

На правах рукописи

Асатрян Вардан Граатович

**НОВЫЙ СПОСОБ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ
ПАЦИЕНТОВ С ПАТЕЛЛОФЕМОРАЛЬНЫМ АРТРОЗОМ**

3.1.8. – Травматология и ортопедия

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание учёной степени
кандидата медицинских наук**

Самара, 2025

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, доцент

Кудашев Дмитрий Сергеевич

Официальные оппоненты:

Корнилов Николай Николаевич, доктор медицинских наук, доцент, федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра травматологии и ортопедии, профессор кафедры

Лазко Фёдор Леонидович, доктор медицинских наук, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы", кафедра травматологии и ортопедии, профессор кафедры

Ведущая организация: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), г. Москва

Защита диссертация состоится «___» _____ 20__ года в _____ часов на заседании диссертационного совета 21.2.061.01 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации по адресу: 443079, г. Самара, пр. К. Маркса, д. 165 Б.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке (443001, г. Самара, ул. Арцыбушевская, 171) и на сайте (<https://samsmu.ru/scientists/science/referats/2025/>) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Автореферат разослан «___» _____ 20__ года.

Учёный секретарь диссертационного совета

кандидат медицинских наук, доцент

Д.А. Долгушкин

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Пателлофemorальный артроз (ПФА) является редко рассматриваемой проблемой, несмотря на то, что у 53-64% пациентов с болью в коленных суставах выявляют ту или иную стадию деструктивно-дистрофического поражения пателлофemorального сочленения. Около 60% больных с верифицированным гонартрозом имеют ипсилатеральный ПФА (Лычагин А.В. и соавт., 2024; McNamara et al., 2022; Mabrouk A. et al., 2025).

Среди молодых и физически активных пациентов с жалобами на боль в переднем отделе коленного сустава до 55% имеют клинико-рентгенологические признаки ПФА. В структуре последствий спортивных травм синдром пателлофemorальной боли занимает до 25% всех обращений за медицинской помощью (Котельников Г.П. и соавт., 2023; Чичилов А.М. и соавт., 2023; Hinckel V.V. et al., 2017; Kiel J. et al., 2022).

Деструктивно-дистрофические изменения в пателлофemorальном сочленении (ПФС) выявляют у 37-43% пациентов в возрастной группе старше 40 лет. Они в два раза чаще приводят к снижению уровня физической активности, чем изолированное поражение бедренно-большеберцового сочленения (Кудашев Д.С. и соавт., 2023; Kulkarni S.G. et al., 2022).

У 60% пациентов с ПФА, не получавших адекватного лечения, отмечают быстрое прогрессирование остеоартроза коленного сустава. До 50% пациентов с изолированным ПФА через 5 лет наблюдений переходят в категорию больных с тяжёлым гонартрозом, сопровождающимся вовлечением в патологический процесс всех отделов сустава. Актуальность проблемы обусловлена также трудностью ранней диагностики ПФА и отсутствием консенсуса при выборе тактики патогенетического лечения пациентов (Измалков С.Н. и соавт., 2018; Зуев-Ратников С.Д. и соавт., 2021; Zhou P. et al., 2020).

Ведущими причинами высокой клинической значимости ПФА являются его прогрессивный характер и стойкий болевой синдром, которые приводят к значительному снижению уровня качества жизни больных и длительным срокам их нетрудоспособности, что обуславливает и высокую социально-экономическую значимость патологии (Ахтямов И.Ф. и соавт., 2018; Маланин Д.А. и соавт., 2023).

Степень разработанности темы исследования

У 40% пациентов с ПФА, получавших консервативное лечение, в течение первого года выраженность симптомов возвращается к исходному уровню. Комплексная консервативная терапия оказывается неэффективной в долгосрочной перспективе, поэтому её успешно применяют либо на начальных стадиях развития ПФА, либо в качестве симптоматического лечения (Корнилов Н.Н. и соавт., 2023; Macri E.M. et al., 2021). В основе развития ПФА лежат повреждение или дисбаланс стабилизирующих надколенник структур, аномалии его формы и положения, диспластические изменения. Всё это приводит к мальпозиции надколенника и последующему нарушению траектории его движения в межмышцелковой борозде, что является основным предиктором развития ПФА.

При хирургическом лечении пациентов с ПФА наибольшее распространение получила операция транспозиции бугристости большеберцовой кости (Лазко Ф.Л. и соавт., 2024; Lee S.J. et al., 2021). В то же время наиболее эффективной является группа реконструктивно-пластических комбинированных операций, предусматривающих одномоментную коррекцию патологических изменений и костных, и мягкотканых структур ПФС.

В настоящее время отсутствует единый алгоритм выбора способа оперативного лечения пациентов с ПФА. Существует необходимость индивидуального подхода к выбору способа хирургической реконструкции, направленной на устранение ключевых звеньев деструктивно-дистрофического поражения ПФС.

Цель исследования

Улучшение результатов лечения пациентов с пателлофemorальным артрозом за счёт разработки и внедрения в клиническую практику нового способа хирургической коррекции.

Задачи исследования

1. Провести аналитический обзор литературы и выявить осложнения и недостатки существующих методов лечения пациентов с пателлофemorальным артрозом.
2. Разработать и внедрить в клиническую практику новый биомеханически обоснованный способ оперативного лечения пациентов с пателлофemorальным артрозом.

3. Провести сравнительный анализ результатов хирургического лечения пациентов при выполнении нового и известного способов оперативной коррекции.
4. Оценить эффективность применения нового способа хирургического лечения пациентов с пателлофemorальным артрозом в соответствии с критериями доказательной медицины.
5. Разработать алгоритм выбора патогенетически обоснованного способа хирургического лечения пациентов с пателлофemorальным артрозом.

Научная новизна

Впервые разработан и внедрён в клиническую практику способ хирургического лечения пациентов с пателлофemorальным артрозом (патент РФ на изобретение №2761744 от 13.12.2021).

Обоснована эффективность применения нового способа оперативного лечения в соответствии с критериями доказательной медицины.

Впервые предложен и внедрён в клиническую практику алгоритм выбора патогенетически обоснованного способа хирургического лечения пациентов с пателлофemorальным артрозом.

Теоретическая и практическая значимость работы

Новый способ хирургического лечения пациентов с ПФА позволяет достичь положительных клинико-функциональных результатов в раннем и позднем послеоперационных периодах, что служит основанием для его применения в клинической практике. Выполнение нового способа способствует снижению частоты неудовлетворительных результатов лечения, обеспечивает полноценное восстановление функции коленного сустава и повышение качества жизни пациентов.

Разработанный алгоритм выбора способа хирургического лечения учитывает индивидуальные анатомо-биомеханические особенности коленного сустава пациента с ПФА и обосновывает дифференцированное применение способов оперативной коррекции.

Методология и методы исследования

Методология диссертационного исследования построена на изучении и обобщении данных литературы по вопросу лечения пациентов с ПФА, выявлении биомеханических факторов, инициирующих развитие этой патологии. В соответствии с поставленной целью и сформулированными задачами был

разработан план выполнения всех этапов работы; выбраны объекты и комплекс современных методов исследования. Объектами исследования стали пациенты с ПФА. Были использованы клинические, инструментальные и статистические методы. Статистическую обработку данных проводили с помощью программного обеспечения SPSS Statistics (IBM, США, лицензия №5725-A54) с оценкой результатов на основе базовых критериев доказательной медицины.

Положения, выносимые на защиту

1. Новый способ хирургического лечения пациентов учитывает и корректирует ключевые патологические анатомо-биомеханические изменения в пателлофemorальном сочленении.
2. Применение нового способа оперативного лечения обеспечивает достижение лучших клинико-функциональных результатов у пациентов с пателлофemorальным артрозом по сравнению с транспозицией бугристости большеберцовой кости по J.P. Fulkerson.
3. Предложенный алгоритм учитывает индивидуальные анатомо-биомеханические изменения пателлофemorального сочленения и коленного сустава и позволяет выбрать оптимальный способ хирургического лечения пациента с пателлофemorальным артрозом.

Степень достоверности результатов исследования

Достоверность научных выводов и положений основана на достаточном объёме клинического материала для проведения статической обработки данных с допустимой погрешностью, а также использовании современных методов исследования.

Апробация результатов исследования

Основные положения работы доложены и обсуждены на ежегодных научно-практических конференциях с международным участием: «Аспирантские чтения – 2021: молодые учёные – медицине», «Аспирантские чтения – 2022: молодые учёные – медицине. Технологическое предпринимательство, как будущее медицины. SIMS – 2022: Samara International Medical Science», «Аспирантские чтения – 2023: молодые учёные – медицине. Приоритетные направления науки в достижении технологического суверенитета. SIMS – 2023: Samara International Medical Science» (Самара); I Съезде травматологов-ортопедов Приволжского федерального округа

(Нижний Новгород, 2022); 58-й Научно-практической медицинской конференции «Здоровье в 21 веке – ответственность каждого» (Ульяновск, 2023); Всероссийской научно-образовательной конференции «ЕОФ-Самара-2024» (Самара, 2024); XI Всероссийском Приоровском форуме, посвящённом 100-летию профессора К.М. Сиваша (Москва, 2024).

Внедрение результатов исследования

Новый способ оперативного лечения пациентов с ПФА внедрён в клиническую практику работы травматолого-ортопедических отделений № 1 и № 2 Клиник ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России и ортопедического отделения № 1 ГБУЗ «Самарская областная клиническая больница им. В.Д. Середавина». Результаты исследования используют в учебном процессе на кафедре травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии имени академика РАН А.Ф. Краснова и кафедре травматологии, ортопедии и поликлинической хирургии ИПО ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России.

Личный вклад автора

Личный вклад заключается в разработке автором способа хирургического лечения пациентов с ПФА, проведении анализа современной литературы по теме диссертации, участии в планировании дизайна исследования и контроле его проведения на всех этапах: отборе пациентов, их обследовании, выполнении операций; динамическом наблюдении и сборе данных в послеоперационном периоде, реабилитации больных. Автор принимал участие в проведении статистической обработки и внедрении результатов работы в практическое здравоохранение и учебный процесс.

Связь темы диссертации с планом основных научно-исследовательских работ университета

Работа выполнена в рамках комплексной научно-исследовательской темы кафедры травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии имени академика РАН А.Ф. Краснова ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России: «Диагностика и лечение патологии опорно-двигательной системы, в том числе, с использованием биофизических факторов и биотехнологий, а также персонифицированного подхода к пациенту» (регистрационный номер научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы АААА-А19-111922590099-8, дата регистрации 25.12.2019).

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности 3.1.8. – Травматология и ортопедия: экспериментальная и клиническая разработка и совершенствование методов лечения заболеваний и повреждений опорно-двигательной системы, их последствий, а также предупреждение, диагностика и лечение возможных осложнений.

Публикации по теме диссертации

По материалам диссертационной работы опубликовано 8 научных работ, из них – 3 статьи в ведущих российских научных изданиях, рекомендованных ВАК. Получен 1 патент РФ на изобретение.

Структура и объём диссертации

Работа изложена на 154 страницах машинописного текста, состоит из введения, обзора литературы, трёх глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы, который включает в себя 131 источник, в том числе 66 работ отечественных и 65 зарубежных авторов. Работа иллюстрирована 29 таблицами, 42 рисунками.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Дизайн исследования – рандомизированное проспективно-ретроспективное, одноцентровое, продольное, сплошное, неослепленное, контролируемое в параллельных группах. Был проведен анализ результатов обследования и хирургического лечения 69 пациентов с ПФА, проходивших стационарное лечение в условиях травматолого-ортопедического отделения №2 Клиник ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России в период с 2021 по 2024 годы включительно.

Критериями включения пациентов в исследование стали: возраст от 18 до 60 лет; наличие верифицированного изолированного ПФА II стадии (по T. Iwano); неэффективность ранее проведённой комплексной консервативной терапии; индекс массы тела ≤ 35 кг/м².

Критериями невключения были: Q-угол $> 22^\circ$; значение TT-TG (tibial tuberosity - trochlear groove) > 25 мм; угол латерального наклона надколенника (угол ЛНН) $> 25^\circ$; C и D типы трохлеарной борозды (по D. Dejour); IV тип надколенника (по Wiberg-Baumgartl); хондромалация надколенника 3 и 4 стадий (по R.E. Outerbridge); патологическая антеверсия бедренной кости и ротация

большеберцовой кости; привычные и травматические вывихи, переломы надколенника в анамнезе; остеоартроз коленного сустава или ПФА III и IV стадии (по Т. Iwano); наличие декомпенсированных форм системных и хронических заболеваний; беременность. Критерии исключения не представлены, так как все наблюдавшиеся пациенты завершили исследование.

Первичные конечные точки исследования: показатели шкал, характеризующих общеклинический статус пациентов – ВАШ (визуально-аналоговая шкала, Visual Analogue Scale, VAS), WOMAC (Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index), Kujala (Kujala U.M., Jaakkola L.H., Koskinen S.K., Taimela S., Hurme M., Nelimarkka O., 1993). Вторичные конечные точки: показатели, характеризующие ортопедический статус пациентов – индексы Insall-Salvati, Caton-Deschamps, значение ТТ-TG (tibial tubercle - trochlear groove), углы Q и ЛНН (угол латерального наклона надколенника).

Все пациенты путём простой блоковой рандомизации были разделены на две клинические группы – контрольную и основную, в зависимости от применённого способа оперативного лечения.

В контрольную группу были включены 36 пациентов (52,2%), которым проводили хирургическое лечение с использованием известного способа – транспозиции бугристости большеберцовой кости по J.P. Fulkerson.

В основную группу вошли 33 пациента (47,8%), которым применяли новый способ хирургического лечения (патент РФ на изобретение №2761744 от 13.12.2021). После артроскопической визуализации ПФС и оценки трекинга надколенника выполняли остеотомию бугристости большеберцовой кости с одномоментной антериализацией и медиализацией и, в зависимости от уровня расположения надколенника по высоте, дистализацией или проксимализацией костного фрагмента и его фиксацией к большеберцовой кости. Внесуставно отсекали латеральную и медиальную связки, поддерживающие надколенник, и фиксировали их с помощью анкеров в нижней трети надколенника со степенью натяжения, обеспечивающей его декомпрессию в сагиттальной плоскости.

Информированное добровольное согласие на выполнение вмешательства и участие в исследовании было получено у всех пациентов. Комплексную оценку и сравнительный анализ результатов проводили до операции, через 3, 6 и 12 месяцев

после неё. Результаты, полученные через 3 месяца, рассматривали как ранние, через 6 месяцев – как среднесрочные и через 12 месяцев – как поздние.

На основании полученных данных был разработан тактический алгоритм, позволяющий выбрать патогенетически обоснованный способ хирургической коррекции в зависимости от индивидуальных анатомо-биомеханических особенностей ПФС коленного сустава пациентов с ПФА.

Общая характеристика пациентов. Средний возраст больных, вошедших в исследование, составил $31,5 \pm 9,4$ года. Распределение пациентов по возрасту в группах сравнения представлено в Таблице 1.

Таблица 1 – Распределение пациентов по возрасту в группах сравнения

Возрастная группа	Основная группа	Контрольная группа	Итого, n (%)
До 20 лет	5	6	11 (16,0%)
21-30 лет	10	11	21 (30,4%)
31-40 лет	13	13	26 (37,7%)
41-50 лет	3	4	7 (10,1%)
51-60 лет	2	2	4 (5,8%)
Итого	33	36	69 (100%)

Распределение пациентов по полу было следующим: женщины – 47 (68,1%), мужчины – 22 (31,9%). Статистических отличий по половому и возрастному признаку в клинических группах не было выявлено; группы были сопоставимы по полу ($p = 0,431$) и возрасту ($p = 0,794$).

Оценку клинико-функционального состояния коленного сустава и ПФС проводили до хирургического лечения и после него с помощью визуально-аналоговой шкалы, шкал-опросников WOMAC и Kujala. Сравнение групп пациентов по результатам обследования до операции представлено в Таблице 2. Не было выявлено статистических значимых отличий по степени тяжести ПФА, выраженности болевого синдрома и функциональному состоянию коленного сустава, что позволило объективно оценить результаты лечения пациентов на разных сроках наблюдения.

Таблица 2 – Сопоставимость клинико-функциональных характеристик пациентов исследуемых групп по шкалам WOMAC, ВАШ и Kujala до операции, средние баллы

Группы Показатель	Контрольная группа (n = 36)	Основная группа (n = 33)	p-значение
WOMAC	36,0 (35,0;38,0)	37,0 (36,0;39,0)	0,404
ВАШ	5 (5,0;5,0)	5 (5,0;5,0)	0,748
Kujala	53,5 (52,0;55,5)	54 (52,0;55,0)	0,894

Методы исследования. Клиническое обследование проводили, начиная со сбора анамнеза, жалоб, оценки общего и локального травматолого-ортопедического статусов. Специфическими тестами для верификации ПФА являлись: тест болезненности фасеток надколенника, тест «полуприседания» (на одной конечности), тест на ограничение поднятия латерального края надколенника.

Остальные симптомы были неспецифическими, но их наличие, параллельно с положительными специфическими тестами, подтверждало ПФА: симптом щелкающего надколенника – J - признак, тесты F.W. Bassett, T.J. Fairbanks, Creig, тест угла ротации голени. При выявлении патологических изменений по результатам тестов выполняли КТ нижних конечностей с ротационным профилем. Измерение объёма движений в коленных суставах проводили с помощью угломера.

Оценку интенсивности болевого синдрома осуществляли, используя числовую визуально-аналоговую шкалу. С целью оценки функционального состояния коленного сустава в покое и при физических нагрузках, степени тугоподвижности, стабильности надколенника, мышечного тонуса и болевого синдрома в ПФС, качества жизни пациентов, использовали шкалы-опросники WOMAC и Kujala.

Выполняли рентгенографию поражённого коленного сустава в прямой и боковой проекциях, визуализацию ПФС по методике А.С. Merchant с помощью систем «DEFINIUM 8000», «OEC 9800 Plus» (General Electric Healthcare, США), «PHILIPS BV25E» (Philips, Германия). Постуральную рентгенографию нижних конечностей в прямой проекции в вертикальном положении проводили на аппарате «General Electric HealthCare Optima XR 646» (GE HealthCare, США). Оценивали Q -

угол, индексы Caton-Deschamps, Insall-Salvati до операции и на сроках 3, 6 и 12 месяцев после её выполнения.

КТ коленных суставов проводили всем пациентам с помощью томографа «Toshiba Aquilion 32» (Toshiba, Япония) при толщине среза 1 мм с целью всесторонней оценки морфологических особенностей коленного сустава. На основании данных КТ оценивали расстояние TT-TG и угол ЛНН на сроках 3, 6 и 12 месяцев после операции.

МРТ коленного сустава выполняли на высокопольном томографе «Achieva 1,5 T» (Philips, Германия) до операции и через 12 месяцев после хирургического вмешательства с целью оценки состояния хрящевых структур, конгруэнтности суставных поверхностей, выраженности внутрикостного отёка и динамики послеоперационных изменений.

Статистическую обработку данных осуществляли с помощью лицензионного компьютерного программного обеспечения IBM SPSS Statistics версии 25.0 (США, лицензия №5725-A54). Разработку тактического алгоритма выбора способа операции у больных ПФА проводили с помощью модели машинного обучения DecisionTreeClassifier (Дерево решений) из библиотеки scikit-learn для языка программирования Python 3. Подбор гиперпараметров осуществляли на 5-кратной кросс-валидации с использованием класса GridSearchCV с целью оптимизации метрики ROC AUC. Статистическая обработка данных была проведена в Центре доказательной медицины и биostatистики ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Новый способ хирургического лечения пациентов с ПФА. В клинике и на кафедре травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии имени академика РАН А.Ф. Краснова был разработан новый способ оперативного лечения пациентов с ПФА (патент РФ на изобретение №2761744 от 13.12.2021). Артроскопически визуализировали ПФС, оценивали трекинг надколенника (Рисунок 1). Выполняли остеотомию бугристости большеберцовой кости с одномоментной антериализацией и медиализацией и, в зависимости от уровня расположения надколенника по высоте, дистализацией или проксимализацией костного фрагмента и его фиксацией к большеберцовой кости (Рисунок 2).

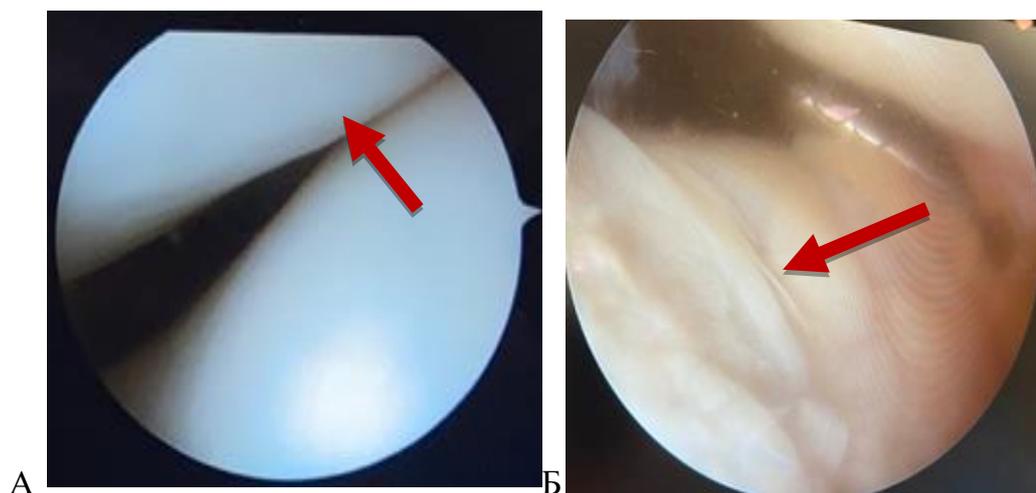


Рисунок 1 – Видеоартроскопическая картина суставных поверхностей надколенника и трохлеарной борозды у пациента с ПФА: А - визуализируется сужение суставной щели в латеральном отделе ПФС; Б - хондромалиция суставной поверхности трохлеарной борозды (указаны стрелками)

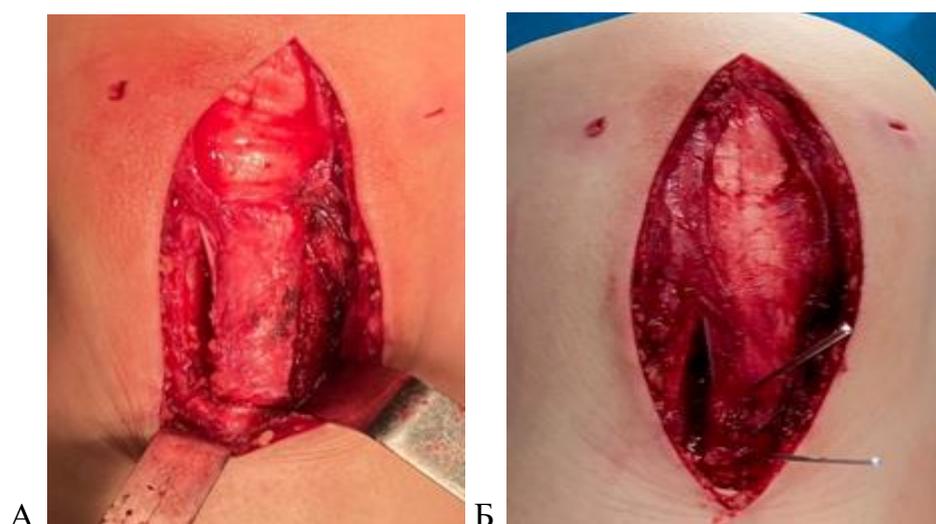


Рисунок 2 – Этапы операции по новому способу: А – вид после остеотомии, Б – остеосинтез перемещённого фрагмента бугристости большеберцовой кости

Металлоостеосинтез фрагмента бугристости большеберцовой кости осуществляли двумя кортикальными винтами в сагиттальной плоскости под контролем электронно-оптического преобразователя. Проводили мобилизацию медиальной и латеральной связок, поддерживающий надколенник. Выполняли прошивание, перемещение и внутрикостную анкерную фиксацию свободных концов отсечённых связок к боковым поверхностям надколенника в нижней трети с

оптимальной степенью натяжения, обеспечивающей анатомическое положение надколенника в сагиттальной и горизонтальной плоскостях и декомпрессию ПФС (Рисунок 3).

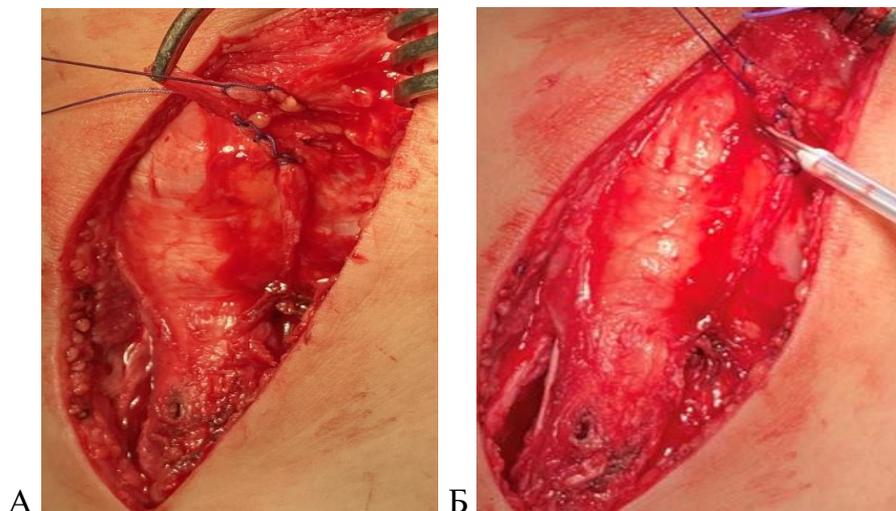


Рисунок 3 – Этапы операции по новому способу: А – мобилизация и прошивание латеральной и медиальной связок, поддерживающих надколенник; Б – анкерная фиксация свободных концов связок к боковым поверхностям надколенника в нижней трети

Проводили контрольную артроскопическую визуализацию ПФС, оценку расположения надколенника в сагиттальной плоскости (коррекцию наклона) и его трекинг во время пассивных движений в суставе. Рану послойно ушивали, накладывали асептическую повязку и иммобилизировали сустав в функциональном шарнирном ортезе в положении полного разгибания.

Таким образом, одномоментная транспозиция бугристости большеберцовой кости в сагиттальной, фронтальной плоскостях и по вертикальной оси в сочетании с мягкотканной коррекцией, позволяли устранить патогенетические факторы, инициирующие развитие и прогрессию ПФА, создать конгруэнтность в ПФС и обеспечить физиологический трекинг надколенника.

Анализ результатов хирургического лечения пациентов групп сравнения

Для объективной оценки эффективности хирургического лечения пациентов с ПФА с применением нового способа (основная группа) и транспозицией бугристости большеберцовой кости по J.P. Fulkerson (контрольная группа) был

проведён сравнительный статистический анализ результатов лечения через 3, 6 и 12 месяцев после вмешательства.

Оценка скованности, болевого синдрома и функционального состояния коленного сустава **по шкале WOMAC** показала выраженную положительную динамику в обеих клинических группах, однако степень улучшения существенно различалась на разных сроках. Через 3 месяца после операции отличия между показателями в группах оказались статистически незначимыми.

Через 6 месяцев выявили отчетливое межгрупповое различие: значимое снижение индекса у пациенты основной группы – 16,0 (15,0;19,0), по сравнению с контрольной группой – 22,5 (18,5;25,0) ($p < 0,001$), что свидетельствовало о статистически достоверном выраженном клинико-функциональном восстановлении нижней конечности у пациентов, которым был применён новый способ операции. Через 12 месяцев тенденция сохранялась – значения по шкале WOMAC достигли 14,5 (11,5;18,0) в контрольной и 9,0 (7,0;12,0) в основной группе, при этом различие также продолжало являться статистически значимым ($p < 0,001$) – Таблица 3.

Таблица 3 – Динамика изменения показателей шкалы WOMAC у пациентов групп сравнения, средние баллы

Признак \ Группы	Контрольная (n = 36)	Основная (n = 33)	р- значение
До лечения	36,0 (35,0;38,0)	37,0 (36,0;39,0)	0,404
3 месяца после операции	30,0 (29,0;31,5)	30,0 (29,0;31,0)	0,794
6 месяцев после операции	22,5 (18,5;25,0)	16,0 (15,0;19,0)	<0,001
12 месяцев после операции	14,5 (11,5;18,0)	9,0 (7,0;12,0)	<0,001

В послеоперационном периоде отмечали значимую регрессию интенсивности болевого синдрома в основной группе. Через 3 месяца у пациентов основной группы: средние значения **ВАШ** в основной группе составили 3 (3,0;4,0), в контрольной группе – 4 (3,0;4,0) ($p = 0,015$). Между группами сохранялось статистически значимое различие. Через 12 месяцев после операции: значение по

шкале ВАШ в основной группе составляло 1 (1,0;2,0), а в контрольной группе – 2 (1,5;3,0) ($p = 0,001$).

Анализ результатов лечения при оценке по шкале Kujala через 3 месяца после оперативного лечения существенных различий между группами не демонстрировал ($p = 0,540$). К 6 месяцу отмечали более значимую разницу: в основной группе показатель изменился до значений 84 (80,0;87,0), а в контрольной до 79 (74,5;83,0), ($p = 0,003$). Тенденция сохранялась через 12 месяцев после вмешательства: 91 (87,0;94,0) в основной и 85,5 (80,0;92,0) в контрольной группах ($p = 0,007$), что свидетельствовало о значимом лучшем восстановлении функционального состояния ПФС в основной группе пациентов уже в среднесрочном периоде наблюдения и последующей положительной динамикой в позднем периоде (Таблица 4).

Таблица 4 – Динамика изменения показателей шкалы Kujala у пациентов групп сравнения, средние баллы

Период \ Группы	Контрольная группа (n = 36)	Основная группа (n = 33)	p-значение
До лечения	53,5 (52;55,5)	54 (52;55)	0,894
3 месяца после операции	59 (57;61)	59 (58;61)	0,540
6 месяцев после операции	79 (74,5;83)	84 (80;87)	0,003
12 месяцев после операции	85,5 (80;92)	91 (87;94)	0,007

При анализе данных инструментальных методов исследования было получено следующее. Исходные значения индекса Insall-Salvati в контрольной и основной группах были сопоставимы – медиана 1,6 (1,0;1,7) и 1,6 (1,1;1,7) соответственно ($p = 0,976$), что указывало на однородность групп по данному параметру. Через 3 месяца после операции наблюдали статистически значимое снижение индекса в основной группе до 1,1 (1,0;1,3) в отличие от контрольной, где показатель практически не изменился – 1,5 (1,0;1,7), $p = 0,006$. Аналогичная тенденция сохранялась на 6 и 12 месяцах после операции ($p = 0,006$), что отражало отсутствие изменения положения высоты надколенника.

Анализ исходных показателей **индекса Caton-Deschamps** в контрольной и основной группах демонстрировал сопоставимость: 1,3 (1,0;1,4) и 1,3 (1,1;1,4) соответственно ($p = 0,762$), что подтверждало однородность групп по данному параметру. В контрольной группе статистически значимых изменений индекса в течение всех периодов наблюдения не было выявлено (общее изменение $p = 0,786$), показатели оставались стабильными на уровне 1,3 (1,0;1,4).

В основной группе отмечали статистически значимое снижение индекса уже на 3 месяце после операции до 1,0 (1,0;1,2) ($p = 0,004$) и сохранялось на 6 и 12 месяцах ($p = 0,003$), что указывало на устойчивость достигнутого эффекта и демонстрировало отсутствие потери коррекции в послеоперационном периоде.

Анализ исходных значений расстояния **ТТ-ТГ** не выявил статистически значимой разницы между контрольной и основной группами: 22 мм (21,0;23,0) и 22 мм (21,0;23,0) соответственно ($p = 0,456$), что свидетельствовало о сопоставимости групп сравнения. В обеих клинических группах наблюдали статистически значимое снижение значений ТТ-ТГ после операции без статистически значимых различий.

До операции значения **угла Q** в группах были сопоставимыми и не имели статистически значимых различий: 14° (12,5;16,0) и 15° (13,0;16,0), $p = 0,482$. После операции в обеих группах наблюдали статистически значимое снижение угла Q уже к 3 месяцу ($p_{до-р3мес} < 0,001$), которое сохранялось на протяжении всего наблюдения без статистически значимых различий в группах.

Значения **угла латерального наклона надколенника ЛНН** до операции в группах статистически значимо не различались и составляли 17° (16,0;18,5) и 17° (16,0;19,0), $p = 0,340$. В послеоперационном периоде наблюдали достоверное снижение показателя в обеих группах к 3 месяцу ($p_{до-р3мес} < 0,001$), без значимых изменений на следующих сроках.

Оценка эффективности нового способа хирургического лечения

Эффективность результатов лечения оценивали через 12 месяцев на основании критериев данных шкал-опросников ВАШ, WOMAC, Kujala, выделяя благоприятный и неблагоприятный исходы лечения (Таблица 5).

Сравнительный анализ данных продемонстрировал различия ключевых показателей эффективности применения способа медиализации бугристости

большеберцовой кости по J.P. Fulkerson и нового способа оперативного лечения пациентов с ПФА (Таблица 6).

Таблица 5 – Критерии оценки исходов лечения через 12 месяцев после операции

Исход Показатель, баллы	Благоприятный	Неблагоприятный
ВАШ	≤ 3	> 3
WOMAC	≤ 20	> 20
Kujala	≥ 70	< 70

Таблица 6 – Оценка эффективности нового способа лечения пациентов через 12 месяцев после операции по данным шкал-опросников ВАШ, WOMAC, Kujala

Группы	Исход лечения		Итого
	1 – благоприятный	0 – неблагоприятный	
Основная	28	5	33
Контрольная	22	14	36
Итого	50	19	69

Значения ключевых показателей эффективности хирургического вмешательства: частота благоприятных исходов лечения в основной группе (ЧИЛ) – 84,8%; частота благоприятных исходов лечения в контрольной группе (ЧИК) – 61,1%; снижение относительного риска (COR) – 38,8%; снижение абсолютного риска (CAR) – 23,7%; число пациентов, нуждающихся в проведении предложенного метода (ЧБНЛ) – 4; отношение шансов (ОШ) – 3,56 [95% ДИ 1,11-11,41]; уровень значимости $p = 0,032$.

Таким образом, полученные результаты убедительно продемонстрировали, что разработанный способ хирургического лечения пациентов с ПФА обладает высокой клинической результативностью и статистической обоснованностью. Его применение позволило достоверно улучшить исходы лечения, снизить риск неблагоприятных результатов и повысить общую эффективность хирургической

коррекции ПФА по сравнению с выполнением транспозиции бугристости большеберцовой кости по J.P. Fulkerson.

Тактический алгоритм выбора способа оперативного лечения

Ретроспективно, на основании анализа анатомо-биомеханических параметров у пациентов основной и контрольной групп с благоприятными клиническими исходами через 12 месяцев наблюдения был разработан тактический алгоритм выбора оптимального способа операции у больных с ПФА. Были определены диапазоны минимальных и максимальных величин значимых анатомо-функциональных показателей, при которых применённые способы лечения демонстрировали наилучшую эффективность.

Всего в наборе данных для разработки алгоритма выбора способа лечения были включены данные 44 пациентов: по 22 пролеченных каждым из способов. В качестве критериев отбора был сформирован сбалансированный набор значений по ключевым анатомо-биомеханическим параметрам: индексы Insall-Salvati, Caton-Deschamps, расстояние TT-TG, угол Q, угол латерального наклона надколенника.

Разработку алгоритма выбора метода лечения проводили совместно с экспертами Центра доказательной медицины и биостатистики ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России с использованием модели машинного обучения DecisionTreeClassifier (Дерево решений) из библиотеки scikit-learn для языка программирования Python 3. По данным кросс-валидации алгоритм имел удовлетворительное качество по целевой метрике ROC AUC = 0,63. ROC AUC отражает практическую значимость алгоритма в его дискриминационной способности – умении корректно различать пациентов, для которых тот или иной метод лечения имеет наибольшую вероятность благоприятного исхода.

Дополнительными показаниями для проведения операций у пациентов с ПФА являлись: II стадия ПФА по T. Iwano; типы A и B трохлеарной борозды по классификации Dejour; I-III типы надколенника по классификации Wiberg-Baumgartl. На основании выявленных и подтверждённых кросс-валидацией параметров эффективных диапазонов минимальных и максимальных значений ключевых анатомических и биомеханических параметров у пациентов основной и контрольной групп был предложен алгоритм выбора оптимального способа

оперативного лечения пациентов с ПФА, блок-схема которого представлена на Рисунке 4.

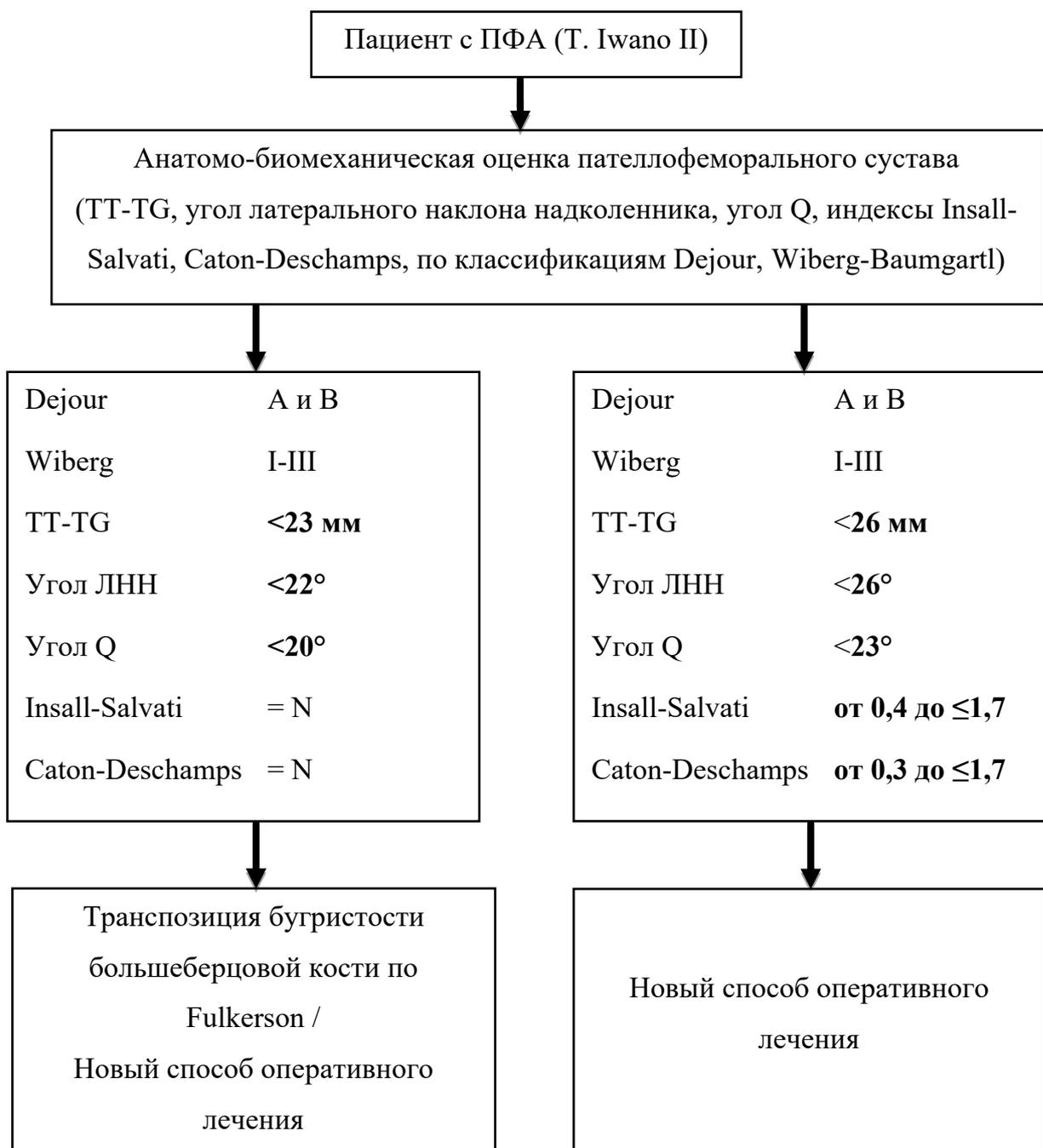


Рисунок 4 – Блок-схема алгоритма выбора оптимального способа оперативного лечения пациентов с ПФА

В соответствии с разработанным алгоритмом выполнение медиализации бугристости большеберцовой кости по J.P. Fulkerson эффективно при следующих значениях анатомо-биомеханических параметров у пациента: ТТ-TG < 23 мм; угол

латерального наклона надколенника $< 22^\circ$; угол Q $< 20^\circ$; индексы Insall-Salvati и Caton-Deschamps в пределах нормы.

Показания к применению нового способа расширяются за счёт его эффективности в более широких диапазонах анатомо-биомеханических параметров: TT-TG < 26 мм; угол ЛНН $< 26^\circ$; угол Q $< 23^\circ$; индексы Insall-Salvati от 0,4 до 1,7 и Caton-Deschamps от 0,3 до 1,7.

Широкий диапазон эффективности применения нового способа по сравнению с медиализацией бугристости большеберцовой кости по J.P. Fulkerson позволяет корректировать выраженные анатомо-биомеханические нарушения ПФС – латерализацию надколенника и бугристости большеберцовой кости, изменение угла тракции четырёхглавой мышцы и высоты надколенника, что особенно важно при комплексных нарушениях биомеханики. Предложенный тактический алгоритм является обоснованным инструментом индивидуализации хирургической тактики у пациентов с пателлофemorальным артрозом.

ВЫВОДЫ

1. В хирургическом лечении пациентов с ПФА наибольшее распространение получили операции, которые не предусматривают коррекции всех звеньев патогенеза заболевания и сопровождаются такими осложнениями, как развитие артрофиброза (8-11%), прогрессирование ПФА, сопровождающееся увеличением интенсивности болевого синдрома в переднем отделе коленного сустава (8-10%), дискомфорт в области установленных фиксаторов, требующий их удаления (6-15%).

2. Разработан новый способ оперативного лечения пациентов с ПФА, заключающийся в артроскопической визуализации ПФС и оценке трекинга надколенника, остеотомии бугристости большеберцовой кости с одномоментной антериализацией, медиализацией и, в зависимости от уровня расположения надколенника, дистализацией или проксимализацией костного фрагмента и его фиксацией; внесуставном отсечении латеральной и медиальной связок, поддерживающих надколенник и их повторной анкерной фиксации в нижней трети надколенника со степенью натяжения, обеспечивающей его декомпрессию в сагиттальной плоскости.

3. Сравнительный анализ результатов хирургического лечения пациентов новым и известным способом транспозиции бугристости большеберцовой кости по J.P. Fulkerson показал их статистически значимую разницу по данным шкал WOMAC и Kujala через 12 месяцев после вмешательства: 14,5 (11,5;18,0) баллов и 9,0 (7,0;12,0) баллов ($p < 0,001$); 85,5 (80;92) баллов и 91 (87;94) балл ($p < 0,007$) соответственно.

4. Новый способ хирургического лечения пациентов с пателлофemorальным артрозом эффективен и обеспечивает через 12 месяцев после операции частоту благоприятных исходов лечения – 84,8%, снижение относительного риска неблагоприятного исхода – 38,8%, снижение абсолютного риска – 23,7% с отношением шансов – 3,56 [95% ДИ 1,11 - 11,41] и уровнем значимости $p = 0,032$.

5. Разработанный тактический алгоритм позволяет выбрать патогенетически обоснованный оптимальный способ хирургической коррекции в зависимости от индивидуальных анатомо-биомеханических особенностей коленного сустава пациентов с пателлофemorальным артрозом.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. С целью достижения точной коррекции изменений пателлофemorального сочленения при выполнении операции необходимо учитывать следующие анатомо-биомеханические параметры: расстояние ТТ-TG, индексы Caton-Deschamps, Insall-Salvati, угол Q и угол ЛНН.

2. Для оценки положения надколенника, состояния значимых анатомических структур и сопутствующих внутрисуставных изменений рекомендуется выполнение видеоартроскопического этапа операции.

3. Для выбора оптимального способа хирургического лечения пациентов с ПФА в зависимости от индивидуальных ключевых анатомо-биомеханических параметров коленного сустава рекомендовано использовать разработанный алгоритм.

4. Выполнение медиализации бугристости большеберцовой кости по J.P. Fulkerson эффективно при следующих значениях анатомо-биомеханических параметров: ТТ-TG < 23 мм; угол латерального наклона надколенника < 22°; угол Q < 20°; индексы Insall-Salvati и Caton-Deschamps в пределах нормы.

5. Применение нового способа хирургического лечения пациентов с ПФА возможно при следующих значениях анатомо-биомеханических параметров: TT-TG < 26 мм; угол латерального наклона надколенника < 26°; угол Q < 23°; индекс Insall-Salvati от 0,4 до 1,7 и индекс Caton-Deschamps от 0,3 до 1,7.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Перспективы дальнейшей разработки темы могут состоять в углублении индивидуализированного подхода, заключающегося в применении интраоперационной компьютерной навигации и технологий дополненной реальности, что позволит повысить точность позиционирования резекционных блоков при остеотомии и транспозиции бугристости большеберцовой кости; в использовании функциональной мультиспиральной КТ и МРТ с нагрузкой для детальной оценки кинематики надколенника; внедрении индивидуальных программ до- и послеоперационной реабилитации пациентов с пателлофemorальным артрозом.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Боль в медиальном отделе коленного сустава – дифференциальная диагностика / Г.П. Котельников, Ю.В. Ларцев, Д.С. Кудашев, С.Д. Зуев-Ратников, И.С. Шорин, В.Г. Асатрян, В.А. Никоноров // Материалы международной научно-практической конференции «Илизаровские чтения» – Курган, 2021. – С. 153-155.

2. Интраоперационная оценка коленного сустава у пациентов с остеоартрозом и внутрисуставным введением глюкокортикостероидов / Г.П. Котельников, Ю.В. Ларцев, Д.С. Кудашев, С.Д. Зуев-Ратников, И.С. Шорин, В.Г. Асатрян, В.А. Никоноров // Материалы международной научно-практической конференции «Илизаровские чтения» – Курган, 2021. – С. 155-156.

3. Оперативное лечение остеоартроза пателлофemorального сочленения / Д.С. Кудашев, И.С. Шорин, В.Г. Асатрян // Материалы международной научно-практической конференции «Илизаровские чтения» – Курган, 2021. – С. 161-162.

4. Сравнительный анализ результатов консервативного лечения пациентов с артрозом пателлофemorального сочленения / В.Г. Асатрян, С.Д. Зуев-Ратников, И.С. Шорин // Аспирантские чтения - 2021: молодые ученые - медицине: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Самара, 13–14 октября 2021 года / Под редакцией А.В. Колсанова и

Г.П. Котельникова. – г. Самара: Общество с ограниченной ответственностью "СамЛюксПринт", 2021. – С. 6-9.

5. Сравнительный анализ результатов оперативного лечения пациентов с пателлофemorальным артрозом / В.Г. Асатрян // Аспирантские чтения - 2022: Молодые ученые - медицине. Технологическое предпринимательство как будущее медицины: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Самара, 23 ноября 2022 года. – Самара: ООО "Полиграфическое объединение "Стандарт", 2023. – С. 9-12.

6. Патогенетические и клинические аспекты остеоартроза и остеоартроз-ассоциированных дефектов хряща коленного сустава с позиций представлений о роли субхондральной кости / Г.П. Котельников, Ю.В. Ларцев, Д.С. Кудашев, С.Д. Зуев-Ратников, В.Г. Асатрян, Н.Д. Щербатов // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2023. – Т. 30, № 2. – С. 219-231.

7. Наш опыт применения костно-хрящевой аутопластики в лечении пациентов с остеохондральными дефектами надколенника / Г.П. Котельников, Ю.В. Ларцев, Д.С. Кудашев, Д.А. Долгушкин, С.Д. Зуев-Ратников, Н.Д. Щербатов, В.Г. Асатрян // Медико-фармацевтический журнал «Пульс». – 2023. – Vol. 25, № 9. – Р. 26-32.

8. Наш опыт применения нового способа оперативного лечения пателлофemorального артроза / Г.П. Котельников, Д.С. Кудашев, С.Д. Зуев-Ратников, В.Г. Асатрян, Н.Д. Щербатов // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2023. – № 4. – С. 62-69.

ОБЪЕКТЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

1. Способ лечения больных с пателлофemorальным артрозом / Г.П. Котельников, Ю.В. Ларцев, Д.С. Кудашев, С.Д. Зуев-Ратников, А.В. Шмельков, В.Г. Асатрян // Патент РФ на изобретение № 2761744 С1, 13.12.2021г. Заявка № 2021107375 от 19.03.2021г.