

Иванов Ярослав Александрович

**ПОВРЕЖДЕНИЕ ПЕРЕДНЕЙ КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ У ДЕТЕЙ.
ДИАГНОСТИКА И ЛЕЧЕНИЕ**

3.1.8 – Травматология и ортопедия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание

ученой степени кандидата медицинских наук

Москва - 2022 г.

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Научный руководитель:

Ельцин Александр Геннадьевич – кандидат медицинских наук, врач – травматолог-ортопед ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России.

Официальные оппоненты:

Лазко Фёдор Леонидович – доктор медицинских наук, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Российский университет дружбы народов", профессор кафедры травматологии и ортопедии

Аракелян (Брянская) Анастасия Ивановна – кандидат медицинских наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии имени Г.И. Турнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации, научный сотрудник

Ведущая организация:

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

Защита диссертации состоится «__» _____ 2022 г. в ____ часов на заседании диссертационного совета 21.1.041.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации по адресу: 127299, г. Москва, ул. Приорова, дом 10.

С диссертацией можно ознакомиться в научном отделе ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России (127299, г. Москва, ул. Приорова, дом 10) и на сайте <https://www.cito-priorov.ru/>

Автореферат разослан «__» _____ 2022 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат медицинских наук

Казьмин А.И.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы и степень ее разработанности

Особое место среди травм коленного сустава занимает травма передней крестообразной связки (ПКС). Эта связка – главный стабилизатор коленного сустава. Она содержит до 50 % всех проприорецепторов связочного аппарата коленного сустава, являющихся первичным звеном кинематической цепочки. Центробежные импульсы от проприорецепторов стимулируют адекватный мышечный ответ, обеспечивая механическую стабилизацию коленного сустава. При разрыве ПКС развивается нестабильность, нарушается опороспособность конечности и процесс ходьбы (Lee H.M., 2009; Hewett TE, 2005; Moksnes H., 2013; Kohl S., 2014).

В течение последних 20 лет отмечается постоянный рост травм ПКС среди детского населения. Это обусловлено тем, что всё больше детей и подростков активно занимаются различными видами спорта, включая экстремальные. При обследовании молодых спортсменов в результате острой травмы у 47 % детей предпоздросткового возраста и у 65 % подростков обнаруживают разрыв ПКС (Parkkari J., 2008).

До настоящего времени нет единого мнения относительно характера лечения повреждений ПКС у детей с незрелым скелетом: консервативное, консервативное с отсроченной реконструкцией или ранняя реконструкция ПКС. Считается, что главная задача при выборе метода лечения повреждения ПКС у детей с незрелым скелетом – это безопасность вмешательства для обеспечения долгосрочного функционального результата, снижения риска осложнений и сохранения зон роста (Kocher M.S. 2002). При консервативном лечении сохраняется риск развития нестабильности и вследствие этого – вторичное повреждение мениска и хрящевой поверхности коленного сустава (Knapik D.M. 2020). А при классическом оперативном лечении вероятен риск повреждения зон роста и, следовательно, образование угловых деформаций в коленном суставе.

Консервативное лечение предлагается пациентам до 14 лет с частичными разрывами ПКС, пациентам с отрицательным результатом теста смещения оси вращения и с разрывом менее 50 % волокон. Детям старшей возрастной группы и с бóльшим объемом поражения рекомендуют пластику связки. Выбор метода лечения полного разрыва ПКС у скелетно-незрелого пациента сохраняет свою актуальность до настоящего времени (Kocher M.S. 2018).

Основным требованием при выборе метода реконструкции разрывов ПКС у детей и подростков является его соответствие анатомическим и физиологическим данным. Скелетный возраст — важный фактор, определяющий, какой метод использовать для реконструкции ПКС у молодых пациентов. В связи с этим хирург ограничен в выборе методик оперативного лечения. Существует ряд методик, помогающих проводить внутрикостные каналы до зоны роста как в бедренной, так и большеберцовой кости. Это в свою очередь переносит срок выполнения оперативного вмешательства на более ранний возраст.

Особого внимания заслуживает также вопрос оценки функционального статуса коленного сустава и определение костного возраста с ожидаемым ростом пациента в предоперационном периоде. Шкалы оценки KOOS-Child и Pedi-IKDC помогают при сравнении данных до и после лечения и при постановке реабилитационного диагноза для дальнейшей работы с пациентом. Этот вопрос сохраняет свою актуальность и у пациентов детского возраста, которые нуждаются в такой же системе оценки. Часто встречается использование шкал, не предназначенных для групп детского возраста. Формулировка ряда вопросов может быть непонятна детям, либо неверно истолкована, что значительно увеличивает вероятность некорректного ответа и, как следствие, завышение или занижение суммарного количества баллов. Публикуясь в зарубежной литературе, необходимо помнить о важности упоминания и использования универсальных методов оценки, знакомых иностранным коллегам по собственной практике и применяемых повсеместно. Таким образом, тема работы представляется актуальной, что служит основанием для проведенных нами исследований.

Цель исследования

Улучшить результаты лечения пациентов детского возраста при повреждении передней крестообразной связки.

Задачи исследования:

1. Провести анализ степени повреждения внутрисуставных структур коленного сустава (мениски, костная структура мыщелков, суставной хрящ) у пациентов консервативной группы для оценки результатов лечения.

2. Оценить результаты различных методик оперативного лечения детей и подростков с повреждением ПКС с закрытыми и открытыми зонами роста.

3. Разработать алгоритм лечения пациентов детского и подросткового возраста с повреждением ПКС коленного сустава на основании расчета костного возраста и прогнозируемого роста.

4. Выполнить валидацию и культурную адаптацию опросников Pedi-IKDC (Pediatric International Knee Documentation Committee) и KOOS-Child (Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score for children) для их использования при оценке функционального статуса пациентов и дальнейшего применения в практике травматолога-ортопеда и врача-хирурга.

Новизна исследования

В результате исследования проанализирована эффективность различных оперативных методик при оценке повреждений ПКС у детей и подростков с закрытыми и открытыми зонами роста.

Разработан алгоритм лечения пациентов с повреждением ПКС, основанный на расчете костного возраста и ожидаемого роста, для улучшения результатов.

Проведена валидация и культурная адаптация опросников Pedi-IKDC и KOOS-Child для оценки функционального статуса пациентов и дальнейшего использования в практике врача травматолога-ортопеда и детского хирурга.

Теоретическая и практическая значимость диссертационной работы:

Антеромедиальная нестабильность коленного сустава у детей вследствие разрыва ПКС снижает качество жизни пациентов.

В работе выполнена оценка повреждения структур коленного сустава (мениски, суставной хрящ) при повреждениях ПКС у пациентов при консервативном методе лечения, а также проанализированы результаты лечения детей и подростков с повреждением ПКС с закрытыми и открытыми зонами роста при использовании различных оперативных методик. Это в свою очередь позволило объективно оценить результаты консервативного лечения. На основании полученных данных был разработан алгоритм лечения пациентов детского и подросткового возраста с повреждением ПКС коленного сустава с применением расчета костного возраста и прогнозируемого роста.

В связи с этим описанный в работе метод предоперационного планирования и методики оперативного лечения направлены на оптимизацию лечебного процесса для получения наилучших результатов лечения пациентов с антеромедиальной нестабильностью, что имеет важное практическое значение.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Расчет костного возраста по методу Таннера – Уайтхауса (TW2), его соответствие паспортному возрасту и прогноз роста обеспечивает обоснованный и аргументированный выбор вида оперативного лечения при нестабильности коленного сустава, определение направления тоннелей в большеберцовой и бедренной костях.

2. Применение валидизированных и культурно – адаптированных опросников Pedi – IKDC, KOOS – Child после травмы и на этапах лечения позволяет получить объективные данные о выраженности болевого синдрома, сложностях, связанных с коленным суставом при ежедневных нагрузках и при занятиях спортом, а также качестве жизни пациентов.

3. Анализ МРТ коленных суставов с клиническим осмотром и результатами анкетирования по опросникам Pedi – IKDC и KOOS – Child в ранние

сроки после травмы, ближайшем и отдаленном периодах после консервативного лечения позволяет оценить состояние менисков, костно- хрящевых структур и стабильность сустава.

Внедрение результатов работы в практику. Алгоритмы лечения пациентов детского возраста при разрыве ПКС внедрены в повседневную практику следующих лечебных учреждений: ГБУЗ ДОКБ г. Тверь, ГБУЗ «Вышневолоцкая ЦРБ», ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России.

Апробация результатов исследования

Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены автором на конференциях:

VII Всероссийская научно-практическая конференция «Приоровские чтения – 2019». 13.12.2019, г. Москва. Тема доклада: «Лечение переломов межмышцелкового возвышения у детей и подростков»; Конгресс «Медицинская помощь при травмах». 29.02.2020, г. Санкт-Петербург. Тема доклада: «Повреждение ПКС у детей и подростков»; VIII Всероссийская научно-практическая конференция «Приоровские чтения – 2020». 11.12.2020, г. Москва. Тема доклада: «Анализ изменения структур коленного сустава при поврежденной передней крестообразной связке у детей»; VIII научно-практической конференции молодых ученых на английском языке «Будущее детской ортопедии и реконструктивной хирургии». 30.04.2021. Санкт-Петербург. Тема доклада: «Operative treatment of ACL injury in children» на английском языке.

Объекты исследования

Проведено обследование и лечение 170 пациентов в возрасте от 10 до 18 лет. Из них 70 пациентов собственного клинического наблюдения и 100 пациентов в рамках валидации и культурной адаптации опросников.

Методология и методы исследования

В работе проведен анализ данных 170 человек. Из них 100 человек принимали участие в исследовании по валидации и культурной адаптации опросников KOOS-Child и Pedi-IKDC. 25 пациентов проходили консервативное лечение (контрольная группа). Остальным 45 выполнено оперативное лечение в объеме артроскопической пластики ПКС (26 – по классической методике, 19 – по методике all-inside). Возраст пациентов составил от 11 до 18 лет (средний 14,89 года), из них мужского пола – 33 (73,3%), женского – 12 (26,7%). Средний срок наблюдения составил 13,98 мес. Самый ранний возраст пациента, которому проводилось оперативное лечение, составил 11,4 лет, максимальный – 17,8 лет.

У пациентов собирали жалобы, анамнез заболевания и проводили клинический осмотр. Основной жалобой было наличие нестабильности в коленном суставе. В анамнезе заболевания при получении травмы: пациенты резко останавливались во время маневра или меняли направление во время бега, при прыжке или приземлении появлялась резкая болезненность, контактные повреждения. При осмотре особое внимание уделяли наличию гипотрофии мышц бедра, болезненность при пальпации в суставных щелях, проведены тесты «переднего выдвигающего ящика», Lachman и pivot-shift. Также проводили анкетирование. Оценивали данные магнитно-резонансной томографии (МРТ). В отдаленном периоде пациенты повторно проходили анкетирование, проводили клинический осмотр и МРТ-исследование.

Контрольная группа пациентов получала консервативное лечение и также наблюдалась через 6, 12 нед. и 12 мес. после травмы.

Для выявления взаимосвязей между критериями, определяющими качество результатов лечения пациентов, использовали методы статистического анализа, включающие в себя теорию параметрического и непараметрического корреляционного анализа.

В группе пациентов оперативного лечения план предоперационного планирования включал в себя оценку костного возраста (по рентгенографии кисти) и прогнозируемого роста с целью выбора оптимальной техники

оперативного лечения. В послеоперационном периоде у пациентов с пластикой по методике all-inside проводили контрольную рентгенографию с целью оценки положения каналов в большеберцовой и бедренной костях, а также правильного положения подвешивающей системы.

Степень достоверности результатов исследования

Достоверность основных положений и выводов диссертационной работы определяются выполненным аналитическим обзором современных профильных научных публикаций, проведенным изучением достаточного клинического материала, его разделением на сопоставимые клинические группы пациентов, использованием общепризнанных оценочных инструментов, проведенными сравнениями результатов лечения, применением современной диагностической аппаратуры и методов лечения, а также адекватной статистической обработкой полученных количественных данных.

Личный вклад соискателя.

Автором проанализировано 137 литературных источников по теме диссертации, проведены анализ и выборка архивных историй болезни и рентгенограмм за период с 2011 по 2020 г. Участвовал в проведении проспективного сравнительного наблюдения и лечения пациентов с 2019 по 2021 г. Создал базу данных пациентов с разрывом ПКС, участвовал в оперативном процессе, осуществил статистическую обработку и анализ результатов проведенных исследований.

Соответствие диссертации паспорту специальности

По своей структуре и содержанию диссертация полностью соответствует научной специальности: 3.1.8 – «Травматология и ортопедия»

Публикации

По теме диссертации опубликовано 5 статей. Из них 4 статьи в журнале, входящем в перечень ВАК, в том числе 2 статьи, индексируемые в Scopus.

Объем и структура диссертации.

Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, выводов, списка сокращений, списка литературы и приложений. Работа изложена на 145 страницах компьютерного текста, содержит 9 таблиц, 33 рисунка, 10 приложений (в виде статистических таблиц и двух валидированных и адаптированных опросников). Список литературы включает 137 литературных источников.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Характеристика клинического материала

В работе проанализированы данные 170 человек. Все пациенты проходили лечение в 9 отделении ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России. Из них 100 человек принимали участие в исследовании по валидации и культурной адаптации опросников KOOS-Child и Pedi-IKDC.

В группы консервативного (контрольная группа — КГ) и оперативного лечения (ОЛ) вошли 70 человек. Из них 25 пациентам проводили консервативное лечение. Остальным 45 выполнено оперативное лечение в объеме артроскопической пластики ПКС (26 – по классической методике, 19 – по методике all-inside).

Возраст пациентов составил от 11 до 18 лет (средний 14,89 года), из них мужского пола – 33 (73,3%), женского – 12 (26,7%). Средний срок наблюдения составил 13,98 мес. Самый ранний возраст пациента, которому проводилось оперативное лечение, составил 11,4 лет, максимальный – 17,8 лет.

Большинство пациентов получили травму во время занятия спортом (93%). У 100% по данным МРТ-исследования и артроскопической ревизии был полный разрыв ПКС. У 62% пациентов культя ПКС была подпаяна к задней крестообразной связке, у 38% — свободно лежащая. Помимо разрыва ПКС у 76% пациентов наблюдалось повреждение менисков, у 40% — остеохондральные повреждения мыщелков бедренной кости.

В первую группу было отобрано 25 пациентов, которым проводили консервативное лечение в связи с разрывом ПКС. Из них 17 мужского и 8 женского пола. Срок наблюдения составил до 2,7 года (33 мес.). Пациенты наблюдались через 6, 12 нед. и 12 мес. после травмы.

В первую группу не вошли пациенты, которые помимо разрыва ПКС имели переломы межмыщелкового возвышения и повреждение боковых связок, задней крестообразной связки.

Пациентам выполняли как минимум два МРТ-исследования (в первые недели после травмы и в различные сроки после первого исследования) на

аппарате мощностью не менее 1,5 Тесла. Средний срок между выполнением 1-го и 2-го МРТ-исследования составил 13 мес., минимальный – 2 мес., максимальный – 33 мес. У 19 человек МРТ было выполнено на одном и том же аппарате, а у 6 – на разных. Пациентам назначали консервативную терапию в объеме иммобилизации в ортезе в течение 4 нед., курс нестероидных противовоспалительных препаратов и последующую реабилитацию.

Для выявления взаимосвязей между критериями, определяющими качество результатов лечения пациентов, использовали методы статистического анализа, состоящие из теории параметрического и непараметрического корреляционного анализа.

Во вторую группу (ОЛ) вошло 45 человек. Она была разделена на 2 подгруппы. В 1-й подгруппе – 26 пациентов с закрытыми зонами роста, которым выполняли пластику ПКС по стандартной методике. Во 2-й подгруппе – 19 человек с пластикой ПКС по методике all-inside, из них 12 пациентов с открытыми зонами роста, 9 из которых получили пластику ПКС по методике all-inside partial transphyseal и 3 пациента – по методике all-inside all epiphyseal.

План предоперационного планирования состоял из оценки костного возраста и прогнозируемого роста с целью выбора оптимальной техники оперативного лечения, который основывается на данных костного возраста по рентгенографии кисти и ожидаемого роста. В послеоперационном периоде пациентам с пластикой по методике all-inside проводили контрольную рентгенографию для оценки положения каналов в большеберцовой и бедренной костях, а также правильного положения подвешивающей системы.

Рентгенография кисти позволяла оценить костный возраст пациента, который мог отличаться от хронологического. Дополнительно проводили расчет ожидаемого роста пациента по формуле в зависимости от пола. Данные процедуры с большой точностью позволяли оценить ожидаемый период роста пациента, что имело большое значение при выборе операционной тактики (таблица 1).

Таблица 1: Тактика лечения в зависимости от ожидаемого роста пациента

Ожидаемый период роста пациента	Тактика лечения
Менее 1 года роста	Классическая методика
	Стандартные тоннели all-inside
1–5 лет роста (<5 см)	All-inside partial transphyseal (с частичным прохождением тоннелей через зоны роста)
Более 5 лет роста (>5 см)	All-inside all epiphyseal (тоннели проходят, не задевая зоны роста)

На практике нередко можно встретить применение детским травматологом-ортопедом шкал, не предназначенных для групп детского возраста.

Формулировка ряда вопросов может быть непонятна детям, либо неверно истолкована, что значительно увеличивает вероятность некорректного ответа и, как следствие, завышение или занижение суммарного количества баллов.

К такой системе оценки можно отнести шкалы KOOS-Child и Pedi-IKDC. Данные опросники адаптированы для детей и достаточно часто упоминаются в зарубежной литературе. К вышесказанному следует добавить, что KOOS-Child и Pedi-IKDC переведены на многие языки. Этот факт демонстрирует, что типы вопросов этих опросников понятны большому количеству врачей различных языковых групп.

Важным является валидация и культурная адаптация анкет. Данная процедура включает в себя значительный объем работ. Опросник должен быть переведен группой специалистов в составе профессиональных переводчиков и врачей со знанием английского языка на уровне advanced. После перевода необходимо утвердить версию опросника для клинических испытаний.

В исследовании приняли участие 100 пациентов в возрасте до 18 лет, из них 51 мужского и 49 женского пола. Поскольку опросники являются универсальными в отношении повреждения различных структур коленного сустава, было принято решение о включении в исследование групп валидации и

культурной адаптации пациентов не только с разрывом ПКС, но с повреждением задней крестообразной связки и менисков. Пациентов опрашивали по разработанным опросникам KOOS-Child и Pedi-IKDC, а также по апробированному и хорошо зарекомендовавшему себя тесту Lysholm. При этом учитывалось то, что опросник KOOS-Child позволял получать результат не только в целом, но и по категориям KOOS-Child Pain (боль), KOOS-Child Symptom (симптомы), KOOS-Child ADL (дневная активность), KOOS-Child Sport/Rec (спортивные нагрузки) и KOOS-Child QOL (качество жизни).

Статистическая обработка результатов эксперимента состояла из трех этапов:

1. **Общий анализ статистических данных, расчет базовых статистических показателей, оценка их закона распределения.** Информация, полученная на этом этапе, позволит в дальнейшем выбрать статистические методы и критерии для решения поставленных задач.

2. **Проверка валидности опросников как в целом, так и отдельных их заданий, то есть обоснованность и пригодность применения его вопросов для достижения задачи оценки состояния пациентов.**

3. **Проверка адекватности, объективности результатов, полученных при опросе, или насколько соответствуют результаты, полученные по опроснику, аналогичным результатам, полученным иными методами.**

Определение костного возраста

В работе использовались методика Таннера – Уайтхауса (TW2) (Tanner, J. M., 1975), и метод оценки костного возраста по атласу Грейлиха – Пайля (Greulich W.W. и Pyle S.I., 1959). Метод TW2 основан на точном измерении каждой кости и выражении его в числовом коэффициенте, сумма всех коэффициентов дает показатель костного созревания в целом для кисти и запястья. Суть второго метода заключается в сравнительной оценке рентгенограммы пациента с рентгенограммами здоровых детей соответствующего пола, которые приняты за эталон. На рисунке 1 показан схематично механизм сравнения рентгена кисти с изображениями из атласа.

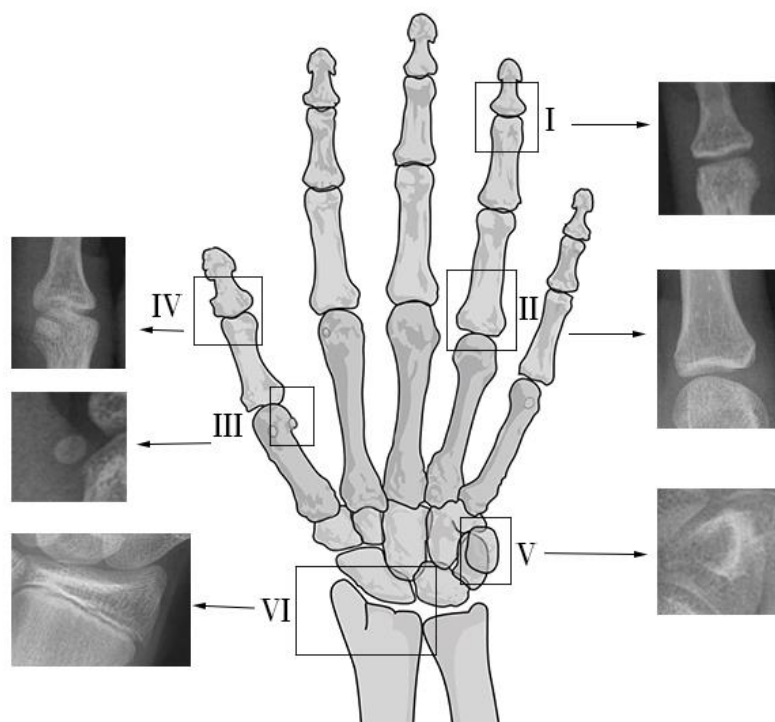


Рисунок 1 - Зоны роста с разным сроком закрытия у лиц мужского пола.

I - 15,5 года, II - 16 лет, III - 13 лет, IV - 15 лет, V - 12,5 года, VI - 14 лет

Помимо использования стандартных схем определения костного возраста, его также определяли при помощи программ на основе машинного обучения (Thodberg, Н. Н., 2008, Косик, И. И., 2020). Применение искусственного

интеллекта по рентгенограммам кисти пациента является перспективным и имеет множество преимуществ. Заключение радиолога, травматолога и детского эндокринолога могут различаться, так как указанные методы оценки имеют долю субъективности и подчас обусловлены спецификой работы каждого специалиста.

Существуют комбинированные алгоритмы определения костного возраста, базирующиеся на использовании различных моделей нейронных сетей, что помогает увеличить точность его определения. Одна из них — программа Bone Age Analyzer, разработанная специалистами из Беларуси (Косик, И. И., 2020; Недзьведь А.М., 2020). Данные, полученные на основании проведенного анализа нейросетями, соответствовали данным по программам BoneXpert (Thodberg Н.Н. 2005), Auxology (Pfizer, США) и ручному расчету при помощи атласа Грейлиха – Пайля и метода Таннера – Уайтхауса. При использовании программы Auxology (Pfizer) у нас также не возникло сложностей. Онлайн продукт BoneXpert сравним по скорости и удобству работы с Bone Age Analyzer.

В дополнение мы оценивали также половое развитие пациентов по шкале Таннера, которая дает представление о стадиях полового созревания. Оценка костного возраста и полового развития позволяет узнать ростовой потенциал ребенка.

В среднем у пациентов с костным возрастом, обгоняющим паспортный (12 человек), разница составила 1,9 года. У пациентов с отстающим костным возрастом (5 человек) разница составила 1,5 года.

Результаты

В контрольную группу консервативного лечения вошли 25 детей с разрывом ПКС и антеромедиальной нестабильностью коленного сустава. Пациенты обращались за помощью в первые недели с момента травмы. Травму получили 88% пациентов во время выполнения физических нагрузок: по баскетболу – 20%, футболу – 32%, единоборствам – 16%, горнолыжным видам спорта – 8%, другим видам спорта – 12%. В быту было травмировано 12% детей. Проведены сбор жалоб и анамнеза, клинический осмотр. Анкетирование и МРТ-исследования пациенты проходили в первые недели после травмы и спустя 6-30 мес.

Консервативное лечение пациенты получали в объеме иммобилизации в течение 4 нед. нестероидными противовоспалительными средствами с применением физиотерапии и последующим курсом реабилитации. Все пациенты проходили анкетирование по опросникам KOOS-Child и Pedi-IKDC. 92% пациентов беспокоила нестабильность в коленном суставе и неудовлетворенность результатом лечения, 40% пациентов в последствии были прооперированы по поводу антеромедиальной нестабильности коленного сустава

По данным МРТ у 13 (52%) из 25 пациентов отмечаются остеохондральные изменения мыщелков обеих костей, из них у 11 (44%) человек на наружном мыщелке бедренной кости, у двоих (8%) на обоих мыщелках бедренной кости и у одного (4%) пациента на латеральных мыщелках большеберцовой и бедренной костей.

Всем пациентам в КГ и ОЛ проводили измерение толщины хряща. Его выполняли в двух проекциях (сагиттальной и коронарной). На каждом мыщелке большеберцовой и бедренной костей устанавливается по три точки, в которых измеряется толщина хряща. Всего точек измерения 24. После чего повторяют аналогичную процедуру на МРТ-снимках пациента. Измерение проводили с использованием программы RadiAnt в режимах T1, PDW, T2.

В настоящий момент наиболее точным методом измерения толщины хряща является картирование. В нашем исследовании измерение данным методом не

проводилось. В связи с высокой вероятностью неточности обычного измерения при помощи инструмента «линейка» в специализированном программном обеспечении была учтена погрешность, равная 0,7 см. По данным исследования, у 6 (24%) человек отмечаются истончения хрящевого покрытия латерального мыщелка бедренной кости $\geq 0,7$ см, у 2 (8%) – истончение как на латеральном, так и медиальном мыщелках бедренной кости составило $\geq 0,7$ см, у 3 (12%) – истончение хрящевого покрытия только на медиальном мыщелке бедренной кости $\geq 0,7$ см. На наружном мыщелке большеберцовой кости истончение $\geq 0,7$ см выявлено у 9 (36 %) человек, на обоих мыщелках $\geq 0,7$ см отмечается у 3 (12 %) человек.

Группа оперативного лечения состояла из 45 человек с травмами ПКС. Травмы были получены во время занятий спортом: командные виды – 20 человек, контактные виды – 10 человек, другие виды – 10 человек; по другим причинам – 5 человек. Пациенты были разделены на две подгруппы. В 1-ю подгруппу вошли 26 пациентов с закрытыми зонами роста, которым выполняли пластику ПКС по классической методике, во 2-ю подгруппу вошли 19 пациентов, которым выполняли пластику ПКС по методике all-inside. В ней количество пациентов с открытыми зонами роста составило 12 человек, из которых 9 пациентам выполняли пластику ПКС по методике all-inside partial transphyseal и 3 пациентам по методике all-inside all-epiphyseal.

В группе ОЛ оценивали те же показатели, что и в контрольной:

1. Данные клинического осмотра (объем движений, тесты на стабильность).
2. Данные МРТ-исследований до и в разные сроки после операции (оценка состояния суставного хряща, костных структур, менисков и трансплантата).
3. Данные шкал KOOS-Child, Pedi-IKDC и KOOS, IKDC (если пациенты достигли совершеннолетия). Опрос проводили перед оперативным лечением и после него в разные сроки наблюдения.

Следует отметить, что методика all-inside имеет ряд преимуществ у пациентов с активными зонами роста:

1. Забор только одного сухожилия (*m. semitendinosus*). Если у пациента достаточно хорошо развито сухожилие *m. gracilis*, это дает возможность в будущем при повторных травмах использовать его в качестве трансплантата.

2. Направление тоннеля у пациентов с активными зонами роста значительно отличается от классического. Что в свою очередь также позволяет провести операцию по пластике ПКС при разрыве трансплантата, избегая пластики костных тоннелей, тем самым уменьшая срок восстановления и возврата в спорт.

3. Поскольку консервативное лечение молодых спортсменов приводит к неудовлетворительным результатам, пациентам с ожидаемым ростом до 5 см от паспортного возможно выполнение методики partial transphyseal. Эта методика показала отличные клинические результаты и рекомендована пациентам с открытыми зонами роста как альтернатива консервативному лечению.

По отдаленным результатам лечения пациентов с открытыми зонами роста у 2 человек (4 %) отмечались неудовлетворительные результаты. Обоим пациентам проведено оперативное лечение в объеме all-inside all-epiphyseal, отмечалась нестабильность коленного сустава, по данным МРТ в обоих случаях имелись остеохондральные изменения наружного мыщелка бедренной кости. Угловых деформаций и нарушений роста отмечено не было.

В группе пациентов с активными зонами роста после оперативного лечения в объеме all-inside partial transphyseal осложнений выявлено не было. Все пациенты были удовлетворены результатами лечения. По данным исследований лучевыми методами угловых деформаций коленного сустава обнаружено не было.

В группе пациентов с закрытыми зонами роста после оперативного лечения по методике all-inside со стандартным направлением тоннелей осложнений также не выявлено. Все пациенты были удовлетворены результатами.

В группе пациентов с закрытыми зонами роста после оперативного лечения по классической методике было отмечено 3 (6,5 %) случая неудовлетворенностью

лечением. Пациенты отмечали нестабильность в коленном суставе, а также по результатам МРТ-исследования были отмечены остеохондральные изменения наружного мыщелка бедренной кости (1 человек) и внутреннего мыщелка бедренной кости (1 человек).

На рисунке 3 можно увидеть уровень качества лечения пациентов в КГ и группе ОЛ. На графике показано, что средние показатели качества лечения в группе ОЛ выше, чем в КГ.

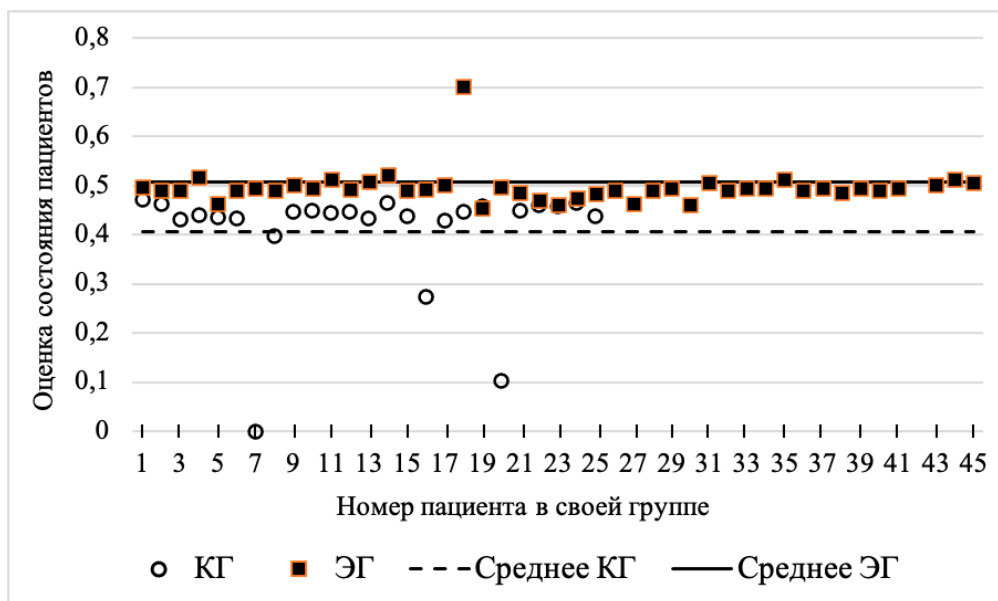


Рисунок 3 – Показатели качества лечения пациентов в контрольной группе и в группе оперативного лечения

На рисунке 4 показаны средние уровни качества жизни пациентов в КГ и группе ОЛ. На гистограмме можно увидеть, что уровни качества жизни значительно различаются как по отдельным категориям опросника KOOS-Child, так и по опроснику Pedi-IKDC. В среднем разница между КГ и группой ОЛ составляет 16 баллов, что говорит о значимом улучшении состояния пациентов. Наибольшее улучшение можно заметить в разделе KOOS-Child QOL – 19,8 балла, KOOS-Child Sport – 18,3 балла, KOOS-Child Pain – 18 баллов. На основании данных опросника можно сделать вывод о более высоких результатах лечения пациентов, которым проводили реконструкцию ПКС.

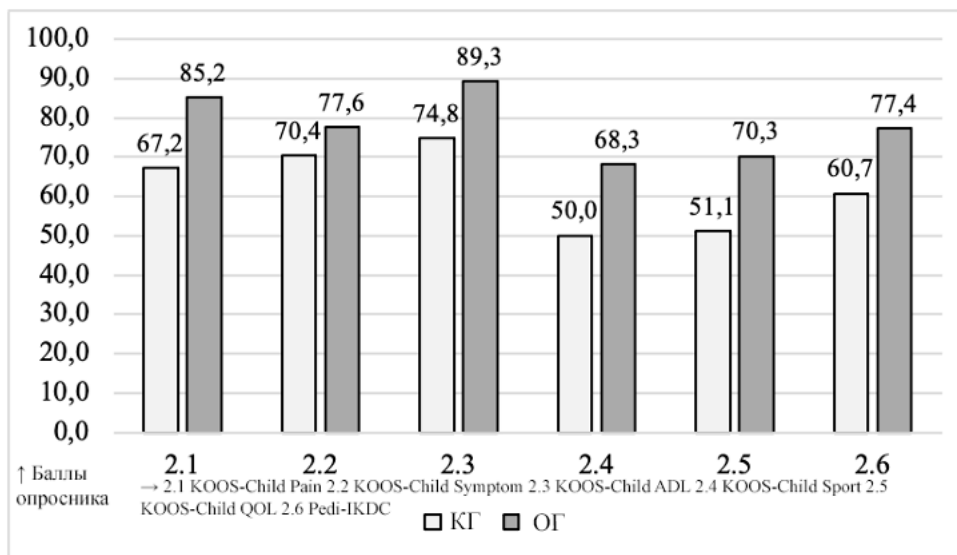


Рисунок 4 – Средние уровни качества жизни в группах после лечения

Оценка результатов по опросникам у пациентов в группе ОЛ до и после операции имеет также большую разницу. Среднее значение составляет 27 баллов, что говорит о значимом улучшении состояния пациентов. KOOS-Child Sport показал наилучший результат и разница между баллами до и после лечения составила 37,2 балла. Разница по опроснику KOOS-Pain – 32,7 балла. Эти данные позволяют сделать вывод о значимом улучшении состояния пациентов после операции (рисунок 5).

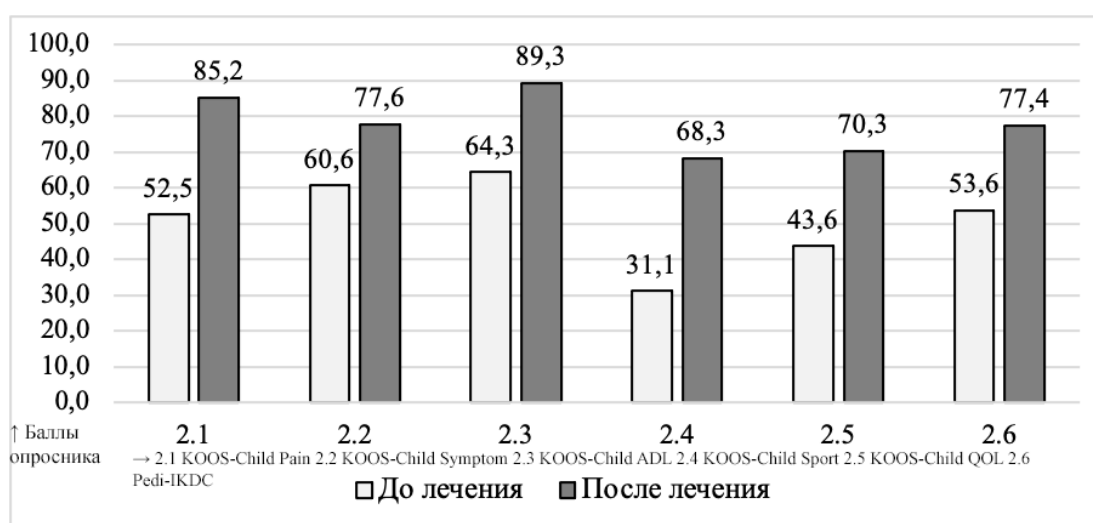


Рисунок 5 – Средние уровни качества жизни в группе оперативного лечения до и после лечения

В группе ОЛ пациентам по методике all-inside проводили расчет костного возраста, который в среднем отличался в бóльшую сторону от хронологического на 21 мес. В нашей практике имеются случаи, когда паспортный возраст пациента составлял 14 лет, тогда как костный – 17 лет. Расчет костного возраста и ожидаемого роста пациентов позволил нам выбрать подходящее лечение. Эти процедуры являются золотым стандартом в практике эндокринологов и педиатров по всему миру, что дает нам более обоснованный и научный подход в лечении антеромедиальной нестабильности пациентов с активными зонами роста с разрывом ПКС.

Осложнения

Только у 2 пациенток с открытыми зонами роста отмечалось ухудшение результатов лечения. В обоих случаях было отмечено нарушение техники.

У пациентов в закрытыми зонами роста также наблюдались осложнения. В одном случае пациент наблюдался у травматолога по месту жительства. Спустя 6 нед. после оперативного лечения по месту жительства было принято решение о вскрытии гематомы в области верхней 1/3 голени. Спустя 8 мес. с момента оперативного лечения у пациента отмечалось ограничение движений в коленном суставе. Был назначен курс реабилитационных мероприятий, после чего был достигнут нужный объем движений.

В другом случае пациент получил повторную травму спустя 8 мес. с момента оперативного лечения во время физических нагрузок. Еще у одного пациента отмечалась антеромедиальная нестабильность коленного сустава в связи с нарушением техники операции. Пациенту была проведена пластика костных тоннелей с последующей реконструкцией ПКС.

Статистический анализ результатов лечения

Цель анализа – обоснование статистическими методами гипотезы о том, что результаты лечения пациентов в группе ОЛ значимо отличаются от результатов лечения в КГ с консервативным лечением.

На первом этапе была проведена оценка нормальности распределения полученной интегральной оценки состояния пациентов в объединенной группе (КГ и группа ОЛ), которая получена на основании модели Раша. Подтверждение нормальности распределения позволило использовать параметрические методы математической статистики.

Результаты применения *t*-критерия Стьюдента на уровне значимости менее 0,01 показали, что гипотеза о равенстве математических ожиданий должна быть отвергнута. Это дает основание утверждать, что с вероятностью менее 0,01 средний уровень показателей состояний пациентов, который можно интерпретировать как качество лечения в группе ОЛ, превышает средний уровень показателей в КГ с консервативным лечением. Все это говорит об эффективности оперативного лечения.

Для обоснования эффективности оперативного лечения мы сравнили результаты опроса качества жизни в группе ОЛ до и после лечения. Средние уровни качества жизни в группах также сравнивали по *t*-критерию Стьюдента.

По полученным данным стало понятно, что для всех разделов опросника средние уровни качества жизни существенно различаются на уровне значимости менее 0,01. Это позволяет утверждать, что качество оперативного лечения с высокой вероятностью эффективно и приводит к повышению качества жизни.

Таким образом, задача, поставленная в данном исследовании, выполнена, и статистически обосновано то, что оперативное лечение является более результативным, чем консервативное, эффективность этого лечения значительная и приводит к улучшению как объективных показателей, так и качества жизни пациентов.

ВЫВОДЫ

1. Анализ МРТ-исследований у 72% пациентов при консервативном лечении показал изменения в коленном суставе, связанные с антеромедиальной нестабильностью. У 52% отмечены остеохондральные изменения мышечков бедренной и большеберцовой костей, подтверждающие нарушение распределения нагрузки в коленном суставе при повреждении ПКС. Вторичное повреждение менисков отмечено у 40% пациентов, истончение хрящевого покрытия – у 56%. Таким образом, консервативное лечение пациентов с антеромедиальной нестабильностью после разрыва ПКС привело к неудовлетворительным результатам ($p > 0,05$). Только у 8% пациентов из контрольной группы не выявлено нестабильности коленного сустава и вернулись к прежним нагрузкам. В остальных 92% случаев пациенты не удовлетворены результатами лечения.

2. Хорошие результаты лечения у пациентов с закрытыми зонами роста, которым выполнялась пластика ПКС с проведением стандартных каналов и у пациентов, которым выполнялась пластика ПКС all-inside, получены у 94% и 100% соответственно. В группе оперативного лечения у пациентов с открытыми зонами роста, которым выполнялась пластика ПКС all-inside с проведением каналов до зоны роста и по методике all-inside partial transphyseal, получены хорошие отдаленные результаты в 96% и 100% соответственно.

3. Оценка костного возраста пациентов с открытыми зонами роста обеспечила обоснованный выбор вида реконструкции ПКС и локализации каналов для трансплантата. У 74% костный возраст в среднем опережал паспортный на 21 месяц, у 26% отставал от паспортного на 17 месяцев.

4. Опросники Pedi-IKDC и KOOS-Child прошли процедуру валидации и культурной адаптации и обеспечили наряду с клиническим осмотром и МРТ-исследованиями объективную оценку функционального статуса пациентов с повреждениями ПКС. Высокую степень согласованности вопросов внутри тестов и высокий уровень статистической взаимосвязи результатов

подтверждает коэффициент α Кронбаха: 0,902 для опросника Pedi-IKDC и 0,959 для KOOS-Child.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. В рамках предоперационного планирования рекомендуется проводить процедуру расчета костного возраста и ожидаемого роста в целях минимизации рисков и определения правильной тактики лечения пациентов с разрывом ПКС.
2. Мы рекомендуем использование опросников KOOS-Child и Pedi-IKDC у пациентов молодого возраста, особенно у групп, активно занимающихся спортом как на любительском, так и профессиональном уровнях.
3. Для лечения передней крестообразной связки коленного сустава у пациентов с открытыми зонами роста мы рекомендуем придерживаться следующей методики:
 - если у пациента костный рост планируется менее 5 лет, а до ожидаемого роста остается менее 5 см, то показана техника all-inside partial transphyseal;
 - если у пациента костный рост планируется менее 1 года рекомендуется техника пластики ПКС с проведением классических костных каналов.

СПИСОК РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Иванов Я.А., Ельцин А.Г., Мининков Д.С. Повреждение передней крестообразной связки у детей и подростков. Современные тенденции и исследования // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2021. Т. 28, № 1, С. 89–107. DOI: [10.17816/vto51034](https://doi.org/10.17816/vto51034)
2. Иванов Я.А., Ельцин А.Г., Мининков Д.С. Валидация и культурная адаптация шкалы KOOS-Child // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2021. Т. 28, № 1. С. 53–64. DOI: [10.17816/vto60489](https://doi.org/10.17816/vto60489)
3. Иванов Я.А., Ельцин А.Г., Мининков Д.С. Валидация и культурная адаптация шкалы Pedi-IKDC // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2021. Т. 9, № 2. С. 143–151. DOI: [10.17816/PTORS61685](https://doi.org/10.17816/PTORS61685)
4. Иванов Я.А., Ельцин А.Г., Мининков Д.С. Оперативное лечение антеромедиальной нестабильности коленного сустава при разрыве передней крестообразной связки у детей с открытыми зонами роста // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2021. Т. 9 (спецвыпуск). С.12-15.
5. Иванов Я.А., Ельцин А.Г., Мининков Д.С. Оценка структур коленного сустава пациентов детского возраста с повреждением передней крестообразной связки после консервативного лечения // Гений ортопедии. 2022. Т.28, № 1. С.62–68. DOI: [10.18019/1028-4427-2022-28-1-62-68](https://doi.org/10.18019/1028-4427-2022-28-1-62-68)

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ПКС – передняя крестообразная связка

IKDC – International Knee Documentation Committee (Международный комитет по документации для обследования коленного сустава)

KOOS – Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (оценка исходов травмы коленного сустава и остеоартрита)

MPT – магнитно-резонансная томография

PBTV – patellar bone-tendon-bone (кость – сухожилие – кость надколенника)

GST – *m. gracilis, m. semitendinosus*

ADL – daily living

QOL – quality of life

ОЛ – оперативное лечение

КГ – контрольная группа