологией, требующей артроскопической диагностики и лечения.

#### Критерии невключения

- тотальный и субтотальный разрыв ПКС;
- тотальный разрыв задней крестообразной или боковых связок коленного сустава;
- нестабильность коленного сустава;
- пациенты с хондромалицией 2-4 стадии нагружаемой зоны хрящевой поверхности коленного сустава;
- наличие в анамнезе пластики ПКС и других артроскопических вмешательств;
- онкологические заболевания в анамнезе;
- тромбоцитопения (меньше  $150 \times 10^9/\text{л}$ ).

#### Методы исследования

Во время первичного осмотра все показатели пациентов заносили в специальные анкеты. Протокол обследования пациентов включал в себя сбор жалоб, клинический осмотр, оценку МРТ, оценку функционального состояния коленного сустава по опросникам IKDC и KOOS, оценку выраженности болевого синдрома по ВАШ. МРТ проводили всем пациентам при первичном обращении, затем – спустя 6 месяцев с момента операции. Несмотря на это, окончательный диагноз частичного повреждения ПКС ставили во время артроскопии. На МРТ оценивали состояние связок, менисков, хряща и других структур коленного сустава. Все МРТ были выполнены на аппаратах с напряженностью магнитного поля не менее 1,5Тл. До и после операции МРТ оценивали по балльной системе по методике, предложенной van Meeg и др.

[van Meer B.L., Oei E.H., Bierma-Zeinstra S.M. и др., 2014], которая включает анализ 9 параметров состояния ПКС: на сагиттальных срезах оценивали целостность волокон, интенсивность МР-сигнала, ход волокон относительно линии Блюменсаата, расстояния между передним краем ПКС и линией Блюменсаата, степень натяжения волокон, толщину связки, четкость её границ и положение исходных волокон; на аксиальных срезах анализировали положение связки в межмышечковой вырезке бедренной кости.

Первый параметр оценили по 3-балльной шкале (0-2), остальные – по бинарной (0/1). Максимальная сумма баллов составляет 10 (полное повреждение), минимальная - 0 (норма).

Для объективной оценки функции коленного сустава до и через 6 и 12 месяцев после операции использовали опросники International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form (IKDC) и Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS), а для оценки выраженности болевого синдрома использовали ВАШ.

Также для определения силовых показателей мышц сгибателей и разгибателей коленного сустава через 12 месяцев после операции проводили изокинетическое тестирование мышц здорового и оперированного коленных суставов в двух режимах: изокинетический-концентрический и изокинетический-эксцентрический.

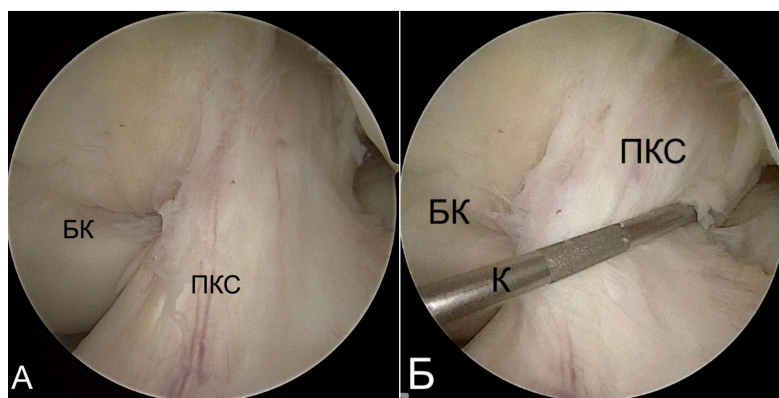
Статистический анализ был проведен с помощью SPSS версии 24.0 для Windows (IBM SPSS Inc., Нью-Йорк, США). Описательный анализ проводили для исходных переменных. Описательные данные были выражены в среднем  $\pm$  стандартное отклонение или медиане, квартили (25% и 75%), диапазон (минимума и максимума) для непрерывных переменных и в количестве и проценте для категориальных переменных. Распределения переменных оценивали с помощью теста Шапиро–Уилка и в построенных гистограммах. Для сравнения количественных параметров по ВАШ и опросникам IKDC и KOOS до операции, через 6 и 12 месяцев после операции использовали критерий Фридмана по отдельности для основной и контрольной групп. Данный критерий является чувствительным для сравнения трех и более связанных групп. Для сравнения количественных параметров по оценкам МРТ до и через 6 месяцев после операции использовали критерий Уилкоксона, который является чувствительным для сравнения двух связанных групп. Уровень статистической значимости установили на уровне  $p < 0,05$ .

Для сравнения результатов в основной и контрольной группах по ВАШ, по опросникам IKDC и KOOS, по балльной оценке МРТ и по оценкам результатов изокинетического тестирования мышц коленного сустава использовали U-критерий Манна-Уитни. Этот критерий является чувствительным методом для сравнения двух независимых групп по количественным показателям при небольших объемах выборки (25 и 30 пациентов в основной и контрольной группах соответственно). Уровень статистической значимости установили на уровне  $p < 0,05$ .

### **Лечение пациентов с частичным повреждением передней крестообразной связки**

Артроскопические операции проводили под комбинированной анестезией и длились от 25 до 50 минут. На ортопедическом столе, после проведения анестезии, еще раз проверяли тесты – симптомы нестабильности коленного сустава. Под пальпаторным контролем основных анатомических ориентиров выполняли переднелатеральный и переднемедиальный доступы и проводили артроскопическую диагностику и лечение по общепринятой методике.

Первичную оценку ПКС начинали с визуализации волокон связки на её протяжении. Для этого с медиального порта у внутреннего края латерального мыщелка бедра прослеживали ПКС до её прикрепления к задней части латерального мыщелка. Связку исследовали крючком (артроскопическим щупом), оценивали натяжение, целостность волокон. Проверляли симптом «переднего выдвигающего ящика» под артроскопическим контролем, оценивая натяжение связки. Проводили осмотр мест прикрепления связки к большеберцовой и бедренной костям, чтобы проверить нет ли отрыва связки в местах прикрепления (рисунок 1).



*БК – бедренная кость; К – крючок; ПКС – передняя крестообразная связка*

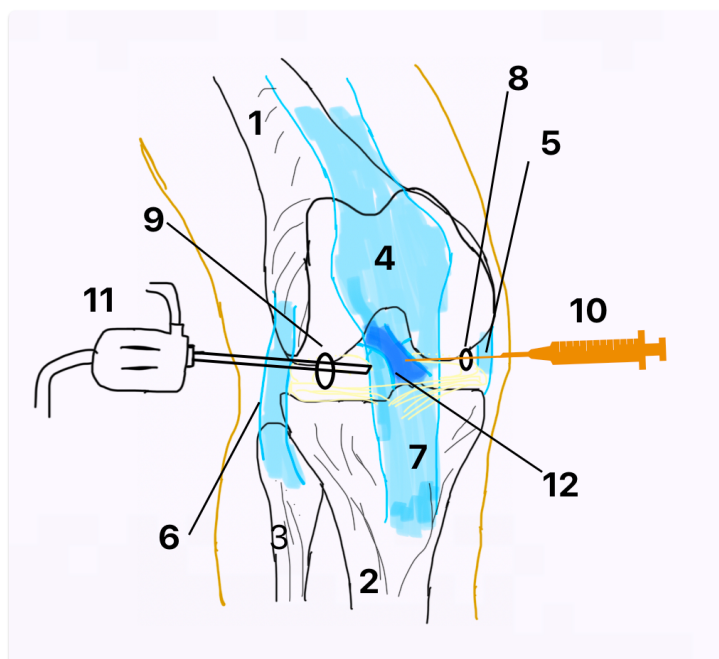
**Рисунок 1 – Артроскопическая картина ПКС: А – визуализация связки, Б – проверка с крючком (собственное наблюдение)**

Антеромедиальный (АМ) пучок отдельно проверяли в положении  $60^{\circ}$ - $90^{\circ}$  сгибания коленного сустава в нейтральной ротации, а постеролатеральный (ПЛ) пучок в положении Кэбота (положение «четверка»). После полной визуализации и оценки морфологии ПКС, независимо от микроскопических повреждений, оценивали объем повреждений как 25% и 50%. Подсиновальное кровоизлияние, кровоизлияние в волокна связки, частично поврежденные волокна одного из пучков ПКС оценивали как 25% повреждения. Полное повреждение одного из пучков при полноценности другого пучка или частичные повреждения обоих пучков оценивали как 50% повреждения. Объем повреждения также измеряли пробным крючком: для этого использовали крючок с изгибом под прямым углом. Длина изогнутой части составляла 4 мм. На стержне крючка имеется маркировка с интервалом 5мм, что позволяет ориентироваться в размерах внутрисуставных структур во время артроскопии. С помощью данной маркировки на уровне повреждения измеряли толщину связки; также для сравнения измеряли толщину связки дистальнее или проксимальнее уровня повреждения, где не обнаруживали макроскопические повреждения. Таким образом оценивали объем повреждения в процентах. Все поврежденные волокна связки обрабатывали шейвером и абляционным электродом.

Для получения ОТП и АТС использовали медицинские изделия RegenBCP и RegenATS – вакуумные стеклянные пробирки, различающиеся цветом колпачков (синий и красный соответственно). Пробирка RegenBCP содержала антикоагулянт (4,0% цитрат натрия) над сепарирующим гелем, тогда как RegenATS антикоагулянта не содержала. У пациента на операционном столе осуществляли забор 8,0 мл периферической венозной крови в каждую из двух пробирок. Благодаря вакууму обеспечивался точный объем забора. Кровь в RegenBCP аккуратно перемешивали с антикоагулянтом путем переворачивания пробирки. Затем образцы центрифугировали при ускорении 1500 g в течение 5 минут. Пробирки содержали тиксотропный инертный сепарирующий гель, обеспечивающий гравиметрическую сепарацию плазмы. Полученные продукты в пробирках RegenBCP и RegenATS представляют собой ОТП. Наличие антикоагулянта в пробирках RegenBCP обеспечивает ингибирование коагуляционного каскада. В то же время в пробирках RegenATS антикоагулянт отсутствует, вследствие чего после завершения центрифугирования в изолированной плазме инициируется коагуляция и над сепарирующим гелем в течение 1–3 минут формируется фибриновый сгусток с одновременным выделением тромбиновой сыворотки. Полученную тромбоцитарную сыворотку использовали для индукции коагуляции, компенсируя эффект цитрата натрия в ОТП, полученной параллельно. Таким образом, она выступала в качестве физиологического активатора ОТП. Тромбиновая сыворотка содержит ферменты коагуляционного каскада в активной форме, включая активированный тромбин, который катализирует превращение фибриногена плазмы в мономеры фибрина. Последние, в свою очередь, полимеризуются с образованием фибриновой сети. Сформированная фибриновая сеть обеспечивает не только высвобождение многочисленных

факторов роста из тромбоцитов, но и функционирует как трёхмерный биоактивный каркас, так называемый, фибрин-тромбоцитарный гель с развитой сетчатой микроструктурой, который способствует усилению клеточной миграции и повышению приживаемости клеток.

В конце артроскопической операции, после промывания и санации сустава, визуализировали ПКС. Пациентам из основной группы проведена разработанная методика: к аппликатору или шприцу, с содержимым ОТП и АТС, подсоединяли иголку шириной 16-20 G, длиной 90-120 мм, со срезами по типу Квинке. Из инструментального порта вводили иголку под артроскопическим контролем и выполняли несколько инъекций в поврежденные зоны ПКС и интралигаментарно вводили препарат (рисунок 2).



*1 – бедренная кость; 2 – большеберцовая кость; 3 – малоберцовая кость; 4 – надколенник; 5 – медиальная боковая связка; 6 – латеральная боковая связка; 7 – собственная связка надколенника; 8 – инструментальный порт; 9 – порт для артроскопа; 10 – шприц с ОТП; 11 – артроскоп с камерой*

**Рисунок 2 – Схематическое изображение интралигаментарного введения ОТП в ПКС (схема, разработанная автором)**

Количество инъекций варьировалось от 1 до 5 в зонах повреждения. Наблюдали увеличение объема связки в областях инъекции, что свидетельствовало об интралигаментарном введении препарата. Также правильное введение препарата чувствовали по сопротивлению поршня шприца. После полного введения препарата в ПКС иголку и артроскоп извлекали из полости сустава. Операционное поле обрабатывали растворами антисептиков, раны послойно ушивали, накладывали асептические повязки (рисунок 3).

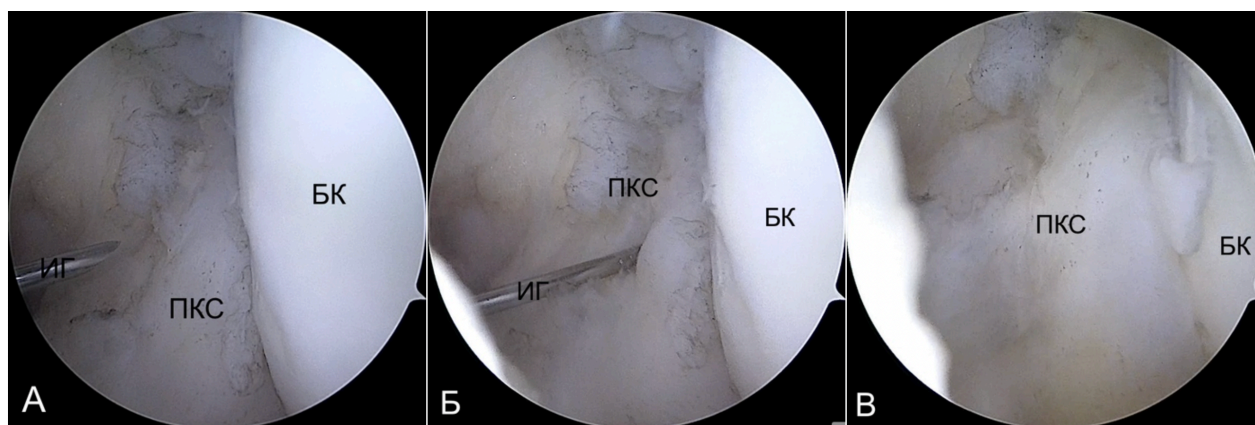
### **Результаты исследования**

Для оценки отдаленных результатов лечения проводили динамическое наблюдение за пациентами в сроки 6 и 12 месяцев после операции. Критериями оценки служили показатели по ВАШ, опросникам IKDC и KOOS, МРТ коленного сустава и результаты изокинетического исследования мышц коленных суставов.

В зависимости от объема повреждения ПКС все пациенты были разделены на две группы: с повреждением 25% и 50% волокон ПКС. Во вторую группу вошли пациенты с повреждением АМ пучка, ПЛ пучка, а также со смешанным типом повреждения. В основной группе

повреждение 25% волокон ПКС выявлено у 6 пациентов (24%), изолированное повреждение АМ пучка – у 10 (40%), ПЛ пучка – у 5 (20%), смешанное – у 4 (16%). В контрольной группе распределение составило 7 (23,3%), 10 (33,3%), 7 (23,3%) и 6 (20%) пациентов соответственно.

Сравнение показателей по ВАШ, опросникам IKDC и KOOS, а также результатов МРТ-оценки до операции также не выявило статистически значимых различий между группами ( $p > 0,05$ ). В основной группе соответствующие показатели составили 7,0 см [6,0; 8,5], 47 % [39; 54], 40 баллов [36; 50] и 5 баллов [4; 6], тогда как в контрольной группе – 7,5 см [6,0; 8,0], 44 % [40; 54], 38 баллов [33; 50] и 5 баллов [4; 6] соответственно. Таким образом, сравниваемые группы были сопоставимы по основным клинико-демографическим характеристикам.



*БК – бедренная кость; ПКС – передняя крестообразная связка; ИГ – иголка*

**Рисунок 3 – Артроскопическая картина интралигаментарного введения ОТП в ПКС: А – иголка в полости сустава, Б – инъекция в ПКС, В– введение препарата и увеличение объема ПКС (собственное наблюдение)**

Статистический анализ данных пациентов основной и контрольной групп с использованием непараметрических критериев подтвердил наличие значимых клинических изменений в результате лечения. В основной группе при анализе динамики показателей по ВАШ, а также опросникам IKDC и KOOS (до операции, через 6 и 12 месяцев после нее) применение критерия Фридмана выявило статистически значимые различия ( $p < 0,05$ ), что указывает на неслучайный характер изменений и выраженную положительную динамику состояния пациентов в послеоперационном периоде.

Дополнительно проведенный анализ результатов МРТ (сравнение данных до операции и через 6 месяцев после неё как двух связанных выборок) с использованием критерия Уилкоксона также продемонстрировал статистически значимые различия ( $p < 0,05$ ). При этом медиана значений снизилась с 5 до 1 балла, что объективно отражает выраженный положительный эффект лечения. Аналогичные закономерности выявлены и в контрольной группе: анализ динамики показателей по ВАШ, IKDC и KOOS с помощью критерия Фридмана также показал статистически значимые различия ( $p < 0,05$ ), подтверждающие существенные изменения состояния пациентов в течение года после операции. Анализ результатов МРТ в контрольной группе (до операции и через 6 месяцев после операции) с использованием критерия Уилкоксона продемонстрировал статистически значимые различия ( $p < 0,05$ ); медиана значений снизилась с 5 до 2 баллов, что дополнительно указывает на положительный эффект лечения.

Таким образом, результаты статистического анализа в обеих группах подтверждают высокую клиническую эффективность артроскопического лечения и устойчивость положительного эффекта в течение первого года послеоперационного периода.

Анализ динамики показателей и сравнение основной и контрольной групп по ВАШ с применением U-критерия Манна–Уитни через 6 и 12 месяцев после операции не выявил статистически значимых различий ( $p > 0,05$ ). В основной группе показатели составили 7,0 см [6,0;

8,5] до операции, 2,0 см [1,0; 2,5] через 6 месяцев и 1 см [0; 1] через 12 месяцев. В контрольной группе соответствующие значения составили 7,5 см [6,0; 8,0], 2 см [1; 3] и 1 см [1; 1]. Полученные результаты свидетельствуют о том, что снижение интенсивности болевого синдрома после оперативного вмешательства носит сопоставимый характер в обеих группах.

Анализ динамики показателей и сравнение основной и контрольной групп по опроснику IKDC с применением U-критерия Манна–Уитни через 6 и 12 месяцев после операции выявил статистически значимые различия ( $p < 0,05$ ). В основной группе показатели составили 47 % [39; 54] до операции, 84,0 % [80,0; 87,5] через 6 месяцев и 96,0 % [93,0; 97,5] через 12 месяцев. В контрольной группе соответствующие значения составили 44 % [40; 54], 78 % [70; 82] и 90 % [86; 92]. Анализ динамики показателей и сравнение основной и контрольной групп по опроснику KOOS с применением U-критерия Манна–Уитни через 6 и 12 месяцев после операции также выявил статистически значимые различия ( $p < 0,05$ ). В основной группе показатели составили 40 баллов [36; 50] до операции, 80,0 балла [75,0; 82,5] через 6 месяцев и 92 балла [89; 96] через 12 месяцев. В контрольной группе соответствующие значения составили 38 баллов [33; 50], 70 баллов [66; 78] и 81 балл [77; 93]. Полученные результаты свидетельствуют о том, что улучшение функционального состояния коленного сустава после оперативного вмешательства в основной группе статистически значимо выше по сравнению с контрольной группой. Результаты представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Сравнение показателей пациентов двух групп по шкале и опросникам**

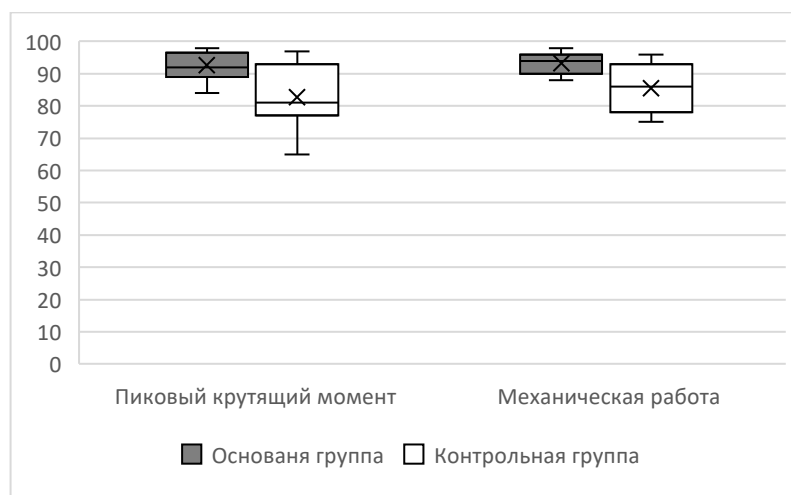
| Шкала/Опросник  | Сроки наблюдения | Основная группа   | Контрольная группа | <i>p</i>    |
|---|------------------|-------------------|--------------------|-------------|
| ВАШ, см   | до операции      | 7,0 [6,0; 8,5]    | 7,5 [6,0; 8,0]     | $p=0,816$   |
|   | через 6 мес.     | 2,0 [1,0; 2,5]    | 2 [1; 3]           | $p=0,671$   |
|   | через 12 мес.    | 1 [0; 1]          | 1 [1; 1]           | $p=0,630$   |
| IKDC, %   | до операции      | 47 [39; 54]       | 44 [40; 54]        | $p=0,919$   |
|   | через 6 мес.     | 84,0 [80,0; 87,5] | 78 [70; 82]        | $p < 0,001$ |
|   | через 12 мес.    | 96,0 [93,0; 97,5] | 90 [86; 92]        | $p < 0,001$ |
| KOOS, баллы   | до операции      | 40 [36; 50]       | 38 [33; 50]        | $p=0,730$   |
|   | через 6 мес.     | 80 [75; 82,5]     | 70 [66; 78]        | $p < 0,001$ |
|   | через 12 мес.    | 92 [89; 96]       | 81 [77; 93]        | $p < 0,001$ |
| <i>Примечание</i> – Данные представлены в виде медианы и интерквартильного размаха [25-й – 75-й процентиля]; для сравнения использовался U-критерий Манна – Уитни |                  |                   |                    |             |

Анализ динамики показателей и сравнение основной и контрольной групп по данным МРТ с оценкой по методу van Meeg с применением U-критерия Манна–Уитни до операции и через 6 месяцев после неё выявили статистически значимые различия между группами ( $p < 0,05$ ). В основной группе показатели составили 5 баллов [4; 6] до операции и 1 балл [0; 2] через 6 месяцев, тогда как в контрольной группе – 5 баллов [4; 6] и 2 [1; 3] балла соответственно. Полученные результаты демонстрируют статистически значимо более выраженную положительную динамику показателей в основной группе по сравнению с контрольной, что подтверждает эффективность применяемого метода лечения (таблица 2).

**Таблица 2 – Сравнение показателей пациентов двух групп по оценкам МРТ по методу van Meeg**

|   | Сроки наблюдения | Основная группа | Контрольная группа | <i>p</i>  |
|---|------------------|-----------------|--------------------|-----------|
| Оценка МРТ по van Meeg, баллы   | до операции      | 5 [4; 6]        | 5 [4; 6]           | $p=0,086$ |
|   | через 6 мес.     | 1 [0; 2]        | 2 [1; 3]           | $p=0,041$ |
| <i>Примечание</i> – Данные представлены в виде медианы и интерквартильного размаха [25-й – 75-й процентиля]; для сравнения использовался U-критерий Манна – Уитни |                  |                 |                    |           |

Анализ показателей изокинетического исследования мышц коленных суставов в основной и контрольной групп, также сравнение по пиковому крутящему моменту и уровню механической работы мышц коленных суставов, проведенные с применением U-критерия Манна–Уитни через 12 месяцев после операции, выявили статистически значимые различия ( $p < 0,05$ ). В основной группе сила мышц оперированного сустава по соотношению здоровому составила 98 % [96; 99] по пиковому крутящему моменту и 94 % [90; 96] по уровню механической работы, тогда как в контрольной группе – 93 % [91; 95] и 86 % [78; 93] соответственно. Динамика исследуемых показателей в основной и контрольной группах представлена на рисунке 4.



**Рисунок 4 – Сравнение изокинетических параметров мышц коленного сустава в основной и контрольной группах**

Таким образом, анализируя все имеющиеся данные, можно прийти к выводу, что интралигаментарное введение ОТП, активированной АТС запускает процесс регенерации и, удерживая факторы роста в интерстициальном пространстве тканей ПКС при помощи фибриновой сети, улучшает восстановление связки, что приводит к улучшению функции коленного сустава, уменьшению боли и повышает шансы пациента на возвращения в спорт или к активному образу жизни. Разработанная методика является безопасной для пациента и открывает новые возможности использования ортобиологических препаратов в травматологии и ортопедии, в частности для их интралигаментарного введения в связки и сухожилия.

Использование изокинетического исследования мышц коленных суставов является объективным, достоверным и эффективным методом оценки результатов лечения патологий коленного сустава, также данный метод служит средством контроля при решении вопроса о начале спортивных нагрузок и возвращении к активному образу жизни.

### Выводы

1. Основным диагностическим критерием частичного повреждения передней крестообразной связки является МРТ коленного сустава, где необходимо оценить целостность волокон, интенсивность МР-сигнала, ход волокон относительно линии Блюменсаата, расстояния между связкой и линией Блюменсаата, степень натяжения волокон, толщину и чёткость её границ, определение границ исходных волокон и оценка межмышцелковой вырезки. Окончательная диагностика частичного повреждения передней крестообразной связки осуществляется во время артроскопического осмотра коленного сустава. Интралигаментарное введение обогащённой тромбоцитами плазмы, активированной аутологичной тромбоиновой сывороткой, при частичных повреждениях передней крестообразной связки обеспечивает

достоверно ( $p < 0,05$ ) более высокую динамику восстановления функциональных показателей сустава по сравнению с традиционными методами лечения за счёт стимуляции локальной регенерации связочной ткани.

2. Разработана и внедрена органосохраняющая методика артроскопического лечения частичных повреждений передней крестообразной связки, включающая обработку повреждённых волокон связки и интралигаментарное введение обогащённой тромбоцитами плазмы, активированной аутологичной тромбоиновой сывороткой, позволяющая стимулировать процессы биологической регенерации связочного аппарата.

3. Оценка данных МРТ передней крестообразной связки по методике van Meer через 6 месяцев после операции показала статистически значимо лучшие результаты в основной группе (медиана 1 балл [0; 2]) по сравнению с контрольной (медиана 2 балла [1; 3]) ( $p < 0,05$ ). Через 12 месяцев показатели по опросникам IKDC и KOOS, представленные в виде медианы и интерквартильного размаха, также были выше в основной группе – 96,0% [93,0; 97,5] и 92 балла [89; 96] против 90% [86; 92] и 81 балла [77; 93] в контрольной группе ( $p < 0,05$ ), что свидетельствует о большей эффективности интралигаментарного введения обогащённой тромбоцитами плазмы, активированной аутологичной тромбоиновой сывороткой, в улучшении структуры и функции передней крестообразной связки.

4. Оценка изокинетической силы мышц коленного сустава через 12 месяцев после артроскопического вмешательства показала, что в основной группе медиана и интерквартильный размах пикового крутящего момента оперированного сустава относительно контралатерального составила 98% [96; 99], а механической работы – 94% [90; 96], тогда как в контрольной группе – 93% [91; 95] и 86% [78; 93] соответственно ( $p < 0,05$ ), что свидетельствует о более полном восстановлении мышечной функции у пациентов основной группы.

### **Практические рекомендации**

1. Для диагностики частичного повреждения передней крестообразной связки рекомендуется проведение МРТ коленного сустава с обязательной оценкой целостности волокон, интенсивности МР-сигнала, хода волокон относительно линии Блюменсаата, расстояния между связкой и линией Блюменсаата, степени натяжения волокон, толщины и чёткости контуров, определение границ исходных волокон и оценки межмышечковой вырезки.

2. Активацию обогащённой тромбоцитами плазмы целесообразно проводить с использованием аутологичной тромбоиновой сыворотки, получаемой при центрифугировании крови без антикоагулянта, что обеспечивает формирование фибрин-тромбоцитарного геля с развитой сетчатой микроструктурой и пролонгированное высвобождение факторов роста.

3. Пациентам с частичными повреждениями передней крестообразной связки и сопутствующими повреждениями внутрисуставных структур коленного сустава рекомендуется выполнение артроскопической санации сустава с обработкой повреждённых волокон передней крестообразной связки и интралигаментарным введением обогащённой тромбоцитами плазмы, активированной аутологичной тромбоиновой сывороткой, под артроскопическим контролем через стандартные порты с использованием инъекционной иглы диаметром 16-20G, длиной 90-120 мм, со срезом типа Квинке, обеспечивающей точную доставку препарата в зону повреждения волокон.

4. Пациентам с частичными повреждениями передней крестообразной связки в послеоперационном периоде рекомендуется поэтапное восстановительное лечение: применение жёсткого ортеза с разгрузкой оперированной конечности в течение 2–4 недель с последующей разработкой движений с 3-й недели и дозированным увеличением осевой нагрузки при исключении ротационных воздействий.

### Список сокращений и условных обозначений

АМ – антеромедиальный

АТС – аутологичная тромбоциновая сыворотка

ВАШ – визуальная аналоговая шкала боли

МРТ – магнитно-резонансная томография

ОТП – обогащенная тромбоцитами плазма

ПКС – передняя крестообразная связка

ПЛ – постеролатеральный

IKDC – международная система оценки состояния коленного сустава

KOOS – опросник по оценке результатов травмы коленного сустава и остеоартрита

### ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Рофизода Ф.Н., Закирова А.Р., Загородний Н.В. / Лечение частичного повреждения передней крестообразной связки методом интралигаментарного введения аутологичной обогащенной тромбоцитами плазмы и тромбоциновой сыворотки // XI Всероссийский Приоровский Форум, посвященный 100-летию профессора К.М. Сиваша: Сборник работ, Москва, 13–14 декабря 2024 года. – Москва: Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, 2024. – С. 231-233. – EDN MFAPKU. **ПЕЧАТНЫЙ ТЕЗИС**
2. Закирова А.Р., Ксонтини С.А., Рофизода Ф.Н. [и др.] / Артроскопические технологии лечения пациентов с кистой Бейкера // Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. – 2024. – Т. 19, № 4. – С. 114-119. – DOI 10.25881/20728255\_2024\_19\_4\_114. – EDN LITNWF. **ВАК/РУДН, К2**
3. Рофизода Ф.Н., Закирова А.Р., Айрапетов Г.А., Загородний Н.В. / Клинический пример применения аутологичной плазмы, обогащенной тромбоцитами, и тромбоциновой сыворотки при частичном повреждении передней крестообразной связки // Медицинский вестник МВД. – 2024. – Т. 133, № 6(133). – С. 5-10. – DOI 10.52341/20738080\_2024\_133\_6\_5. – EDN TIJXOM. **ВАК/РУДН, К2**
4. Рофизода Ф.Н., Скипенко Т.О., Закирова А.Р. [и др.] / Лечение частичных повреждений передней крестообразной связки коленного сустава с применением обогащенной тромбоцитами плазмы // Наука молодых (Eruditio Juvenium). – 2024. – Т. 12, № 2. – С. 283-294. – DOI 10.23888/HMJ2024122283-294. – EDN KDYASP. **ВАК/РУДН, К2**
5. Загородний Н.В., Рофизода Ф.Н., Закирова А.Р., Лазко М.Ф., Суюнов Р.А. / Интралигаментарное введение аутологичной обогащенной тромбоцитами плазмы и тромбоциновой сыворотки при частичном разрыве передней крестообразной связки // Медицинский вестник МВД. – 2026. – Т. 140, № 1(140). – С. 6-12. – DOI: 10.52341/20738080\_2026\_140\_1\_6. **ВАК/РУДН, К2**

#### *Патент*

6. Рофизода Ф.Н., Загородний Н.В., Закирова А.Р., Лазко М.Ф. / Способ лечения частичного повреждения передней крестообразной связки // Патент на изобретение. № 2852616 от 11.12.2025г., Бюл. №35. **ПАТЕНТ РФ**

**Рофизода Фаррух Насим (Россия)****Лечение частичного повреждения передней крестообразной связки методом интралигаментарного введения аутологичной обогащенной тромбоцитами плазмы и тромбиновой сыворотки**

Работа посвящена оценке результатов новой методики артроскопического лечения частичного повреждения передней крестообразной связки методом интралигаментарного введения обогащенной тромбоцитами плазмы, активированной аутологичной тромбиновой сывороткой. Проанализированы результаты артроскопического лечения 55 пациентов в период с 2019 по 2022 год. У всех пациентов кроме артроскопически подтвержденного диагноза частичного повреждения передней крестообразной связки были диагностированы другие патологии коленного сустава, требующие артроскопического лечения и диагностики. Одной группе пациентов было выполнено стандартное артроскопическое вмешательство, второй группе – применен новый метод лечения, впоследствии проводилось сравнение результатов лечения. На основании анализа полученных результатов доказано преимущество нового способа лечения. Предложенная методика лечения частичных повреждений передней крестообразной связки позволяет потенциально снизить необходимость выполнения реконструктивных оперативных вмешательств за счёт стимуляции локальных репаративных процессов и сохранения собственных анатомических структур связки. Применение интралигаментарного введения обогащённой тромбоцитами плазмы, активированной аутологичной тромбиновой сывороткой, способствует более полному восстановлению морфофункционального состояния передней крестообразной связки, повышению стабильности коленного сустава и улучшению функциональных результатов лечения пациентов. Использование данной методики в клинической практике позволяет снизить частоту прогрессирования частичных повреждений до полного разрыва, сократить сроки медицинской реабилитации и ускорить возвращение пациентов к привычному уровню физической активности, включая спортивные нагрузки.

**Rofizoda Farrukh (Russia)****Treatment of Partial Anterior Cruciate Ligament Injury by Intraligament Injection of Autologous Platelet-Rich Plasma and Thrombin Serum**

This research evaluates a new arthroscopic technique for treating partial anterior cruciate ligament tears and the method involves injecting the damaged ligament with a mixture of the autologous platelet-rich plasma and thrombin serum. An analysis was conducted on 55 patients treated between 2019 and 2022. All patients had a confirmed partial anterior cruciate ligament tear, as well as other knee pathologies requiring arthroscopic intervention and diagnosis. The patients were divided into two groups: one receiving standard arthroscopic care, and the other receiving the new injection-based technique. The analysis of the obtained results demonstrated the superiority of the proposed treatment method. The proposed method for treating partial anterior cruciate ligament injuries has the potential to reduce the need for reconstructive surgical interventions by stimulating local reparative processes and preserving the native anatomical structures of the ligament. The use of intraligamentary injection of autologous platelet-rich plasma activated with autologous thrombin serum promotes a more complete restoration of the morphofunctional state of the anterior cruciate ligament, enhances knee joint stability, and improves functional treatment outcomes in patients. The implementation of this technique in clinical practice may reduce the rate of progression of partial injuries to complete anterior cruciate ligament rupture, shorten the duration of medical rehabilitation, and accelerate patients' return to their previous level of physical activity, including sports participation.