

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н. И. ПИРОГОВА»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

Семенов Андрей Всеволодович

**МАЛОИНВАЗИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ РАССЕКАЮЩЕГО ОСТЕОХОНДРИТА
ОБЛАСТИ КОЛЕННОГО СУСТАВА У ДЕТЕЙ**

3.1.11 – детская хирургия

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

Научный руководитель:
доктор медицинских наук,
профессор **Выборнов Д. Ю.**

Москва 2023 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	11
1.1. Определение и эпидемиология рассекающего остеохондрита.....	11
1.2. Этиология рассекающего остеохондрита.....	13
1.3. Патогенетический механизм и стадийность РО.....	16
1.4. Клиническая картина и физикальное обследование	18
1.5. Инструментальная диагностика	21
1.6. Консервативное лечение.....	28
1.7. Хирургическое лечение.....	31
1.7.1. Хирургическое лечение ранних стадий РО.....	32
1.7.2. Хирургическое лечение поздних стадий РО.....	35
1.8. Биостимуляция репарации костной и хрящевой тканей.....	38
1.8.1. Плазма, обогащенная тромбоцитами – общая характеристика...	39
1.8.2. Клиническое применение PRP.....	41
1.8.3. PRP в лечении рассекающего остеохондрита.....	42
Глава 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ	45
2.1. Общая характеристика наблюдений.....	45
2.2. Методы клинической диагностики	45
2.3. Методы инструментальной диагностики.....	45
2.3.1. Рентгенография коленного сустава	46
2.3.2. Компьютерная томография коленного сустава	48
2.3.3. Магнитно-резонансная томография коленных суставов	50
2.3.4. Артроскопия коленного сустава	55
2.4. Рабочая классификация наблюдений.....	56
2.5. Технологии хирургического лечения.. ..	58
2.6. Статистическая обработка данных	65
2.7. Протокол послеоперационного наблюдения.....	67
2.8. Оценка результатов лечения.....	68
2.8.1. Оценка результатов по клиническим шкалам.....	68
2.8.2. Оценка результатов по шкале МРТ.....	70
2.8.3. Критерии выздоровления.....	77
Глава 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ	82
3.1. Общая характеристика наблюдений	82
3.2. Результаты инструментального обследования.....	87
3.2.1. Рентгенография коленного сустава	87
3.2.2. КТ коленного сустава	90
3.2.3. МРТ коленного сустава.....	92
3.2.4. Артроскопия коленного сустава	93

3.2.5. Сравнительная характеристика инструментальных методов диагностики.....	96
3.3 Распределение пациентов по клиническим группам.....	98
Глава 4. МЕТОДЫ КОМПЛЕКСНОГО ЛЕЧЕНИЯ	99
4.1 Протокол лечения РОМБК.....	99
4.2 Дизайн исследования.....	101
4.3 Тактика оперативного лечения.....	102
4.4 Лечение в послеоперационном периоде.....	119
Глава 5. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛЕЧЕНИЯ	121
5.1 Сравнительная характеристика групп исследования.....	121
5.2 Сравнение эффективности операций.....	126
5.2.1 Сравнение операций по базовым параметрам.....	126
5.2.2 Инструментальная диагностика динамики репаративных процессов в очаге РОМБК.....	128
5.2.3 Оценка динамики клинической симптоматики.....	133
5.3 Критерии выздоровления.....	139
5.4 Анализ рецидивов и осложнений.....	140
5.5 Подгрупповой анализ.....	144
5.6 Обсуждение результатов.....	146
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	155
ВЫВОДЫ	169
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	171
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	173
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	174
ПРИЛОЖЕНИЯ	193

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования

Рассекающий остеохондрит (РО) – это приобретенное, потенциально обратимое повреждение субхондральной кости, приводящее к ее отслоению и секвестрации отдельно или вместе с суставным хрящом с возможным формированием свободного костно-хрящевого фрагмента [140]. Актуальность исследований в области диагностики и лечения РО диктуется целым рядом факторов.

Заболевание чаще всего встречается у подростков-спортсменов [212]. За последние годы количество подростков, занимающихся спортом на профессиональном уровне, значительно возросло [124]. Длительное лишение детей социальных контактов на фоне домашнего обучения, связанного с необходимостью снятия опорной нагрузки с конечности при лечении рассекающего остеохондрита мыщелков бедренных костей (РОМБК), может приводит к развитию психических расстройств и социальной дезадаптации в более позднем возрасте [73].

Несмотря на множество опубликованных рентгенологических [7], МРТ-классификаций [66, 205], артроскопических классификаций очагов РО [40, 95], лишь немногие могут применяться в клинической практике для выбора той или иной методики оперативного лечения РО, а наиболее применимыми в практике признаны артроскопическая классификация Общества по изучению рассекающего остеохондрита (ROCK) [40] и МРТ-классификация нестабильности очагов РО [104], в которой признаки по отдельности имеют низкую специфичность в детской популяции. Вторая и третья рентгенологические стадии РОМБК по классификации Ф.Х.Баширова (1973) и A. De Backer et al. (1983) имеют сходства между собой, при этом суставной хрящ по периферии очага может быть как поврежденным, так и интактным. При повреждении суставного хряща очаг считается нестабильным. Нестабильные очаги РОМБК с сохраненным контактом между фрагментом и материнской костью приводят к гораздо большей частоте осложнений в

отдаленном периоде, а именно к развитию раннего артроза коленного сустава с частотой до 51% и необходимости артропластики в 11% случаев [177]. Стабильные очаги имеют гораздо меньшую частоту развития раннего артроза (6%) и необходимости замены сустава (3%) в отдаленном периоде [84]. Таким образом, ранняя диагностика и точное определение состояния суставного хряща очага РОМБК критически необходимо для улучшения прогноза при лечении пациента.

В настоящее время нет единого мнения о сроках и методах послеоперационного наблюдения за пациентами, возможных сроках возврата к спортивной активности [140]. В литературе имеется лишь одна валидизированная шкала оценки заживления очага РО, основанная на рентгенографии коленного сустава, однако последняя сопряжена с рентгенологической нагрузкой на пациента, помимо этого не до конца изучена ее корреляция с клиническими шкалами оценки результатов лечения РО [207].

Несмотря на развитие ортобиологии, в рамках которой применяются аутологичные препараты, обладающие биологической активностью и позволяющие ускорить регенерацию различных клеток и тканей [102], в литературе крайне мало публикаций, посвященных применению методик биологической стимуляции репарации в очаге рассекающего остеохондрита. Единичные публикации, посвященные применению плазмы, обогащенной тромбоцитами, при лечении рассекающего остеохондрита, относятся к взрослой популяции [176, 184]. Применение методики при лечении рассекающего остеохондрита у детей, показания – отсутствуют.

Цель исследования

Улучшение результатов лечения детей с рассекающим остеохондритом мыщелков бедренной кости путем разработки алгоритма использования малоинвазивных оперативных вмешательств и применения биологической стимуляции процессов регенерации.

Задачи исследования

1. Разработка комплексного диагностического протокола при рассекающем остеохондрите мыщелков бедренных костей у детей. Определение интегральных значений стабильности зоны аваскулярного некроза.
2. Оценка результатов новой методики лечения рассекающего остеохондрита мыщелков бедренной кости у детей с применением технологий биологической стимуляции репаративного остео- и хондрогенеза плазмой, обогащенной тромбоцитами.
3. Определение показаний к применению комплексного лечения рассекающего остеохондрита мыщелков бедренной кости у детей с использованием технологии биостимуляции плазмой, обогащенной тромбоцитами.
4. Разработка оценочных критериев репаративного ремоделирования зоны остеонекроза на основании магнитно-резонансной томографии.
5. Сравнительная оценка результатов лечения рассекающего остеохондрита мыщелков бедренной кости у детей по новой технологии со стандартными методиками

Материал и методы исследования

В работе проанализированы результаты лечения 119 детей с рассекающим остеохондритом мыщелков бедренной кости, проходивших лечение в ДГКБ им. Н. Ф. Филатова с 2007 по 2022 годы от 7 до 17 лет. Проведение диссертационного исследования одобрено локальным этическим комитетом ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава РФ (выписка из протокола заседания ЛЭК №194 от 16 марта 2020 года, экспертное заключение от 13 января 2023 года).

Научная новизна

Разработана и применена новая комплексная малоинвазивная технология лечения РОМБК с использованием артроскопически-ассистированных множественных антеградных реваскуляризирующих остеоперфораций в сочетании

с внутриочаговым введением плазмы, обогащенной тромбоцитами (PRP). Получен патент «Способ лечения стабильного рассекающего остеохондрита у детей» RU 2778386C2, заявлен 3.10.2020, опубликован 25.04.2022, приоритет 23.10.2020.

Разработаны показания к применению новой методики лечения ранних стадий рассекающего РОМБК у детей. Определены показания к применению внутрисуставного введения PRP в сочетании со стандартными трансхондральными остеоперфорациями очага РО.

Предложена шкала оценки результата репарации в очагах РО остеохондрита по данным МРТ. Доказана надежность применения шкалы в клинической практике для оценки результатов остео- и хондрогенеза в очаге некроза и для прогнозирования результата лечения РО.

Практическая значимость

Разработанная методика антеградных остеоперфораций с введением PRP внутрь очага РО позволяет сократить сроки лечения в 1,8 раз по сравнению со стандартной методикой трансхондральных остеоперфораций и приводит к более быстрому возврату пациента к полной активности.

Новая классификация оценки заживления очагов РО по МРТ позволяет комплексно оценивать все структурные особенности очага РО в динамике и объективизировать сроки возможной реабилитации пациентов с восстановлением полноценной физической активности.

Шкала МРТ-оценки очага в предоперационном периоде позволяет прогнозировать результаты лечения РОМБК у детей, имеет высокую степень надежности и применима в клинической практике.

Шкала МРТ-оценки очага в предоперационном периоде позволяет прогнозировать результаты лечения РОМБК у детей, имеет высокую степень надежности и применима в клинической практике.

Положения, выносимые на защиту

В диагностике РОМБК у детей помимо выявления патогномоничных структурных изменений в мышелке бедренной кости важным является оценка структуры суставного хряща на основании магнитно-резонансной томографии для определения степени стабильности очага.

Предоперационная оценка очага РО по признакам нестабильности и 100-балльной шкале МРТ позволяет определить рациональную методику оперативного вмешательства.

Предложенная методика антеградных остеоперфораций очага РО с введением PRP через сформированный костный канал при соблюдении показаний к ее применению приводит к наиболее быстрой регенерации в очаге РОМБК и наиболее быстрому возврату пациента к полноценной физической активности.

При нестабильных стадиях РО у детей с сохраненной конгруэнтностью остеохондрального фрагмента фиксация его винтами с внутрисуставным введением плазмы, обогащенной тромбоцитами (PRP), обеспечивает хороший интегративный эффект стабилизации остеохондрального секвестра с восстановлением функции коленного сустава.

Внедрение в практику

Малоинвазивная технология лечения РОМБК с использованием артроскопически-ассистированных множественных антеградных реваскуляризирующих остеоперфораций в сочетании с внутрifoчаговым введением плазмы, обогащенной тромбоцитами (PRP), внедрена в работу отделения травматологии и ортопедии ГБУЗ ДГКБ имени Н.Ф. Филатова ДЗ города Москвы, отделения травматологии и медицины катастроф ГБУЗ НИИ НДХиТ ДЗМ, а также в образовательный процесс обучения студентов, интернов, ординаторов и аспирантов кафедры детской хирургии педиатрического факультета ФГАОУ ВО

РНИМУ им. Н.И. Пирогова Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Публикации

Результаты исследования изложены трёх публикациях в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень рекомендуемых ВАК. Получен патент «Способ лечения стабильного рассекающего остеохондрита у детей» RU 2778386С2, заявлен 3.10.2020, опубликован 25.04.2022, приоритет 23.10.2020.

Апробация работы

Основные положения диссертации доложены на: VI образовательном форуме детских хирургов России с международным участием (г. Москва, 30.10.2020), Конференции молодых ученых «Будущее детской ортопедии» на английском языке (НМИЦ ДТО им. Г.И. Турнера, Санкт-Петербург, 2021), VII образовательном форуме детских хирургов России с международным участием (Москва, 21,22,23 октября 2021 года), Московской школе детского травматолога-ортопеда им. В.П. Немсадзе (Заседание от 27.10.2021), V Международный конгресс ассоциации ревмоортопедов (Москва, 2021). Апробация диссертации проведена 5 мая 2022 года на совместном заседании сотрудников кафедры детской хирургии ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова и больницы в ГБУЗ ДГКБ им. Н.Ф. Филатова. Присутствовали на заседании 50 человек. Результаты голосования: «за» - 50, «против» - нет, «воздержалось» - нет, протокол заседания №5 от 5 мая 2022 года.

Личный вклад

Автор сформулировал цель и задачи исследования, разработал методику проведения исследования и составил его дизайн. Соискатель является одним из разработчиков новой методики лечения рассекающего остеохондрита путем антеградных остеоперфораций с введением PRP в очаг по костному каналу. Диссертант

самостоятельно выполнял приготовление всех растворов PRP. Автор научно обосновал выводы и практические рекомендации, сформулировал по результатам анализа алгоритм диагностики, лечения и послеоперационного наблюдения за пациентами с рассекающим остеохондритом мыщелков бедренной кости (вклад 100%). Принимал участие в операциях и самостоятельно выполнял некоторые оперативные вмешательства.

Соответствие диссертации паспорту научных специальностей

Научные положения, изложенные в диссертации, полностью соответствуют паспорту специальности 3.1.11 – детская хирургия. Результаты проведенного исследования соответствуют области исследования специальности 3.1.11 – детская хирургия, согласно пунктам 1, 2, 3.

Объем и структура работы

Диссертация изложена на 207 страницах текста и содержит введение, 5 глав, посвященных: обзору литературы, материалам и методам исследования, данным собственного исследования, результатам лечения, обсуждению результатов, а также: общее заключение, выводы, практические рекомендации, список сокращений и условных обозначений, список используемой литературы, приложения. Работа иллюстрирована 80 рисунками, 24 таблицами. Указатель использованной литературы содержит 220 источников, из них 208 иностранных и 12 отечественных авторов.

Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Определение и эпидемиология рассекающего остеохондрита

Термин рассекающий остеохондрит был впервые упомянут Ф. Кенигом в 1888 году в качестве одной из причин остеохондральных повреждений медиального мыщелка бедренной кости с формированием свободных костно-хрящевых фрагментов [109]. С тех пор в литературе встречается множество различных определений данного патологического состояния. Наиболее часто используемым до недавнего времени считалось следующее определение: рассекающий остеохондрит – это сепарация участка хряща и субхондральной кости [182]. Однако в данном определении недостаточно отражены две важные характеристики заболевания: его стадийность, а также его этиология и патофизиология. Позднее в результате подробного изучения заболевания сформировалась наиболее полная его нозологическая характеристика.

Рассекающий остеохондрит – это приобретенное, потенциально обратимое повреждение субхондральной кости, приводящее к ее отслоению и секвестрации отдельно или вместе с суставным хрящом с возможным формированием свободного костно-хрящевого фрагмента [108]. Данное определение наиболее полно описывает стадийность заболевания, его обратимость на ранних стадиях, а также первичность поражения субхондральной кости и возможность сохранения хряща интактным.

По данным наиболее значимых эпидемиологических исследований рассекающего остеохондрита последний встречается с частотой от 2,3 до 31,6 на 100000 с выраженными возрастными колебаниями и преобладанием заболевания у подростков-спортсменов [103, 122, 180]. Пик заболеваемости отмечен в возрасте 12-19 лет включительно (в среднем в возрасте 15 лет), когда частота встречаемости заболевания составляет 11,2 на 100000 пациентов, тогда как в возрасте 6-11 лет частота составляет всего 6,8 на 100000 пациентов [103]. Заболевание поражает мальчиков до 4 раз чаще девочек [103].

Течение заболевания во время подросткового периода отличается от такового во взрослом периоде. Во-первых, изучаемое патологическое состояние может развиваться бессимптомно и приводить к клинической симптоматике лишь на поздних стадиях, причём сами симптомы могут быть слабовыраженными. Во-вторых, в значительной степени затруднена диагностика РО. Используемая в настоящее время рентгенологическая классификация не позволяет в полной мере оценить все компоненты остеохондрального повреждения – костную и хрящевую составляющие. Казалось бы, в современном периоде в арсенале врача есть множество точных методик неинвазивной диагностики – МРТ является ярким примером таковых. Однако у растущего ребенка с продолжающейся оссификацией вторичных центров окостенения происходит ряд последовательных изменений рентгенологической картины участков фронта оссификации в виде появления нерегулярности, «изъеденности», изменений по типу «акульих зубов» или «паззла» [97]. Совокупность запоздалой клинической симптоматики, а также сходства между картиной нормального развития точек окостенения и очагов РО на МРТ, затрудняют диагностику рассекающего остеохондрита как нозологической формы, не говоря о подборе тактики лечения. Ювенильные формы рассекающего остеохондрита у детей с открытыми зонами роста кости обладают большей потенциальностью к излечению консервативными методиками [83]. Однако не будем забывать, что подростки-спортсмены зачастую пренебрегают рекомендациями врачей по ограничению физической нагрузки, продолжая заниматься спортом на профессиональном уровне. До сих пор не существует единого мнения о тактике лечения рассекающего остеохондрита у подростков: не разработан алгоритм применения той или иной операции на ранней стадии РОМБК [157], когда ещё не произошло секвестрации остеохондрального фрагмента, хотя именно такие стадии заболевания в подростковом периоде встречаются чаще всего.

Неверный выбор тактики в связи с трудностями диагностики, быстрое течение заболевания вкупе с пренебрежением рекомендаций врача может приводить к катастрофическим для последующей жизни ребенка последствиям: в результате отрыва костно-хрящевого фрагмента формируется полнослойный

хрящевой или костно-хрящевой дефект, в результате которого в более позднем возрасте формируется ранний артроз коленного сустава: при удалении фрагмента частота его может достигать 70% через 30 лет после операции [177]. Безусловно, существует ряд технологически и биологически сложных процедур восстановления хряща в зоне дефекта, однако известно, что их применение в детском возрасте ограничено и не рекомендуется [4].

Все вышеупомянутые факты свидетельствуют о том, что в настоящее время до сих пор не разработан протокол диагностики и тактика лечения детей с рассекающим остеохондритом, которая бы приводила к полному ремоделированию костной ткани и сохранению хрящевого покрова мыщелков бедренной кости интактным.

1.2 Этиология рассекающего остеохондрита

До 2000 года большинство авторов отстаивали биологическую теорию возникновения остеохондрита, с 2000 по настоящее время - механическую [32]. Для правильного подхода к патогенетическому лечению нозологии необходимо знать ее происхождение и механизмы, за счет которых она развивается. К настоящему времени предложено множество этиологических теорий, однако все они делятся на биологические, где основным фактором является нарушение ангиоахитектоники зона роста эпифизов бедренных костей, и механические, где во главе угла стоит локальная травматизация этих же зон роста [32].

В рамках **биологической теории** были предложены генетическая теория – врожденное нарушение организации внеклеточного матрикса [194], строения коллагена 9 типа [93], влияние остеопении [106, 161], повышенного содержания глюкокортикоидов в крови [114], дефицита гормона роста [89], а также дефицита витамина D [33, 126] на формирование очагов РО. Некоторые авторы сообщали об отсутствии семейной предрасположенности к РО [165], и в одной работе высказано предположение о первичном поражении хряща по типу болезни накопления [187].

В рамках **механической теории** представлен целый ряд анатомических причин, приводящих к изменению биомеханики коленного сустава: влияние аномальной анатомии проксимального эпифиза большеберцовой кости с её наружной ротацией [28], менискэктомии, нестабильности сустава, рекурвации в коленном суставе, уплощения мыщелков бедренной кости [49, 190]. В одном из исследований описывается взаимосвязь РО с увеличенными параметрами медиальной и задней кривизны плато большеберцовых костей [210], в другом – с мобильным передним рогом медиального мениска, ущемляющимся между мыщелками бедренной и большеберцовой костей [38], в одной работе отмечается связь с вальгусной деформацией коленного сустава [94], а также с наличием «выступающего» латерального мыщелка бедренной кости, который встречается чаще у мальчиков [100]. Ряд работ считают пусковым фактором для формирования РО увеличение локального давления на хрящ суставной поверхности мыщелка бедренной кости при сопутствующем интактном дискоидном мениске [52, 105], а также при его повреждении [91, 145], или после его резецирования [82, 148, 168, 193]. Эти работы порождают сомнение в главном вопросе о первичной локализации очага РО – возникает ли он в хряще или в субхондральной кости. Среди **механических** теорий всё же господствует теория хронической микротравматизации с последующим формированием субхондрального перелома [17] в зоне роста эпифизов бедренных костей.

Механизмы поражения в очаге остеохондрита всегда изучались с помощью прямой или непрямой визуализации патологического процесса в очаге. Campbell и Ranawat, исследуя гистологическую картину очагов РО, впервые обнаружили картину инфаркта субхондральной кости на фоне интактного суставного хряща, определив причину возникновения очага как **сосудистую недостаточность на фоне быстрого роста вторичных точек окостенения с наличием увеличенной метаболической потребности зоны роста** [39]. Это исследование легло в основу **ишемической** теории, которая получила своё дальнейшее развитие благодаря исследованиям особенности кровоснабжения зоны гиалинового хряща и субхондральной кости в области медиального мыщелка бедренной кости в его

латеральных отделах в дистальной части. Неинвазивные исследования дистальных отделов бедренных костей у лабораторных животных вкупе с гистологической верификацией материалов позволили выявить особенности строения сосудистого дерева зоны интереса при рассекающем остеохондрите [135, 141]. Ангиоархитектоника этой области характеризуется наличием прямых сосудов, ориентированных перпендикулярно к зоне оссификации вторичного центра. Из-за особенностей микрососудистого аппарата в данной зоне повторный стресс приводит к нарушению кровоснабжения зоны субхондральной кости с формированием очага некроза [135]. Сосудистая недостаточность в определенных участках зоны оссификации вторичной точки окостенения может возникать в результате прямого хода сосудов без ветвления, которые аналогичны терминальным аркадам сосудов брыжейки кишечника, в результате чего перерыв в кровотоке всего лишь в одном из сосудов может вызвать недостаток кровоснабжения субхондральной кости вторичной точки окостенения, вызывая её ишемию и последующий некроз [67]. В ряде исследований на молодых животных зона некроза выявлялась уже через 2 дня после рождения [170]. В других исследованиях с использованием МРТ с силой магнитного поля 9,4 Тесла в сосудистом режиме SWI было выявлено снижение сосудистого рисунка с нарушением ангиоархитектоники в зоне, характерной для возникновения рассекающего остеохондрита в мышечках бедренных костей кадаверного материала, полученного от людей различного возраста (от 1 месяца до 3 лет жизни) [201]. В ветеринарной практике такие очаги носят название «osteochondritis latens» - латентный остеохондрит [220]. Когда фронт оссификации вторичного центра окостенения в мышечках бедренных костей достигает вышеупомянутых участков с измененной ангиоархитектурой, на рентгенографии и МРТ становятся видны «аномальные варианты оссификации» эпифизов бедренных костей, напоминающие таковые у подростков [97]. Хотя данные явления наиболее подробно описаны у животных, некоторые авторы предполагают [201], что схожие явления происходят и у людей [141]. Вторичное вовлечение суставного хряща в патологический процесс объясняют нарушением кровоснабжения хряща сосудами поврежденной

сепарированной субхондральной кости [75]. Основой **механической** теории является гипотеза о том, что пиковые механические нагрузки наряду с увеличенной нагрузкой на заднелатеральные отделы медиального надмыщелка могут приводить к нарушению репарации кости в субхондральной зоне с последующим формированием очага некроза [182], что было доказано в исследованиях рассекающего остеохондрита суставной поверхности надколенника [31, 54, 61]. Сообщения о возникновении РО после чётко выявленного факта травмы коленного сустава с контузией мыщелка бедренной кости подтверждают эту теорию [185].

1.3 Патогенетический механизм и стадийность рассекающего остеохондрита

В современном понятии все вышеупомянутые теории являются лишь предрасполагающими факторами, которые могут тем или иным образом влиять на формирование очага РО. Основной же общепринятой теорией в настоящее время всё же является **мультифакториальная концепция** возникновения РО [32], которая включает в себя ишемическую, травматическую и врожденную теории.

Патогенетический механизм возникновения РО по современным данным видится следующим образом: у ребенка, который имеет с рождения измененную ангиоархитектонику зоны роста эпифизов бедренных костей, в условиях хронической травматизации формируется метаболическая недостаточность определенного участка зоны фронта оссификации эпифиза, в котором впоследствии возникает некроз участка кости РО, запускающий дальнейшие процессы в ходе течения заболевания [17]. Формирование некроза отражает начальную стадию заболевания и по классификации Ф. Х. Баширова (1973) относится к **первой стадии** РО [7], которая рентгенологически трудно определяется и достоверно может быть визуализирована лишь с помощью КТ и МРТ. Гистологически зона очага представлена некротически измененными костными трабекулами [204]. Ряд авторов выделяют гистологическую стадию, предшествующую некрозу – фаза остеопении [32]. **Вторая стадия** РО – стадия

диссекции – характеризуется формированием секвестра в зоне РО в результате процесса отграничения некротизированного участка субхондральной кости. В некротически измененной костной ткани при этом определяется усиленная костная резорбция с окружающим эту зону желтым костным мозгом[107]. **Третья стадия** – частичного отделения фрагмента - характеризуется костной резорбцией, продолжением отграничения участка некроза субхондральной кости, после чего происходит частичное отделение остеохондрального фрагмента от материнской кости мыщелка бедренной кости. Данная стадия встречается чаще всего, гистологическая картина может сильно варьировать и приобретает несколько компонентов: в большинстве случаев в данной стадии всё ещё продолжается некроз субхондральной кости, при этом в литературе нет единого мнения о наличии или отсутствии повреждения суставного хряща – последние встречаются с разной частотой [186] и с разной степенью повреждения [19], существуют также данные о том, что хрящевые клетки сепарированных остеохондральных фрагментов сохраняют свою остеобластическую и остеокластическую активность при их последующем культивировании [46]. Ряд авторов относят повреждение хряща к последней стадии заболевания наряду с сепарацией остеохондрального фрагмента [32]. В эту же фазу заболевания происходит отграничение процесса с началом репарации кости: отмечается прослойка фиброзно-хрящевой ткани, напоминающая таковую при наличии замедленной консолидации при несрастающихся переломах [219]. Точная гистологическая картина ранней стадии РО у детей до сих пор не описана, так как на данной стадии биопсия может привести к полному отторжению некротизированного фрагмента [186].

Гистологическая классификация наиболее подробно представлена Yonetani et al. (2010). Авторы различают 1-ую стадию, когда на границе между участками субхондральной кости возникает остеопения; 2-ую стадию, когда в результате микропереломов субхондральных трабекул выявляется отек субхондральной кости; 3-ю стадию, когда между отделяющимся костным фрагментом и основной костью выявляется демаркация в виде склеротических изменений основной кости и участка отсутствия костной ткани между фрагментом и основной костью; 4-ую

стадию, когда происходят изменения в суставном хряще с последующим его переломом и формированием остеохондрального фрагмента [219].

Актуальность исследований в области диагностики и лечения рассекающего остеохондрита обусловлена стремлением к ранней диагностике и своевременному лечению заболевания. С прогрессированием заболевания и при переходе к стадии отделения остеохондрального фрагмента от мыщелка бедренной кости возрастает риск раннего артроза коленного сустава и увеличивается частота артропластики в более раннем возрасте [84, 177, 178].

1.4 Клиническая картина и физикальное обследование

Главная проблема в диагностике РО – ее несвоевременность. По данным мировой литературы время от возникновения болей в коленном суставе до постановки диагноза занимает до 14 месяцев [34]. Поздняя диагностика заболевания приводит к существенному возрастанию риска раннего артроза коленного сустава [2]. Основная причина промедления с установкой правильного диагноза кроется в особенностях клинических проявлений заболевания. Основной контингент пациентов – молодые спортсмены или активные дети, занимающиеся спортом на любительском уровне.

Среди жалоб, с которыми ребенок с РОМБК обращается к травматологу-ортопеду, можно выделить следующие:

- 1) Боль в коленном суставе при физической нагрузке
- 2) Припухлость в области коленного сустава
- 3) Блоки в коленном суставе
- 4) Ощущение «ложной нестабильности» в суставе
- 5) «Псевдоблокирование» в суставе

Основная причина обращения к врачу родителей с ребенком – персистирующая боль в коленном суставе, усиливающаяся после физических нагрузок, которая имеет характер длительной и слабо выраженной, в связи с чем родители ребенка поздно обращаются к врачу [2, 108]. Пациенты с рассекающим

остеохондритом чаще всего не могут назвать определенный момент, когда впервые почувствовали боль в коленном суставе, зачастую отсутствует и упоминание о травме. Боль в коленном суставе настолько неспецифична, что проводить дифференциальную диагностику с болями при других патологиях коленного сустава у детей очень сложно. Боль в суставе без четкой локализации – основная жалоба у детей с неполностью отделенным костно-хрящевым фрагментом, что соответствует ранним стадиям РОМБК (1-2 стадии).

Припухлость в области коленного сустава обычно вызвана сопутствующим синовитом коленного сустава. Наличие синовита в большинстве случаев обусловлено переходом РОМБК в 3-ю или 4-ую стадии, когда имеется частичный или полный отрыв некротизированного фрагмента, механические контакт с которым вызывает ответную реакцию синовиальной оболочки в виде асептического воспаления с гиперсекрецией синовиальной жидкости [169].

Блоки в коленном суставе присоединяются при полном отрыве костно-хрящевого фрагмента (4-ая стадия РОМБК) и сочетаются с синовитом, который обычно возникает вслед за эпизодом блокирования сустава.

Ощущение «ложной нестабильности» в суставе и так называемое «псевдоблокирование» сустава могут присоединяться в результате хронического болевого синдрома, гипотрофии мышц бедра, которое возникает вследствие этого [3], и связано с включением ингибиторного рефлекса четырехглавой мышцы бедра [86]. Такие жалобы могут встречаться у детей при длительном течении третьей стадии заболевания, когда полного отрыва фрагмента ещё не произошло.

Трудности в диагностике РО также связаны с разной его локализацией. Классической локализацией очага рассекающего остеохондрита считается задне-латеральная область медиального мыщелка бедренной кости [83, 122], что называется в отечественной литературе болезнью Кенига. Чаще всего очаги рассекающего остеохондрита области коленного сустава встречаются в порядке убывания: в медиальном мыщелке бедренной кости (77%), в латеральном мыщелке (17%), в блоке бедренной кости и в надколеннике (7%) в межмышцелковой области (1%), плато большеберцовой кости (0,2%) [12, 63, 83]. Двусторонний рассекающий

остеохондрит, вовлекающий одновременно 2 коленных сустава, встречается в среднем с частотой от 14 до 30% [47, 88, 134, 151].

Все очаги, находящиеся вне типичной локализации (медиальный мыщелок бедренной кости), называют атипичными. Они имеют иной курс заболевания, а частота их прогрессирования до нестабильных форм и до стадии свободного костно-хрящевого фрагмента гораздо выше, чем у типичных очагов [140]. Очаги РОМБК, расположенные в латеральном мыщелке, имеют более тяжелое течение заболевания, и по статистике более часто подвергаются оперативному лечению - 40,3% по сравнению с 28,2% при расположении в медиальном мыщелке [212]. Дети возраста 12-19 лет с остеохондритом области коленного сустава подвергаются операции в 7,4 раз чаще, чем дети возрастной группы от 6 до 11 лет. Авторы исследования связывают это с большей повседневной и спортивной активностью детей в этом возрасте [212] и закрытием эпифизарных зон роста: у детей с открытыми зонами роста заболевание протекает в более благоприятной форме и диагностируется на ранних стадиях с большей частотой [83].

Клиническая диагностика включает в себя комплексное физикальное обследование пациента. Начинают с осмотра коленного сустава, который позволяет определить его контуры – при наличии выпота в сустав определяется сглаженность его контуров. Продолжают физикальное обследование, проводя пальпацию точек в следующей последовательности: верхний полюс надколенника, края надколенника, нижний полюс, точка медиопателлярной складки (на уровне середины надколенника и на 1 см медиальнее его внутреннего края), точка тела Гоффа, бугристость большеберцовой кости, суставные линии по медиальной и латеральной сторонам. Далее проводятся специальные тесты для дифференциальной диагностики различных патологий коленного сустава (см. приложение №1).

Одним из специальных диагностических тестов для выявления рассекающего остеохондрита является **тест Wilson**[213]. Для выполнения теста ногу, согнутую на 90° в коленном суставе, разгибают до 30° с одновременной наружной ротацией голени. В результате этого в связи с трением гребня большеберцовой кости о

задний отдел медиального мыщелка бедренной кости появляются болевые ощущения, которые исчезают немедленно при внутренней ротации голени. Тест, однако, имеет низкую специфичность – до 16% [68], а по данным отечественных авторов ранняя стадия заболевания с помощью указанного симптома может быть выявлена лишь у 16,1% детей[1].

1.5 Инструментальная диагностика

Для наиболее точной и полной оценки очага рассекающего остеохондрита в рамках протокола обследования пациента с рассекающим остеохондритом используют рентгенологическое исследование, магнитно-резонансную томографию (МРТ) и компьютерную томографию (КТ)[21, 83, 140].

Рентгенография коленного сустава выполняется в 3-х проекциях: передне-задней, боковой с согнутым на 40-45° коленным суставом, а также в специальной «нотч-проекции» - проекции Beclere, в которой лучше всего визуализируется межмыщелковая борозда (нотч) и очаги остеохондрита классической локализации (рис. 1)[160]. Для визуализации суставной поверхности надколенника используется проекция «sunrise» с согнутым до 45° коленным суставом (рис. 2)[32].

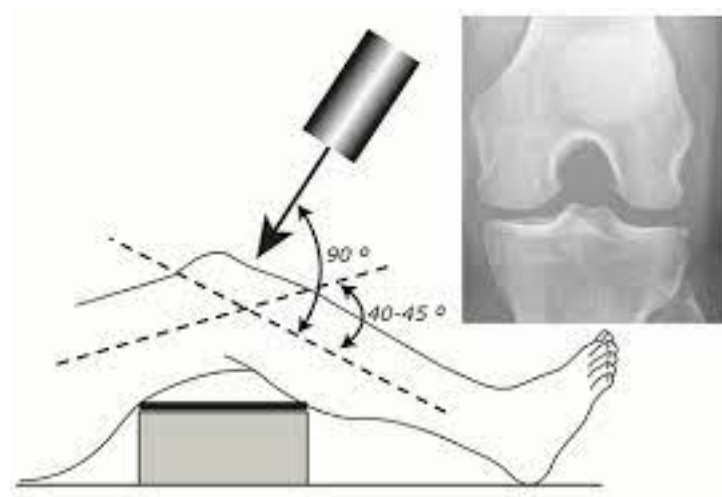


Рис. 1. Рентгенологическая укладка и рентгенограмма коленного сустава в специальной проекции Beclere (нотч-проекция)

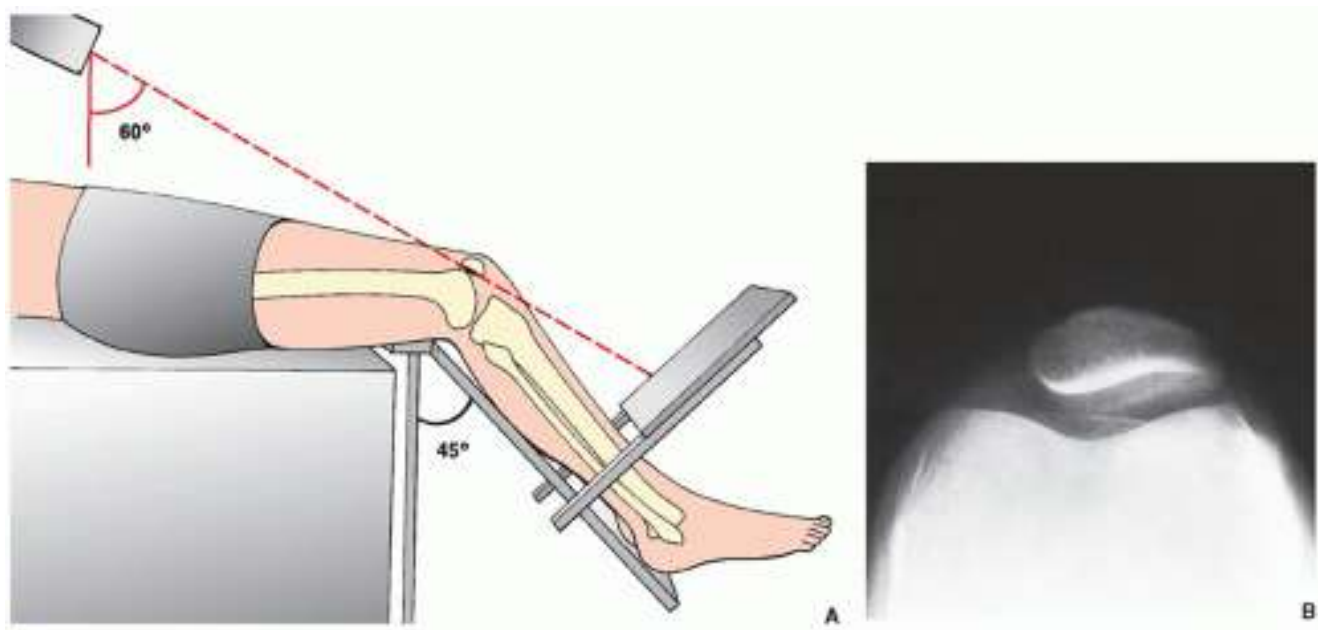


Рис. 2. Специальная проекция «sunrise» для визуализации суставной поверхности надколенника. Рентгенологическая укладка (слева – А) и полученная рентгенограмма (справа – Б).

Для оценки локализации очага по регионам мыщелков бедренных костей в сагиттальной проекции используются классификации Harding[81], во фронтальной проекции - Cahill и Berg[35].

Классической является рентгенологическая классификация, представленная Ф. Х. Башировым (1973) и А. De Backer et al. (1983), включающая в себя 4 стадии[7]:

- 1) Стадия некроза – ранняя стадия, которая плохо выявляется на рентгенограммах и сопровождается лишь остеопорозом в субхондральном отделе мыщелка бедренной кости
- 2) Стадия диссекции – появляется полоска просветления между формирующимся секвестром и материнской частью мыщелка бедренной кости, интенсивности затемнения отторгающегося участка кости усиливается, появляется склероз замыкательных пластинок материнской части кости и отторгающегося фрагмента
- 3) Стадия неполного отделения фрагмента – окончательное формирование склеротического кольца вокруг некротизированного костного фрагмента в очаге РО, фрагментация кости в очаге

- 4) Стадия отторжения (суставной мышцы) – происходит отделение костно-хрящевого фрагмента, последний свободной расположен в суставе, а на мышелке отмечается «ниша» фрагмента

Магнитно-резонансная томография. Стандартная визуализация хряща коленного сустава выполняется с использованием широко известных режимов МРТ: T1, T2, PDFS, T2 режим с подавлением жира (Fat Saturation) в разных плоскостях. Одним из самых чувствительных режимов является режим T2 с подавлением жира (FatSat), который лучше всего выявляет жидкость, а значит лучше всего может выявить признаки нестабильности очага РО[65].

Существует ряд МР-классификаций РО, из них наиболее используемые – Diraola и Hughes[56, 87]. Классификация ICRS (Diraola) 1991 года отражает концепцию первичного повреждения хряща, а не субхондральной кости, в связи с чем не отражает действительной стадийности течения заболевания, особенно актуальной при ювенильной форме рассекающего остеохондрита[56].

Наиболее применимой в практике МР-классификацией рассекающего остеохондрита в настоящее время является классификация Hughes, точно отражающая стадийность течения остеохондрита у подростков[87]. Авторы выделяют 5 стадий, I-III стадии являются стабильными, стадии IVA и IVB - нестабильными.

- 1) Стадия I – *изменение T2-сигнала в очаге субхондральной кости и умеренный отек хрящевой ткани, характеризующийся минимальным изменением интенсивности T2-сигнала от хряща в режиме FatSat.* Соответствует стадии некроза по Рейнбергу.
- 2) Стадия II - происходит *фрагментация субхондральной кости без повреждения хряща*, имеется отграничение очага за счет высокоинтенсивной полосы T2-сигнала, суставной хрящ интактен. Рентгенологическая картина данной стадии соответствует либо стадии перелома, либо стадии отграничения по Рейнбергу.
- 3) Стадия III отличается от второй одним по одному или несколькими признакам: *истончение хряща, фокальное изменение интенсивности его сигнала,*

диффузным увеличением интенсивности сигнала от хряща зоны очага РО.

- 4) При IVA стадии отмечается *хондральный перелом с частичным отхождением хряща с субхондральной костью от ложа.*
- 5) Стадия IVB включает в себя *полный отрыв костно-хрящевого фрагмента* и соответствует 4 стадии по Ф. Х. Баширову и De Backer (стадия суставной мышцы).

С целью определения тактики лечения РО необходимо понимать, стабилен ли очаг РО или нет. Наиболее современные и чаще всего используемые МР-критерии нестабильности очага рассекающего остеохондрита описаны DeSmet с соавторами[189], а затем дополнены R. Kijowski в 2008 году[104]:

- 1) высокоинтенсивная полоска Т2-сигнала, окружающая очаг остеохондрита,
- 2) множественные кисты по краю очага,
- 3) высокоинтенсивная полоска, полностью пересекающая хрящ, покрывающий очаг остеохондрита – хондральный перелом,
- 4) остеохондральный дефект, заполненный жидкостью
- 5) одна киста более 5 мм на периферии очага
- 6) повреждение субхондральной компактной пластинки кости на периферии очага

Вышеупомянутые критерии в совокупности имеют чувствительность 100% при юношеской и взрослой формах РО, специфичность 100% при взрослой, 11% - при юношеской формах РО[79]. Таким образом, доля ошибочно диагностированных нестабильных форм рассекающего остеохондрита в теории может достигать 89% при юношеской форме. Впоследствии было обнаружено, что использование одного МР-критерия DeSmet при юношеском РО имеет специфичность всего 15%, но, если имеются 2 критерия, специфичность увеличивается до 92%[85]. Несмотря на высокую точность МР-диагностики, даже использование МРТ с величиной магнитного поля 3 Тесла при юношеской форме РО только на 44,4% совпадает с данными артроскопии[174].

Рассматривая соответствие МР-стадиям рентгенологическим стадиям, заметно, что стадии III и IV-A по Hughes могут соответствовать рентгенологической как стадии диссекции, так и стадии неполного отделения фрагмента, при этом в отличие от рентгенографии на МРТ с помощью признаков нестабильности можно распознать, что очаг дестабилизируется и происходят дегенеративные изменения в суставном хряще над очагом. Использование МРТ в диагностике РО дает более точные представления о стадии заболевания. Тем не менее, при достаточно подробном описании признаков нестабильности, до сих пор нет четких диагностических критериев, позволивших бы однозначно решить вопрос о необходимости оперативного лечения ранних стадий РО в связи с отсутствием шкал оценки, учитывающих признаки нестабильности по МРТ[140].

МРТ – очень чувствительный метод диагностики РО. Одной из проблем, которые стоят за МР-верификацией и классификацией очага РО, является проблема отличия нормальной МР-картины оссификации мышечков бедренных костей от патологического очага РО, которые на начальных этапах имеют сходства, в результате чего становится трудно дифференцировать 1 стадию рассекающего остеохондрита от варианта нормы[70]. Аномальные варианты оссификации эпифизарных вторичных точек окостенения впервые описаны ещё в 1954 году[171]. К настоящему времени описаны все варианты оссификации эпифизов бедренных костей. Как правило, аномальная оссификация имеет задне-центральное расположение в мышелке, а картина оссификации представлена спикулами, «пазлом», «акульими зубами», либо рядом дополнительных секвестроподобных костных фрагментов, которые позже сливаются. **Основными чертами, отличающими норму от патологии,** являются[96]:

- 1) задне-центральное расположение
- 2) отсутствие отека костного мозга над очагом,
- 3) интактный суставной хрящ над очагом секвестрации.

Знание этих особенностей физиологического роста мышечков бедренной кости позволяет отличать истинные очаги рассекающего остеохондрита от

сигналов, отражающих аномальный рост эпифизов бедренных костей за счет вторичных точек окостенения.

Достоверно определить степень поражения костной части мышелка бедренной кости позволяет **компьютерная томография** коленных суставов. Ее главное преимущество – выявление точных размеров костной части остеохондрального фрагмента, что позволяет определить возможность рефиксации фрагмента. В связи с особенностью укладки всегда проводится компьютерная томография обоих коленных суставов, что позволяет обнаружить скрытые формы рассекающего остеохондрита контралатерального мышелков бедренных костей коленного сустава.

С целью диагностики очагов РО также используется **остеогаммасцинтиграфия**. Может быть использована статическая сцинтиграфия, отражающая общий уровень абсорбции радиофармпрепарата, а также динамическая, позволяющая оценить абсорбцию в определенные фазы. Единственная классификация, предложенная Cahill и Berg, включает 4 стадии на основании изменения абсорбции радиофармпрепарата в области коленного сустава[35]. Некоторыми авторами отмечается высокая чувствительность метода при диагностике РО, достигающая 100%[159], однако метод не позволяет точно визуализировать стадию и определить тактику лечения РО, поэтому является дополнительным, позволяющим определить активность протекающего процесса. При этом рекомендуется использовать динамическую сцинтиграфию, т. к. статическая не позволяет достоверно отличить активность процесса в очаге РО[142].

Среди дополнительных методов обследования может быть использована реовазография, способную определить снижение пульсового кровотока в нижней конечности при ранних стадиях рассекающего остеохондрита, а также электромиографическое исследование, выявляющее признаки гипотрофии мышц бедра в 83,3% случаев у детей с 1-2 стадией болезни Кенига[1].

Диагностическая артроскопия. Первой известной артроскопической классификацией явилась классификация Guhl, согласно которой РО делили на 4 стадии: 1 - интактный очаг, 2 - ранняя сепарация, 3 - частичное отделение фрагмента, 4 - свободный костно-хрящевой фрагмент (Guhl, 1979). Данная классификация не позволяла в полной мере определить тактику лечения, поэтому впоследствии была модифицирована DiPaola и Nelson, согласно которым РО делился на 4 стадии: 1 – размягчение и нерегулярность структуры хряща, 2 – повреждение хряща со стабильным, не отделяющимся от ложа фрагментом, 3 – повреждение хряща со смещаемым частично отделяющимся от ложа фрагментом, 4 – полный отрыв костно-хрящевого фрагмента[56]. Последняя классификация отличается более точными характеристиками хряща на ранней стадии РО, стадии 2,3 и 4 практически совпадают.

Преследуя главную цель любой классификации – определение показаний к тому или иному методу лечения – исследователи создавали новые «рабочие» классификации.

Выборнов Д.Ю. (1993) представил клинико-рентген-артроскопическую классификацию очагов РО области коленного сустава у детей, где различал 3 стадии поражения согласно степени отторжения фрагмента в очаге: первая характеризовалась отсутствием отделения фрагмента, на второй стадии определялось частичное его отделение, на третьей – полное [2]. Классификация ICRS 2003 года[29] также имеет акцент на стабильность очага при пальпации эндоскопическим крючком и сформирована для определения показаний к фиксации фрагмента к кости. В 2016 году обществом по изучению рассекающего остеохондрита (ROCK) была опубликована пересмотренная артроскопическая классификация РО, имеющая высокие показатели интраклассовой корреляции - до 0,92, что свидетельствует о высокой воспроизводимости результатов при их оценке одним и тем же исследователем[40]. Классификация носит описательный характер, определяет 6 основных стадий РО, 3 из которых относят к стабильным, другие 3 – к нестабильным (приложение №1):

Стабильные стадии:

1) I стадия – «бильярдный шар». Отсутствие каких-либо изменений на артроскопии.

2) II стадия – «тень». Хрящ визуально интактен, может пролабировать при пальпации инструментом, но имеется легкая едва заметная демаркация в виде изменения цвета или тусклой окраски хряща в зоне очага.

3) III стадия – «складка на ковре». Хрящ имеет четкую демаркацию в виде западения или выпуклости по границе очага

Нестабильные стадии

4) IV стадия – «закрытая дверь». Хрящ имеет четкую демаркацию в виде щели по периферии, при пальпации которой фрагмент не смещается и субхондральные структуры не обнажаются

5) V стадия – «открытая дверь». Хрящ по периферии имеет щель, а при пальпации фрагмент смещается с обнажением субхондральных структур.

6) VI стадия – «кратер». Имеется полнослойный костно-хрящевой дефект.

Классификация ROCK позволяет максимально точно определить стадию рассекающего остеохондрита, а также степень его нестабильности, что является основополагающим критерием для определения тактики оперативного лечения.

1.6 Консервативное лечение

Консервативное лечение рассекающего остеохондрита у детей в настоящее время применяется только в рамках комплексного подхода к ведению детей с этим заболеванием.

В литературе варианты консервативного лечения представлены одними из следующих либо их комбинациями:

- 1) Ограничение спортивных нагрузок
- 2) Полная разгрузка пораженной конечности на костылях
- 3) Иммобилизация в ортезе или гипсовой повязке
- 4) Физиотерапия
- 5) Физическая реабилитация без осевой нагрузки

6) Массаж конечности

7) Медикаментозная терапия препаратами, направленными на реосификацию, улучшение реологических свойств крови, витаминотерапия.

Среди особых методик, приводящих к положительному эффекту, авторы выделяют ЛФК со специфической тренировкой четырехглавой мышцы бедра[87, 88], ультразвуковую терапию[99]. Ряд авторов применяет экстракорпоральную ударно-волновую терапию под наркозом, имеющую патофизиологическое обоснование усиления регенерации тканей[150] и обладающее хорошей эффективностью[198]. Многие авторы в рамках комплексной терапии используют ортезирование конечности[166]:[206].

Учитывая множество индивидуальных факторов и разнообразие характеристик очагов РО, подвергающихся консервативному лечению, достоверных данных о его эффективности нет, не существует и единого протокола лечения, а каждая из методик по отдельности не может быть изучены по этическим соображениям.

Тем не менее, в настоящее время рекомендуется использовать следующий алгоритм лечения детей с впервые выявленным юношеским рассекающим остеохондритом согласно современным рекомендациям общества по изучению рассекающего остеохондрита ROCK[140]:

- 1) Диагностика очага РО
- 2) Определение факторов, влияющих на исход консервативного лечения (возраст, локализация и ширина очага, симптоматика, размеры субхондральных кист при их наличии).
- 3) Определение вероятности заживления очага через полгода с использованием номограмм[112, 206] (*менее 48% - показание к оперативному лечению*)
- 4) Комплексная консервативная терапия в течение не менее 12 недель

- 5) Контроль заживления очага через 6, 12 недель по результатам клинического осмотра, а также МР-исследования – при отсутствии прогрессирования переход к фазе реабилитации
- 6) МР-исследование вместо рентгенографии рекомендуется использовать вместо менее чувствительного рентгенологического исследования коленного сустава[112, 160]. Среди показателей заживления очага наиболее используемые – уменьшение диаметра очага на МРТ более, чем на 15% от исходного, а также уменьшение зоны отека костного вещества[188].

Указанные рекомендации носят характер консенсуса и имеют низкую степень доказательности, а также приводят к удлинению сроков лечения: полное заживление очага РО наступает не менее, чем через 1 год после начала консервативного лечения[112], а в одном из исследований – не ранее, чем через 2 года[23]. Длительное лечение негативно сказывается на учебном процессе детей, их психологическом состоянии, а также приводит к длительной реабилитации после проводимого лечения. Кроме того, для подростков-спортсменов критически важным является не только полное заживление очага РО, но и сроки возврата к полной спортивной активности. Ещё одним фактом, который нужно учитывать при консервативном лечении РО, является ***статистически значимый увеличенный риск артроза коленного сустава***: после 13 лет наблюдения за пациентами с РО у 15% развивается ранний артроз коленного сустава, а рассчитанный кумулятивный риск формирования артроза через 35 лет достигает 30% пациентов[178], другие авторы сообщают о частоте артроза коленного сустава, равной 32% через 33,6 лет[203].

Таким образом, решение об оперативном лечении – ответственный шаг, который должен быть принят своевременно, так как неправильный отбор пациентов на консервативную терапию может привести к прогрессированию заболевания либо к формированию раннего артроза коленного сустава в отдаленном периоде.

В мировой литературе встречается много научных исследований, посвященных консервативному лечению рассекающего остеохондрита у детей, однако каждый из авторов использует свои схемы лечения, многие не анализируют сопутствующих факторы, влияющие на заживление очагов РО (закрытые зоны роста, активная симптоматика (выпоты в сустав и механические симптомы), атипичная локализация очага, наличие сопутствующих анатомических особенностей коленного сустава (дискоидный мениск, измененная ось конечности), большие размеры очага (более 3,2 см²), наличие признаков нестабильности очага на МРТ)[18], поэтому определить эти исследования как достоверные не представляется возможным, а эффективность изолированного консервативного лечения подвергается большому сомнению[18, 36, 43, 112, 206].

1.7 Хирургическое лечение

В настоящее время до сих пор не существует доказательной базы по тактике и методам лечения рассекающего остеохондрита на разных его стадиях (как консервативного, так и хирургического), что было подтверждено в клинических рекомендациях по лечению остеохондрита общества по изучению рассекающего остеохондрита ROCK[157].

Показаниями к оперативному лечению являются:

- 1) неэффективность консервативного лечения при наличии стабильного очага остеохондрита - *отсутствие либо ухудшение радиографической или МР-динамики очага РО, персистирующая симптоматика*[32],
- 2) нестабильные очаги РО[60, 140] согласно МР-критериям нестабильности Kijowski, описанным выше – не менее 2 критериев нестабильности одновременно
- 3) свободный костно-хрящевой фрагмент в полости сустава

1.7.1 Хирургическое лечение ранних стадий РО

Согласно практическим рекомендациям американского ортопедического общества основным методом хирургического лечения очагов РО на ранних стадиях, когда костно-хрящевой фрагмент прикреплен к своему ложу, является *рассверливание очага*, хотя доказательная база основана только на сериях случаев и малом количестве систематических обзоров, состоящих из исследований низкого уровня доказательности[45]. Малоинвазивное хирургическое лечение на ранних стадиях заболевания дает лучший отдаленный результат, так как лечение поздних стадий заболевания так или иначе связано с вмешательством на суставном хряще, что по статистике чаще приводит к формированию раннего артроза коленного сустава[9].

Основная концепция эффективности рассверливания очага РО заключается в следующем: считается, что при перфорации спицей склеротического края очага из спицевого канала, проходящего через костный мозг, высвобождаются стволовые клетки, факторы роста, что приводит в дальнейшем к неоваскуляризации и последующему заживлению очага[59]. Учитывая данные о снижении количества сосудов и наличии фиброзно-хрящевой ткани на границе очага, напоминающей ложный сустав[219], данный вид лечения напоминает лечение замедленной консолидации и ложных суставов у детей, и по виду лечения является патогенетическим.

Существуют 2 основные методики рассверливания очага РО: ретроградное (трансартикулярное, трансхондральное) рассверливание и антеградное (ретроартикулярное, интраэпифизарное) рассверливание. Каждая из методик имеет свои преимущества и недостатки.

Трансхондральное рассверливание подразумевает прямую визуализацию точки входа спицы через хрящ в очаг РО, позволяя осуществить манипуляцию быстро и без помощи рентгеноскопии. Наилучшее применение методика находит при поврежденном суставном хряще в зоне очага РО, когда сохранить хрящ полностью интактным уже не представляется возможности[59]. В то же время

данная методика не может быть применена при заднем расположении очагов на мыщелках бедренной кости (Harding C). Для направления спицы в такой очаг необходима гиперфлексия в коленном суставе, вдобавок спица может пройти под острым углом, вызвав повреждения интактной хрящевой ткани над очагом и вокруг него, что продемонстрировано Edmonds на ревизионных артроскопиях через 6 месяцев после первоначальной операции[59]. В одном из исследований зоны повреждения хряща от трансхондрально проведенных спиц в очаг остеохондрита сохраняются даже через 5 лет после оперативного лечения, что подтверждено ревизионными артроскопиями[27], другие авторы подчеркивают, что трансхондральное рассверливание может привести к замещению участков хряща фиброзно-хрящевой тканью с измененными свойствами, неспособной адекватно противостоять нагрузкам на коленный сустав и возможным развитием раннего артроза в отдаленном периоде [16, 108]. Необходимость сохранения интактным хряща и восстановления субхондральной кости подчеркивается в исследованиях, посвященных артроскопическому лечению РО таранной кости и основывается на отдаленных данных увеличенной частоты возникновения раннего артроза голеностопного сустава у пациентов после трансхондрального рассверливания очагов [24, 115, 196].

Антеградное (интраэпифизарное, ретроартикулярное – синонимы) рассверливание проводится под контролем рентгеноскопии и заключается в проведении спиц к очагу через эпифиз бедренной кости дистальнее зоны роста, не проходя через нее, что препятствует преждевременному закрытию зоны роста, хотя полностью и не исключает такое осложнение [13, 78, 101]. Спицы проводятся к очагу и завершают свой ход после прохождения склеротического ободка очага, не повреждая суставной хрящ. Методика требует больших временных затрат по сравнению с вышеупомянутой, однако лучше всего подходит для стабильных очагов РО с интактным суставным хрящом [59].

При антеградном рассверливании очага остеохондрита частота полного заживления очагов юношеского РО достигает 98,2% в среднем через 11,8 месяцев с момента операции. Чем больших размеров очаг, тем длительнее процесс его

полного заживления: срок для малых очагов составляет в среднем 3,6 месяцев, для больших – 15,6 месяцев [59].

Крупный систематический обзор не выявил статистически значимых различий в эффективности двух разных методик – ретроартикулярного и трансхондрального рассверливания: по данным исследования 86% пациентов достигли полного заживления очага РО в группе ретроартикулярного рассверливания за 5,6 месяца по сравнению с 91% в группе трансхондрального. За 4,5 месяца. Ни в одном из исследований не было описано ни одного осложнения [78]. В связи с различиями в послеоперационной оценке радиографических критериев заживления, различными сроками контрольных обследований, а также в связи отсутствием указания размеров очагов в некоторых исследованиях сравнительная оценка эффективности методик сильно затруднена, что продемонстрировано и в систематическом обзоре литературы, проведенным при подготовке данного исследования. Согласно самостоятельно выполненному систематическому обзору литературы, самым эффективным оказалось антеградное рассверливание (95,3% заживших очагов), после которого идёт фиксация биодеградируемыми имплантатами (88,5%), затем антеградное рассверливание с введением концентрата аспирата костного мозга (ВМАС) – 76,9%, а затем – ретроградное рассверливание – 76,8%.

По данным опроса членов Ассоциации Детских Ортопедов Северной Америки (POSNA) 53,5% респондентов предпочитают антеградное рассверливание, 32,6% - трансхондральное, что свидетельствует о стремлении большинства детских ортопедов к сохранению суставного хряща интактным на столько, насколько это возможно [218].

Второй по частоте применения методикой является **остеосинтез фрагмента** РО металлическими или биодеградируемыми винтами. Методика применяется как при стабильных, так и при нестабильных очагах РО. Авторы сообщают о высокой частоте полного заживления очага при применении металлических винтов типа Herbert без головки – от 88 до 100% [125, 127, 199],

однако, такой подход определяет необходимость дальнейшего удаления имплантов, что в ряде случаев приводит к рецидиву заболевания [74, 98].

Другой методикой фиксации нестабильного очага РО является биологическая фиксация с использованием мозаичной хондропластики, когда с ненагружаемой поверхности мыщелка бедренной кости берут остеохондральный фрагмент в виде столбика, после чего несколькими столбиками фиксируют фрагмент очага рассекающего остеохондрита. Методика зарекомендовала себя как эффективная [25], позволяющая достигнуть заживления зоны очага РО к 3 месяцам с момента операции [147] и способствующая быстрому возвращению в спорт и хорошим отдаленным результатам [179]. Описаны единичные случаи комбинации биологической фиксации с остеосинтезом с хорошими отдаленными результатами [44, 123].

Все методики рефиксации в общем имеют положительный эффект с частотой успешного восстановления в очаге РО от 67 до 100% случаев, однако частота осложнений и повторных операций велика и варьирует от 0 до 44% [121].

1.7.2 Хирургическое лечение поздней стадии РО

К поздней стадии РО относится 4 стадия заболевания (по классификации Рейнберга), при которой на МРТ и при выполнении артроскопии обнаруживается ложе с полнослойным хрящевым или костно-хрящевым дефектом. Костно-хрящевой фрагмент при этом находится в полости сустава.

В таком случае на дальнейшую тактику лечения в первую очередь будут влиять давность отрыва фрагмента и его конгруэнтность своему ложу. При наличии конгруэнтного фрагмента возможна его рефиксация с выполнением остеосинтеза металлическими или биodeградируемыми имплантами, а при отсутствии конгруэнтности и, следовательно, невозможности рефиксации костно-хрящевого фрагмента, тактика отличается в зависимости от размеров, глубины и локализации оставшегося ложа фрагмента [140].

Одной из самых простых методик является дебридмент ложа костно-хрящевого фрагмента в виде обработки его шейвером и холодно-плазменной vaporизации [167]. Данная методика даёт хороший клинический результат в ближайшем послеоперационном периоде, однако уже через 9 лет после удаления фрагмента формируется ранний артроз коленного сустава [153, 215]. Следующей по сложности является целая группа методик, к которым относятся:

- 1) Микрофрактуризация, заключающаяся в перфорации субхондральной кости шилом
- 2) Рассверливание очага ретроградно трансартикулярно
- 3) Абразионная артропластика, заключающаяся в термической обработке костно-хрящевой поверхности дефекта

Все эти методики относятся к методикам, стимулирующим выход стволовых клеток из субхондральной кости с последующей их пролиферацией, дифференцировкой с образованием фиброзно-хрящевой ткани. Такая ткань содержит иную ультраструктуру в отличие от гиалинового (в последнем преобладает коллаген 2 типа, тогда как в первом – 1 типа) и не может противостоять нагрузкам с той же эффективностью, что и гиалиновый хрящ [167]. Методики стимуляции костного мозга могут быть использованы при величине костно-хрящевого дефекта до 2,5 см² [195]. Хотя в одном из исследований показана одинаковая клиническая эффективность применения микрофрактуризации по сравнению с аутологичным матрично-индуцированным хондрогенезом, длительность наблюдения в исследовании составила максимально 2 года [15]. При больших дефектах использование этих методик приводит в отдаленном периоде к раннему артрозу: через 4,2 года наблюдения только 16% детей после микрофрактуризации возвращаются к полной активности по сравнению с 81% детей после хондропластики [77].

Среди методик хондропластики выделяют 3 основные [140]:

- 1) Мозаичная хондропластика (в зарубежной литературе чаще применяется термин OATS – osteochondral autograft transplantation surgery – трансплантация остеохондрального аутографта).

- 2) Аутологичная имплантация хондроцитов (в зарубежной литературе ACI – autologous chondrocyte implantation).
- 3) Аутологичная матрично-индуцированная имплантация хондроцитов (в зарубежной литературе MACI – matrix-induced autologous chondrocyte implantation).
- 4) Аутологичный матрично-индуцированный хондрогенез (в зарубежной литературе – autologous matrix-induced chondrogenesis).

Мозаичная хондропластика – методика, для выполнения которой производится забор костно-хрящевого фрагмента или нескольких фрагментов в виде столбика 4,5 мм диаметром с ненагружаемой поверхности мыщелка бедренной кости, после чего фрагменты укладываются на ранее обработанную поверхность костно-хрящевого дефекта мыщелка подходящего размера. В ряде случаев применяется вместе с остеосинтезом и имеет хорошие отдаленные результаты [44, 123]. Мозаичная хондропластика обладает доказанной эффективностью применения [25], приводя к удовлетворительному ближайшему и отдаленному результату: от 88% [152] до 93% эффективности методики через 10 лет после операции [175]. Несмотря на то, что ряд авторов описывают при применении методики относительно быстрые сроки перестройки костной ткани в очаге РО (в среднем через 3 месяца с момента операции) [147] и быстрый возврат пациента к полной активности [179], методика имеет и ряд существенных недостатков, к которым относятся невозможность полноценного восстановления конгруэнтности суставных поверхностей, как и самого дефекта; а также дефицит пластического материала при восстановлении дефектов больших размеров [4], отечественные авторы сообщают о довольно высокой частоте неудовлетворительных результатов мозаичной хондропластики, требующих повторной артроскопии [10].

Аутологичная имплантация хондроцитов (ACI) – двухэтапная процедура, заключающаяся во взятии хондроцитов из зоны хряща ненагружаемой поверхности мыщелков бедренной кости, культивировании их в течение 4-6 недель, а затем в повторной операции по замещению хрящевого дефекта [144]. MACI отличается от

АСІ тем, что культивированные хондроциты импрегнируются в коллагеновую матрицу, которая используется для закрытия дефекта хряща – таким образом минимизируется риск утери стволовых клеток и улучшается клинический результат [167].

Аутологичный матриксно-индуцированный хондрогенез подразумевает одноэтапную процедуру рассверливания зоны хрящевого дефекта с последующей имплантацией матрицы с коллагенами типа 1 и 3, в результате чего эффлюкс стволовых клеток из мышечков бедренных костей приводит к формированию нового хрящевого покрова. По сообщению Егиазаряна К.А., Лазишвили Г.Д. и соавторов, при сохранной субхондральной кости методика приводит к отличным результатам и позволяет вернуть пациентов к полной активности [5].

В среднем удовлетворительные результаты при применении указанных выше методик восстановления хряща достигаются в 79,2% случаев, а частота осложнений всё же высока и колеблется от 7% до 26% [20, 55, 111, 164]. К настоящему времени не накоплено достаточное количество данных, позволяющих рекомендовать какую-то определенную методику [146, 155, 163]. Отечественные авторы не рекомендуют выполнение операций хондропластики у детей с незакрытыми зонами роста, отдавая предпочтение методикам, стимулирующим регенерацию, в основном – остеоперфорациям [6].

1.8 Биостимуляция репарации костной и хрящевой тканей

Применение в ортопедии методик, оказывающих положительное воздействие на регенерацию костной и хрящевой тканей, выделяют в отдельную область знаний – ортобиологию [158]. Ортобиология изучает различные методы биостимуляции репарации костной и хрящевой тканей с использованием преимущественно аутологичных клеток организма человека. Среди субстанций, которые используются для биостимуляции, наиболее изученными являются: плазма, обогащенная тромбоцитами (PRP), стромально-васкулярная фракция (SVF), а также концентрат аспирата костного мозга (ВМАС).

1.8.1 Плазма, обогащенная тромбоцитами – общая характеристика

Плазма, обогащенная тромбоцитами (platelet-rich plasma, далее PRP) – это аутологичный препарат крови с концентрацией тромбоцитов выше, чем в нативной крови. Термин PRP возник в 1998 году, когда в литературе появились первые данные об эффективности применения этого препарата вместе с костными графтами при восстановлении костных дефектов челюстей у людей [138]. Клиническое применение PRP, начавшись с челюстно-лицевой хирургии и дерматологии [139], пришло в травматологию и ортопедию и привело к бурному развитию именно в этой области медицины.

PRP осуществляет своё воздействие за счет увеличенной концентрации факторов роста, высвобождающихся из тромбоцитов после их активации [80]. Последние наряду с белками, лейкоцитами и моноцитами оказывают положительное влияние на регенеративный потенциал ткани [132].

Классический метод получения PRP использует двойное центрифугирование и представляет собой следующую последовательность действий [183]:

- 1) Взятие крови у пациента
- 2) Центрифугирование крови (плазмаферез) – начальный этап для разделения плазмы и тромбоцитов от лейкоцитов с эритроцитами
- 3) Забор слоя плазмы, обогащенной тромбоцитами, из пробирки
- 4) Повторное центрифугирование для разделения полученной плазмы на плазму с повышенной концентрацией тромбоцитов (собственно PRP) и плазму, бедную тромбоцитами.

Впоследствии авторы стали выделять различные типы PRP по клеточному составу, появилось множество классификаций [57], в основе которых лежит разделение состава PRP по трём основным параметрам: **концентрация тромбоцитов в плазме, содержание лейкоцитов в PRP, метод активации PRP** [53].

По результатам множества исследований доказано, что большие концентрации тромбоцитов в PRP (около 1500 клеток в 1 мкл) обладают

наибольшим ангиогенным потенциалом в зоне действия [72, 117, 131, 211], однако при концентрациях более 1800 клеток 1 мкл ($1800 \cdot 10^3$ в 1 мл) возникает парадоксальный ингибиторный эффект в результате перенасыщения клеток факторами роста: происходит десенситизация рецепторов и прекращение ответа клеток. Наилучшим эффектом обладают составы PRP, в которых концентрация тромбоцитов превышает таковую в плазме в 2-3 раза [191].

Концентрация лейкоцитов в PRP до сих пор является дискуссионным вопросом. Ряд авторов сообщают о негативном влиянии на репарацию повышенной концентрации нейтрофилов [136, 202], другие сообщают об их антибактериальном эффекте [149]. Авторы большинства опубликованных статей сообщают о положительной роли лейкоцитов в PRP [130], а некоторые из них отмечают большее содержание репаративных цитокинов при наличии в PRP лейкоцитов [58, 62]. Лейкоциты высвобождают опиаты местного воздействия, приводя к снижению выброса субстанции P в зоне действия, что приводит к снижению локального болевого синдрома [42].

В гранулах тромбоцитов отмечают высокую концентрацию молекулы человеческого бета-дефенсина-2 (hBD-2) [200] и тромбоцидины трех типов [113], что придает PRP антибактериальный эффект.

В качестве консерванта крови при ее сборе разрешено использование растворов цитрат-декстрозы (ACD-A) [120], цитрата натрия 3,8% [14]. Препарат PRP, приготовленный с использованием антикоагулянта, находится в деактивированном состоянии – ионы кальция обратимо связаны цитратом и препятствуют активации коагуляционного каскада и выбросу факторов свертывания из тромбоцитов. Активация PRP заключается в выбросе факторов роста и цитокинов из гранул тромбоцитов. Среди различных активаторов 10% раствор кальция хлорида обладает наиболее мягкими активационными свойствами [41]. Активация PRP кальцием хлоридом 10% позволяет получить гелеобразное вещество, улучшающее репарацию тканей [119].

Скорость и продолжительность центрифугирования сильно влияют на функциональную активность и выживаемость тромбоцитов: скорость вращения

центрифуги выше 800g может снизить количество факторов роста, высвобождаемое позже из тромбоцитов [22, 116]. Рекомендуется центрифугировать кровь со скоростью не более 400g: в таком случае отмечается наименьшая концентрация провоспалительных цитокинов и преобладание моноцитов над нейтрофилами, что является наиболее благоприятным при воздействии на регенерацию тканей [64, 143, 162]. Оптимальным является двойное центрифугирование крови по 15 минут со скоростью 250g и 400g соответственно для получения оптимального состава PRP [22].

Хотя безопасность PRP для пациентов не подвергается сомнению, в настоящее время не существует консенсуса и единой стандартизированной методики, применяемой повсеместно [22]. Так как все получаемые разными авторами продукты PRP отличаются по составу, рекомендуется осуществлять подсчет концентрации тромбоцитов в получаемом продукте [214]. Несмотря на это, множество авторов подчеркивают, что наилучшим показателем состава PRP является концентрация в ней факторов роста и длительность их последующего высвобождения, а не количество тромбоцитов в итоговом продукте [90].

1.8.2 Клиническое применение PRP

В систематическом обзоре, охватывающем 48 доклинических исследований эффективности PRP на восстановление костной ткани у животных, в 36 исследованиях эффективность применения доказана [130]. Это послужило толчком для последующих клинических исследований.

Истоками применения PRP является исследование по использованию комбинации костных графтов в комбинации с PRP при костных дефектах, в результате чего получено ускорение заполнения дефекта и улучшение качества кости в зоне перестройки [138]. Авторы другого исследования сообщают о консолидации переломов у 82 из 94 пациентов с нарушенной консолидацией в срок 4 месяца с момента вмешательства с использованием PRP в зоне консолидации [128]. Ряд авторов сообщают об ускорении консолидации плохо срастающихся

переломов до 8,5 недель [69]. Bielecki с соавторами подтверждают полученные данные коллег [26]. В систематическом обзоре литературы по использованию PRP в лечении замедленной консолидации и несращения переломов из 11 клинических исследований на людях в 9 был отмечен положительный эффект PRP на консолидацию перелома, а осложнений не было описано ни в одном случае [173]. Эффективность PRP при лечении нарушений консолидации переломов подтверждают и рандомизированные исследования. Авторы одного из них использовали PRP вместе с фактором роста костной ткани - костным морфогенетическим протеином-7 (BMP-7) и получили полную консолидацию в 86,7% случаев [37]. Тем не менее, авторы признают, что получение фактора BMP-7 является более сложным технологическим процессом, ведущим к большим финансовым затратам. В недавнем рандомизированном плацебо-контролируемом двойном слепом исследовании была доказана эффективность введения PRP взрослым пациентам с нарушением консолидации перелома. Консолидация была достигнута у 81,1% пациентов в группе PRP и лишь у 55,3% в контрольной группе [71].

1.8.3 PRP в лечении рассекающего остеохондрита

В литературе описаны лишь 2 случая клинического применения PRP у пациентов с рассекающим остеохондритом. Первый клинический случай – РО 4 стадии у мужчины 40 лет с формированием полнослойного костно-хрящевого дефекта глубиной 1,83 см и шириной 1,53 см. Пациенту провели процедуру хондропластики, взяв участок остеохондральной кости с ненагружаемой поверхности мыщелка бедренной кости, при этом после обработки субхондральной кости провели её обкалывание раствором жидкой PRP, после чего на субхондральную кость была уложена мембрана, полученная активацией PRP на стекле в течение 30 минут. После укладывания остеохондрального графта боковые его поверхности и щель были также промыты жидким раствором PRP. Пациент вернулся к спорту малой активности через 4 недели, а через год была обнаружена полная консолидация графта с материнской костью [176].

Авторы другой статьи сообщают о 100% эффективности методики фиксации очага РО металлическими винтами с последующим трехкратным введением PRP внутрисуставно с расстоянием в 3 недели между инъекциями. Полное заживление очагов было отмечено в среднем через 4 месяца после операции по данным компьютерной томографии [184].

В литературе не описано ни одного случая применения PRP при РО у детей, хотя подчеркнута эффективность и безопасность как внутрисуставного введения PRP, так и внутрикостного у взрослой популяции. Наличие таких свойств, как стимуляция пролиферации, дифференцировки, способность усиливать миграцию стволовых клеток, влияние на остеогенез и даже антибактериальные свойства, доказанные во множестве исследований, позволяют выдвинуть гипотезу о положительном эффекте от применения PRP в очаге рассекающего остеохондрита на ранних стадиях у детей.

Эффект стимуляции репарации кости у детей с помощью использования комбинации рассверливания и введения PRP заключается в выходе клеток костного мозга, содержащих плюрипотентные стволовые остеопрогениторные клетки в большом количестве, на которые при введении PRP локально действуют факторы роста, способствующие их пролиферации и дифференцировке. Доказано, что в костном мозге детского организма находится больше остеопрогениторных клеток, чем у взрослых [154], поэтому применение PRP у детей имеет более расширенные показания по сравнению со взрослыми.

Литературные данные указывают на безопасность и возможную эффективность применения PRP-терапии при использовании действия факторов роста непосредственно в очаге рассекающего остеохондрита, однако на текущий момент времени в литературе не существует публикаций, посвященных введению PRP непосредственно в очаг РО без повреждения суставного хряща.

Гипотеза данного исследования заключается в том, что применение PRP-терапии при РО у детей является патогенетическим методом лечения, воздействуя на очаг нарушенной репарации кости в очаге РО, потенциально может приводить к ускорению репарации и более быстрому закрытию костного дефекта, что косвенно

должно приводить к раннему началу нагрузки и более раннему возврату к полной спортивной активности.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

2.1 Общая характеристика наблюдений

За период с 2007 по 2022 годы в ДГКБ им. Н. Ф. Филатова наблюдались и проходили лечение 119 детей с рассекающим остеохондритом мыщелков бедренных костей.

Среди всех пациентов 44 женского пола (37%) и 75 - мужского (63%). Соотношение М:Ж составило 2,1:1. Возраст детей составлял от 7 до 17 лет. Левый коленный сустав был поражен с частотой 52,1%, правый – 45,1%. У 19 детей (17%) отмечался двусторонний процесс.

2.2 Методы клинической диагностики

Физикальное обследование пациента с РО начинали со сбора анамнеза. Так как в ряде случаев пусковым фактором является эпизод травмы, в каждом случае выясняли, имеются ли у пациента в анамнезе травмы и занимается ли он спортом на профессиональном уровне.

Клиническое обследование пациента с рассекающим остеохондритом представлено полной оценкой ортопедического статуса и выполнялось по единому протоколу (приложение №1). Общий порядок осмотра пациента и проверки клинических симптомов представлен в приложении №2.

2.3 Методы инструментальной диагностики

В рамках инструментальной диагностики применяли рентгенографию, магнитно-резонансную и компьютерную томографии коленного сустава. Каждое исследование выполнялось всем детям с рассекающим остеохондритом согласно общему диагностическому протоколу.

2.3.1 Рентгенография коленного сустава.

Рентгенография коленного сустава – первое исследование, проводимое при жалобах на длительный болевой синдром в области коленного сустава. Рентгенография выполнялась в трех проекциях: прямой, боковой и специальной проекции для улучшенной визуализации очагов рассекающего остеохондрита – межмыщелковой проекции Beclere.

Прямую проекцию получали за счет укладки пациента лежа на спине, коленный сустав полностью разогнут, нога повернута кнутри настолько, чтобы горизонтальная плоскость надколенника совпадала с плоскостью рентгеновского стола, центральный луч направлялся в середину суставной поверхности (на 2 см или на один поперечник пальца ниже верхнего полюса надколенника) и далее в центр кассеты (рисунок №3).

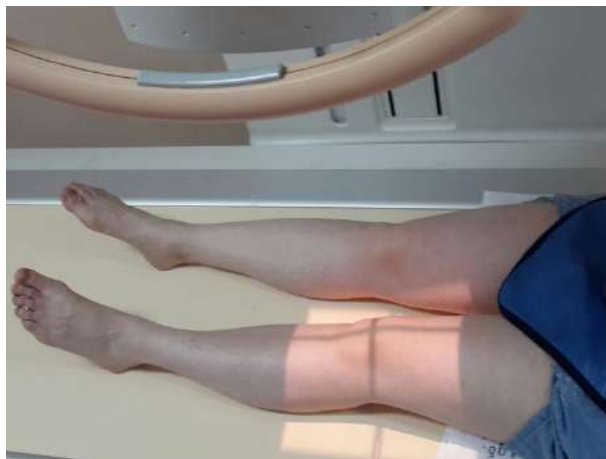


Рисунок №3. Рентгенологическая укладка при выполнении рентгенографии коленного сустава в прямой проекции

Боковую проекцию получали за счет укладки пациента в положении на боку заинтересованной стороной, коленный сустав согнут на 30-45 градусов. Центральный луч направляется по середине суставной линии (на 2 см ниже верхнего полюса надколенника) и далее в центр кассеты (рисунок №4).

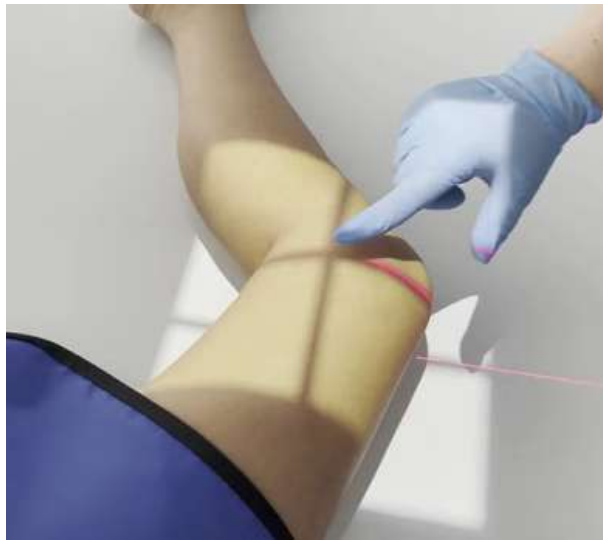


Рисунок №4. Рентгенологическая укладка при выполнении рентгенографии коленного сустава в боковой проекции

Специальную «нотч»-проекцию Beclere получали путем выполнения рентгенографии в специальном положении: пациент лежит на спине, коленный сустав находится в согнутом до 40 градусов положении, луч рентгеновского аппарата направлен под углом 90 градусов к оси большеберцовой кости, и одновременно под углом 40 градусов к горизонтальной оси, и центрирован на надколенник (рисунок №5). Проекция позволяет лучше визуализировать заднелатеральные отделы мыщелков бедренных костей.

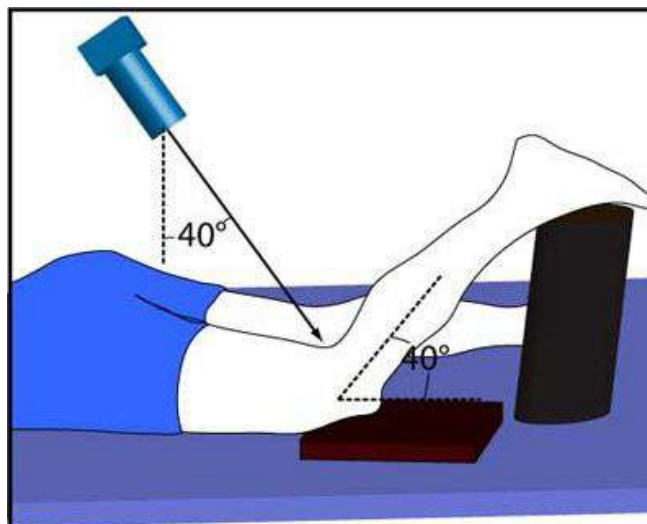
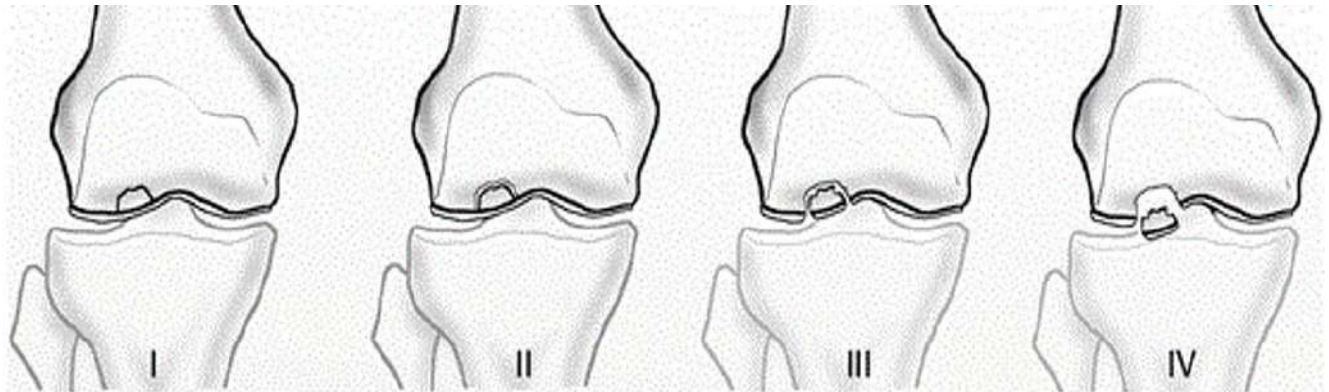


Рисунок №5. Проекция Beclere (схема).

Клинико-рентгенологическая стадия рассекающего остеохондрита определялась согласно существующей классификации Ф. Х. Баширова (1973); A. De Backer et al. (1983), состоящей из 4-х стадий: 1 стадия – формирование очага некроза; 2 стадия – фаза диссекции; 3 стадия – фаза неполного отделения некротического фрагмента; 4 стадия – фаза полного отделения костно-хрящевого фрагмента (рисунок №6).



Стадия некроза

Стадия диссекции

Стадия неполного отделения Стадия суставной мыши

Рисунок №6. Схема стадий рассекающего остеохондрита (1-4) по Ф. Х. Баширову (1973); A. De Backer et al. (1983) слева направо.

2.3.2 Компьютерная томография коленных суставов.

Компьютерная томография (КТ) выполнялась на аппарате Aquilion Prime 160 (Toshiba Medical Systems) с 160 резами за 1 оборот трубки, толщина среза 0,5 мм.

Одной из задач КТ являлась классификация очага по его локализации в мыщелке бедренной кости. Для этого использовались классификации расположения очага в сагиттальной плоскости (Harding) и во фронтальной плоскости (Cahill & Berg). Согласно классификации Harding, все очаги имеют 3 типа локализации в сагиттальной плоскости относительно двух проведенных линий: первая линия проводится по заднему контуру бедренной кости, вторая линия соответствует линии Blumensaat - которая соединяет наиболее переднюю и наиболее заднюю части крыши межмыщелкового пространства:

- кпереди от линии Blumensaat очаг определяется как тип А,

- между линиями Blumensaat и линией заднего края бедренной кости - как тип В,
- кзади от линии заднего контура бедренной кости - как тип С (см рисунок №7).

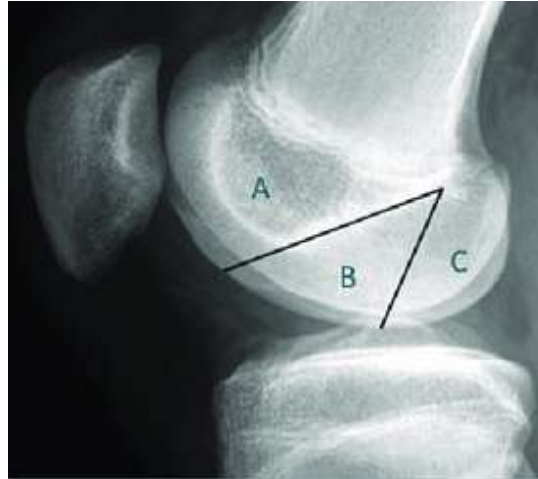


Рисунок №7 – рентгенография коленного сустава в боковой проекции. Черными линиями разделены зоны мыщелка на переднюю, среднюю и заднюю и отмечены латинскими буквами А, В, С соответственно.

Согласно классификации Cahill и Berg, все очаги имеют 5 типов локализации во фронтальной плоскости. Во фронтальной проекции проводятся 4 вертикальные линии – 2 по границам межмыщелкового возвышения, 2 – по середине мыщелков бедренных костей. Согласно линиям очаги делятся на 5 типов – начиная с медиальной локализации (медиальный отдел медиального мыщелка – зона 1), заканчивая латеральной локализацией (латеральный отдел латерального мыщелка – зона 5) – рисунок №8. Центально расположенные очаги в межмыщелковом пространстве, таким образом, являются очагами третьего типа, очаги «классической локализации» - очаги второго типа.



Рисунок №8. Рентгенограмма коленного сустава в прямой проекции. Белыми полосами отделены зоны согласно классификации по Cahill&Berg.

С помощью вычислительных инструментов ПО Radiant DICOM рассчитывалась площадь очага на основании прямых линий, проведенных по длиннику очага рассекающего остеохондрита в сагиттальной и фронтальной плоскостях на срезах КТ.

2.3.3 МРТ коленного сустава.

МРТ коленного сустава проводились в отделении лучевой диагностики ДГКБ им. Н. Ф. Филатова специалистом, обладающим компетенцией в оценке на МРТ ортопедических патологий детского возраста: использовался аппарат МРТ-диагностики Toshiba Medical Systems «Excelart Vantage» 1,5Т. При МРТ-исследовании был установлен следующий режим работы аппарата: толщина среза (Slice Thickness) – 3,0 мм; разрешение – 0,56 мм; размер матрицы (PE-Matrix) – 320; размер поля (PE-FOV) – 18,0 см; время повторения (Repetition Time, TR) – 2800 мс, время эхо (Echo Time, TE) – 18,0 мс, матрица сбора данных (Acquisition Matrix) – 384/288.

На МРТ коленного сустава у детей оценивались размеры очагов РО в режиме T2 FatSat с помощью инструмента «оценки площади внутри кривой» в программе RadiAnt DICOM Viewer 2021.2. Оценка проводилась в двух плоскостях: фронтальной и сагиттальной, после чего формировался единый параметр оценки размера очага рассекающего остеохондрита путем суммирования этих площадей – суммарная площадь очага РО по МРТ. На рисунке №9 представлен пример расчетов суммы площадей в сагиттальной ($3,076 \text{ см}^2$) и во фронтальной ($2,246 \text{ см}^2$) и плоскостях, суммарная средняя площадь очага РО составила $3,076 + 2,246 = 5,322 \text{ см}^2$.

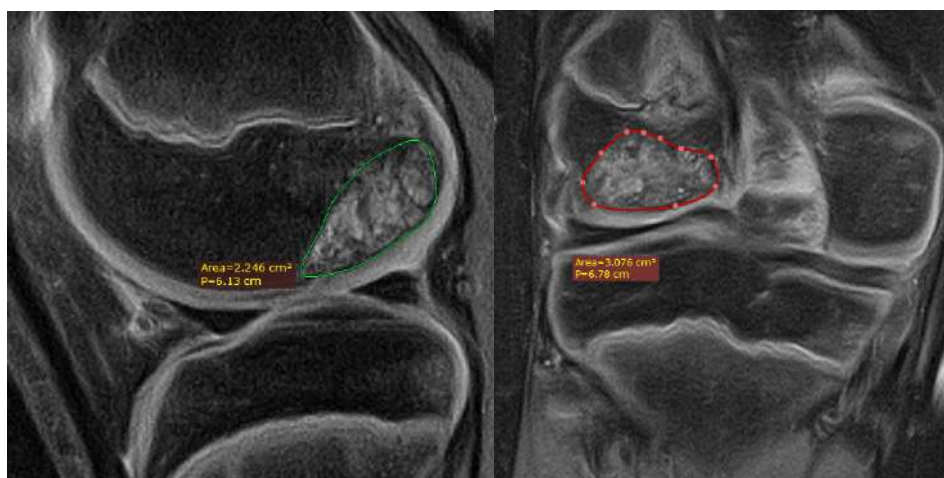


Рисунок №9. МРТ в режиме PDFS в сагиттальной и фронтальной проекциях пациента Д., 16 лет.

Распространенность перифокального отека костного вещества оценивалась путем расчета «площади внутри кривой» в программе RadiAnt DICOM Viewer 2021.2, пример представлен на рисунке №10 – суммарная площадь отека костного вещества составила: $8,999 + 6,483 = 15,482 \text{ см}^2$.

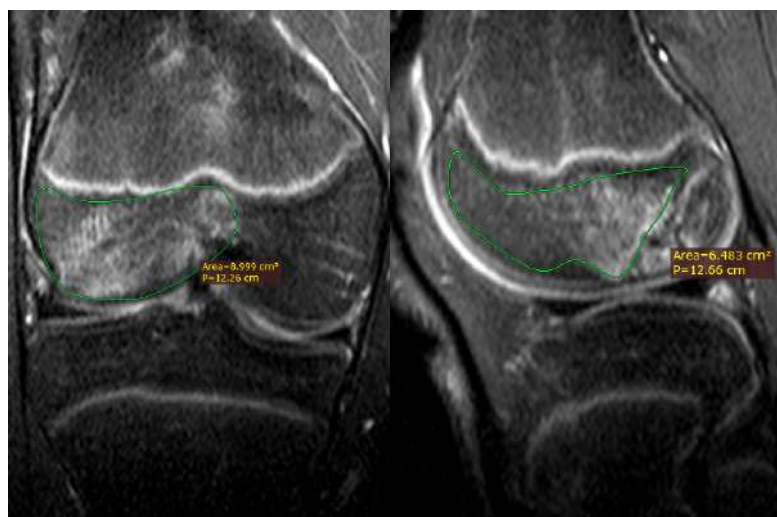


Рисунок №10. МРТ коленного сустава пациента Д., 16 лет, во фронтальной (слева) и сагиттальной (справа) проекциях в режиме PDFS.

Для оценки очагов РО по МРТ использовали 2 подхода: определение стадии очага по действующей классификации МРТ, а также определение нестабильности очагов РО. Для определения стадийности РО была использована классификация Hughston et al., 1984 [2], согласно которой выделяют 4 стадии рассекающего остеохондрита – рисунок 7:

- 1 стадия – отек костного вещества, повреждений суставного хряща нет
- 2 стадия – фрагментированность кости с наличием или отсутствием мелких костных кист и интактным хрящом
- 3 стадия – фрагментированность кости, линейное повышение T2-сигнала между костным фрагментом и материнской костью, наличие или отсутствие костных кист, отек суставного хряща или его локальные изменения интенсивности
- 4А стадия – линия повышенной T2-интенсивности, проникающая через поврежденный суставной хрящ и субхондральную кость между фрагментом в очаге и материнской костью
- 4В стадия – утрата суставного хряща над очагом, свободный костно-хрящевой фрагмент

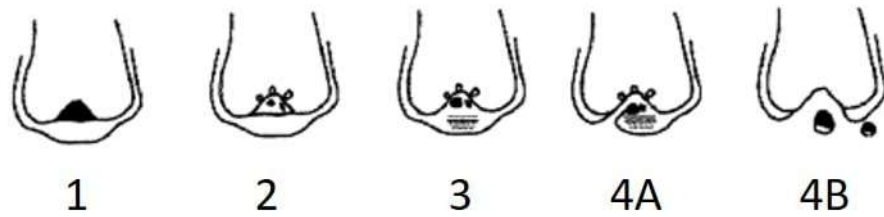


Рисунок №11. Стадии классификации рассекающего остеохондрита Hughston (MPT).

Шкала Hughston разделяет очаги РО на стабильные и нестабильные: очаги стадий 1-3 относят к стабильным, стадий 4А и 4В – к нестабильным.

В обязательном порядке проводилось определение признаков нестабильности очага РО по МРТ, описанных Kijowski с соавторами, к которым относятся ряд основных и дополнительных критериев [104]:

Основные критерии:

- 1) высокоинтенсивная полоска T2-сигнала между остеохондральным фрагментом и материнской кости в очаге (затек синовиальной жидкости),
- 2) наружная T2-гипоинтенсивная дуга, расположенная за T2-гиперинтенсивной дугой,
- 3) повреждение хряща и субхондральной кости в очаге остеохондрита в виде T2-гиперинтенсивной полоски, пересекающей эти структуры.

Основные критерии в совокупности имеют чувствительность 100% при юношеской форме РО, несмотря на низкую специфичность - до 11% [79].

Дополнительные критерии:

- 4) одна киста более 5 мм на периферии очага,
- 5) множественные кисты в субхондральной кости.

Очаг 3-го типа по классификации МРТ Hughston считался нестабильным, если присутствовали 2 основных или 1 основной и 2 дополнительных критерия нестабильности.

Пример стабильного очага представлен на рисунке №12.

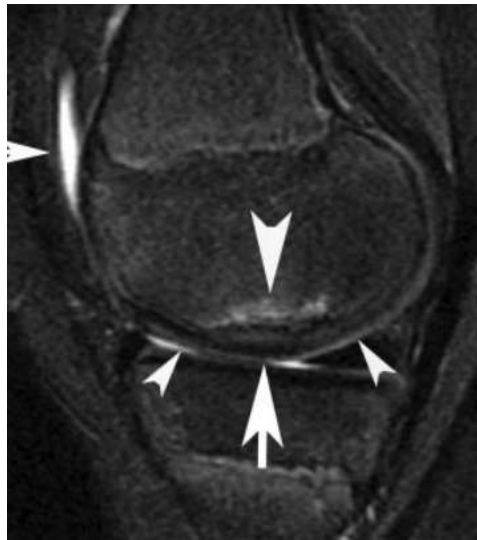


Рисунок №12. МРТ коленного сустава пациента В., 14 лет, режим PDFS.

Полностью отсутствуют признаки нестабильности очага.

Пример нестабильного очага представлен на рисунке №13.

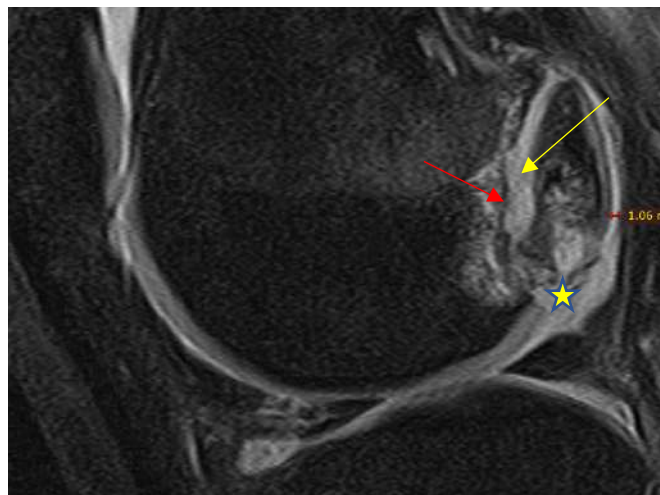


Рисунок №13. МРТ коленного сустава пациента Ч, 17 лет., в режиме PDFS.

Определяются признаки нестабильности очага РО: повреждение субхондральной кости и суставного хряща по периферии очага (желтая звездочка), линия гиперинтенсивности между остеохондральным фрагментом и его ложем (желтая стрелка), представленная затеком синовиальной жидкости, а также гипоинтенсивная полоска со стороны ложа фрагмента (красная стрелка).

2.3.4 Артроскопия коленного сустава

Методом инструментальной диагностики очага, сопряженным с проведением основного оперативного приёма, является артроскопия коленного сустава, с помощью которой возможна прямая визуализация участка суставного хряща мыщелка бедренной кости. Оценка суставного хряща проводится путем сравнения цвета хряща зоны предполагаемого нахождения очага РО с другими участками суставного хряща, проводится инструментальная пальпация этой зоны для выявления западения суставного хряща.

При западении суставного хряща в центре очага предполагается отсутствие крупного костного секвестра в очаге, при уплотнении в центре и западении суставного хряща на периферии – предполагается наличие крупного костного секвестра. Современной классификацией, позволяющей определить тип очага РО для выбора тактики оперативного лечения, является классификация общества по изучению рассекающего остеохондрита (ROCK study group). Согласно этой классификации, очаги РО можно разделить на стабильные (стадии ROCK 1-3) и нестабильные (стадии ROCK 4-6). Стабильные очаги рассекающего остеохондрита могут не иметь визуальных признаков повреждения суставного хряща (тип 1 по ROCK) – в таких случаях для интраоперационной визуализации очагов необходима дополнительная навигация с помощью рентгеноскопии, а в предоперационном периоде на первый план выходит диагностика точного места расположения очага в мыщелке бедренной кости. Подробная схема классификации ROCK приведена в приложении № 2.

Сравнение артроскопической классификации с рентгенологической и МРТ-классификациями приведено в таблице №1.

Таблица №1. Соответствие стадий очагов РОМБК между рентгенологической, МРТ, и артроскопической классификациями

Общий тип очага	Рентгенологическая классификация (Ф.	МРТ-классификация (Hughston) +	Артроскопическая классификация ROCK
-----------------	--------------------------------------	--------------------------------	-------------------------------------

	Х. Баширов и De Backley)	критерии неустойчивости	
Устойчивый	Стадии 1-2	Стадии 1-3	Стадии 1-3
Неустойчивый	Стадии 3-4	Стадии 4А и 4В	Стадии 4-6

2.4 Рабочая классификация наблюдений

В процессе диагностики и лечения РОМБК у детей для выбора тактики лечения на базе отделения травматологии и ортопедии ГБУЗ ДГКБ им. Н. Ф. Филатова ДЗМ была выработана рабочая классификация очагов. Были выделены 2 принципиально отличающихся друг от друга варианта очагов РО: устойчивые и неустойчивые.

Устойчивые очаги в рамках клинической диагностики характеризовались преимущественным отсутствием механической симптоматики у пациента (синовита, блоков, ограничения объема движений в коленном суставе). На рентгенограммах у пациентов не отмечались крупные секвестральные формы РО, при выполнении компьютерной томографии чаще всего обнаруживалось разрежение костной ткани в зоне очага с множественными мелкими кистозными полостями и отсутствием крупных секвестров более 1 см². На МРТ коленного сустава у таких детей обнаруживались стадии 1-3 по Hughston при отсутствии признаков неустойчивости или наличии лишь 1-2 дополнительных признаков (в виде субхондральной кисты более 5 мм либо множественных мелких кист).

Неустойчивые очаги РО делятся на терминальные стадии РО с полным отделением остеохондрального фрагмента (стадия свободного фрагмента) и на очаги с неполным отделением фрагмента. Неустойчивые очаги РО характеризовались прежде всего наличием механических симптомов у пациента при сборе анамнеза и физикальном обследовании. В зависимости от того, полностью ли был отделен остеохондральный фрагмент, отмечались разные клинические признаки (см. таблицу №11).

Таблица №2. Рабочая классификация очагов рассекающего остеохондрита мыщелков бедренной кости.

Тип очага	Клиническая картина	Рентгенография	КТ	MPT	Артроскопия
Стабильный	Отсутствуют механические симптомы, преобладает болевой синдром	Стадии 1-2 по Ф. Х. Баширову и De Backley	Разрежение костной ткани, возможно наличие мелких субхондральных кист	Стадии 1-3 по Hughston, отсутствие признаков нестабильности	Отсутствие повреждения суставного хряща на периферии очага
Нестабильный очаг, рефиксация возможна	Присутствуют механические симптомы, но преобладает болевой синдром	Стадии 2-3 по Ф. Х. Баширову и De Backley	Наличие крупного костного секвестра в очаге РО более 1 см ²	Стадии 3-4А по Hughston, наличие признаков нестабильности и	Наличие повреждения суставного хряща на периферии очага
Нестабильный очаг, рефиксация невозможна	Присутствуют механические симптомы, но преобладает болевой синдром	Стадии 2-3 по Ф. Х. Баширову и De Backley	Наличие фрагментации и в очаге РО, множество мелких секвестров, либо секвестр менее 1 см ²	Стадии 3-4А по Hughston, наличие признаков нестабильности и	Наличие повреждения суставного хряща на периферии очага
Полнослойный костно-	Присутствуют механические	Стадия 4 по Ф. Х. Баширову и De Backley	Наличие кратерообразного дефекта	Стадия 4В по Hughston, наличие кратера,	Полнослойный костно-хрящевой дефект,

хрящевой дефект	симптомы, болевого синдром не выражен			заполненного хряще- подобной тканью или синовиальной жидкостью	заполненны й соединитель -ной тканью
--------------------	--	--	--	---	---

При неполном отделении очага на рентгенограммах коленного сустава определялась 3-я или 2-ая (реже) стадии по классификации Ф. Х. Баширова и De Backley. На компьютерной томографии чаще всего определялась секвестральная форма РО с наличием крупного костного фрагмента. В зависимости от величины фрагмента очаги РО делились на нестабильные с неполным отделением с возможностью фиксации и с невозможной рефиксацией остеохондрального фрагмента. Ключевым значением являлся размер костной части секвестра: при его размерах менее 1 см² возможность рефиксации падала. На МРТ коленного сустава такие очаги имели 2-3 основных признака нестабильности либо 1 основной и 2 дополнительных признака.

Стадия свободного фрагмента чаще всего характеризовалась наличием блоков в суставе и ограничением объёма движений в суставе с рецидивирующими синовитами в анамнезе. На рентгенограммах коленного сустава и на КТ отмечался кратерообразный костный дефект с узурацией и склерозом субхондральной кости в ложе очага.

2.5 Технологии хирургического лечения

Всем детям в рамках малоинвазивного хирургического лечения первым этапом выполнялась диагностическая артроскопия коленного сустава по стандартному протоколу. Для выполнения артроскопии использовалась оптическая система Karl Storz – эндоскоп со срезом 30 градусов, изображение с эндоскопа подавалось на экран с помощью видеокамеры высокого разрешения (HD) фирмы Karl Storz, для нагнетания физиологического раствора в полость коленного сустава

высокопоточная помпа фирмы Karl Storz, радиочастотный аблятор фирмы Smith&Nephew, шейвер фирмы Smith&Nephew. Использовались следующие параметры: скорость потока физиологического раствора в полость коленного сустава до 80 л/мин, давление в коленном суставе от 80 до 100 мм водного столба, скорость вращения шейвера 1200-2000 оборотов в минуту, мощность коагуляции – 2-ой уровень, мощность радиочастотной абляции – 9-ый уровень.

Техника выполнения диагностической артроскопии коленного сустава.

Техника доступа не отличалась при различных локализациях очага: первым всегда осуществлялась установка ниже-латерального порта для видеокамеры. В случае нахождения очага в латеральном мышечке бедренной кости для удобства манипулирования в зоне очага осуществлялась смена портов: видеокамера перемещалась в ниже-медиальный порт, из ниже-латерального порта проводилась работа инструментами.

Порядок выполнения артроскопии:

- 1) Разрезом до 1,5 см в косо-поперечном направлении на 2 см ниже нижнего полюса надколенника и на 1 см латеральнее собственной связки надколенника выполнялся антеролатеральный доступ, через который полость коленного сустава осматривалась с помощью эндоскопа со срезом оптики 30 градусов.
- 2) Разрезом до 1,5 см в косо-поперечном направлении на 2 см ниже нижнего полюса надколенника и на 1 см медиальнее собственной связки надколенника выполнялся антеромедиальный доступ, через который в полость коленного сустава вводится эндоскопический крючок.
- 3) Осмотр коленного сустава:
 - Оценка верхнего заворота, а именно: наличие или отсутствия изменений синовиальной оболочки, состояние полулунных складок, наличие или отсутствие поперечной перегородки по типу изолированного верхнего заворота.
 - Оценка суставной поверхности надколенника и пателлофemorального тракта на наличие повреждений хряща,

оценка положения надколенника в межмышцелковой борозде (центрация надколенника или смещение в латеральную сторону), инструментальная пальпация суставного хряща надколенника для выявления западения суставного хряща (определение хондромалиции надколенника)

- Оценка медиального отдела сустава, а именно: оценка состояния медиопателлярной складки (плотность, наличие или отсутствие синовиальных разрастаний, инъекция сосудов складки), суставного хряща медиальных мыщелков бедренной и большеберцовой костей, медиального мениска – на наличие видимых повреждений или патологических изменений. С помощью эндоскопического крючка проводятся пробы на стабильность мениска, инструментальная пальпация суставного хряща с оценкой его западения (выявление очагов хондромалиции).
- Оценка переднего отдела коленного сустава – визуализация и оценка тела Гоффа (оценка строения, наличия или отсутствия инъекции сосудов, патологическое разрастание жирового тела), оценка структуры и наличия повреждений передней и задней крестообразных связок, межменисковой связки, инфрапателлярной складки. С помощью эндоскопического крючка выполняется оценка стабильности и прочности передней и задней крестообразных связок.
- Оценка латерального отдела сустава – визуализация латеральной складки и ее структуры (наличие или отсутствие синовиальных разрастаний, спайки с жировым телом Гоффа, наличие или отсутствие ущемления между надколенником и мыщелком бедренной кости), оценка подколенной связки, латерального мениска и латеральных мыщелков бедренной и большеберцовой кости на наличие повреждений или видимых патологических изменений. С помощью эндоскопического крючка проводятся

пробы на стабильность мениска, инструментальная пальпация суставного хряща с оценкой его западения (выявление очагов хондромалиции).

- 4) В антеромедиальный порт вводится шейвер, выполняется резекция ущемляющихся отделов тела Гоффа, иссечение медиопателлярной и латеральной складок коленного сустава.
- 5) Оценка очага суставного хряща очага РО путем инструментальной пальпации (рисунок №14)
- 6) Классификация очага РО по шкале ROCK и выбор дальнейшей тактики лечения.
- 7) Выполнение основного оперативного приёма.



Рисунок № 14. Артроскопия коленного сустава. Оценка суставного хряща с помощью импрессии эндоскопическим крючком с целью оценки его повреждения или размягчения с целью лучшей визуализации границ очага РО

Основной оперативный прием состоял в проведении остеоперфораций с целью стимуляции репарации костной и хрящевой тканей. Различают трансхондральные (ретроградные) остеоперфорации и антеградные (интраэпифизарные, ретроартикулярные) остеоперфорации. У детей из клинической группы нестабильных очагов с выраженной костной частью остеохондрального фрагмента, подходящих для фиксации винтом, выполнялся остеосинтез с компрессией остеохондрального фрагмента к его ложу.

В ряде случаев после проведения основного оперативного приёма с целью улучшения репарации тканей в очаге РОМБК проводилась биостимуляция раствором плазмы, обогащённой тромбоцитами. Последняя готовилась по стандартной схеме для каждого пациента.

Техника подготовки раствора плазмы, обогащенной тромбоцитами.

За 1 час до оперативного вмешательства проводился забор крови из вены иглой 20G в 5 пробирок. 4 пробирки общим объёмом 9 мл, содержавшие 1 мл 3,8% раствора цитрата натрия (антикоагулянт) и вмещавшие 8 мл крови (рисунок №15), а также 1 пробирка объёмом 9 мл без антикоагулянта. Пробирки с антикоагулянтом служили для дальнейшего приготовления концентрированной плазмы, обогащенной тромбоцитами, пробирки без антикоагулянта - для приготовления плазмы с тромбиновой активностью с целью последующей активации концентрированной плазмы. После забора крови пробирки в штативе доставлялись к лабораторной центрифуге Heraeus Labofuge 400 (Thermo Scientific) с радиусом вращения 10 см.

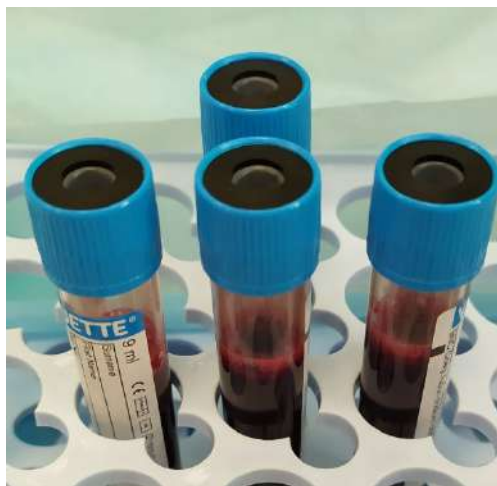


Рисунок №15. Пробирки Vacuette 9 мл с консервантом крови Натрия цитратом 3,8 % - 1 мл, заполненные кровью, взятой у пациента для приготовления плазмы, обогащенной тромбоцитами.

Проводилось 1-ое центрифугирование всех пробирок со скоростью 250g (при радиусе центрифуги 10 см соответствует скорости вращения 1500 оборотов в минуту). Для расчета скорости вращения в оборотах в минуту и соответствующей относительной скорости центрифуги (ОСЦ, g) использовалась формула:

$ОСЦ = 1.12 \times R \times (ОМ/1000)^2$, где: ОСЦ – относительная скорость центрифуги в g, R – радиус центрифуги в миллиметрах, ОМ – количество оборотов в минуту.

После 1-го центрифугирования стерильной иглой 20G, присоединенной к шприцу объёмом 12 мл, выполнялся забор плазмы из 4-х пробирок с антикоагулянтом путем аспирации. Полученная плазма помещалась в полипропиленовую пробирку объёмом 15 мл без наполнителя. Последняя загружалась в центрифугу и проводилось 2-ое центрифугирование с относительной скоростью 400g (1900 оборотов в случае использования центрифуги с радиусом вращения 10 см). После повторного центрифугирования на дне пробирки выделяли 3 слоя – слой эритроцитов красного цвета, слой лейкоцитов и тромбоцитов белесоватого цвета, а также плазма (рисунок №16). Иглой 20G с присоединенным к ней шприцом объёмом 12 мл выполнялась экстракция из пробирки плазмы в направлении от основания пробирки к её дну до момента, когда в пробирке останется 1,5 мл полученного препарата. Полученный препарат ресуспензировался с использованием ручной методики в течение 1-ой минуты, после чего проводился забор 0,5 мл полученного препарата для экспресс-исследования на аппарате для подсчета клеток крови, а также забор 1 мл оставшегося препарата в шприц объёмом 5 мл для последующего введения в очаг РО.



Рисунок №16. Содержимое пробирки после двукратного центрифугирования крови по описанным выше циклам. В верхнем отделе остаётся плазма, бедная тромбоцитами (А) – ниже находится лейкотромбослой белесоватого цвета (Б), ещё ниже – слой эритроцитов (В).

Из пробирки без антикоагулянта, которая прошла только 1 цикл центрифугирования, проводился забор 0,5 мл плазмы с тромбиновой активностью: сгусток фибрина, расположенный в верхних слоях (рисунок №17), отдавливался иглой 18G, присоединенной к шприцу объёмом 5 мл последовательно в течение 10-15 раз, после чего производится забор жидкой светло-желтой части плазмы, в которой находился сгусток. Полученные 0,5 мл плазмы с тромбиновой активностью далее были использованы для получения комбинированного раствора аутологичной концентрированной плазмы.

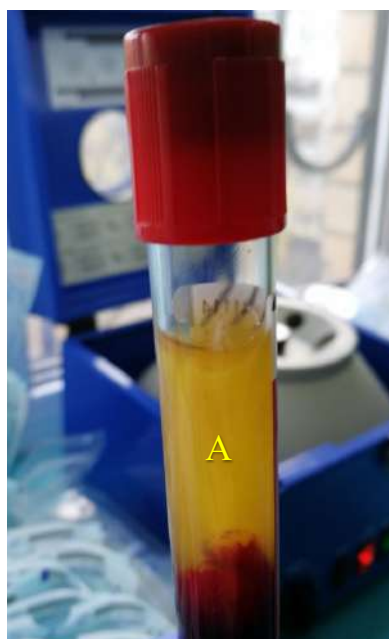


Рисунок №17. Содержимое пробирки с кровью пациента без антикоагулянта, прошедшей однократное центрифугирование. В верхнем отделе находится сгусток плазмы (А), обогащенной тромбоцитами, который впоследствии отдавливается иглой с забором плазмы, богатой тромбином.

Контроль содержания тромбоцитов в препарате концентрированной плазмы выполнялся путем приготовления отдельной порции PRP и подсчета количества клеток в автоматическом гематологическом анализаторе Horiba ABX Micros ES 60. Концентрация последних в 2-2,5 раза превышала содержание тромбоцитов в плазме крови ребенка в норме при заборе венозной крови (проводилось сравнение с общим анализом крови, выполненным в рамках предоперационной подготовки пациента) – таблица №3.

Таблица №3. Сравнительная оценка концентрации тромбоцитов в плазме крови и в полученном растворе плазмы, обогащенной тромбоцитами.

№ пробы	Концентрация тромбоцитов в 1 микролитре крови	Концентрация тромбоцитов в 1 микролитре раствора PRP
Проба №1	234	508
Проба №2	269	633
Проба №3	281	571
Проба №4	192	484
Проба №5	277	627
Проба №6	242	583
Проба №7	298	711
Проба №8	214	517

2.6 Статистическая обработка данных

Статистический анализ данных проводился в программе SPSS 26 по схеме (рисунок №18).



Рисунок №18. Схема статистического анализа данных в программе SPSS 26

Первым этапом распознавался тип распределения анализируемых признаков. Для признаков, имеющих нормальное распределение, средние значения указывались в формате $\text{среднее} \pm \text{стандартное отклонение}$. Для признаков, имеющих распределение, отличное от нормального, значения указывались в формате медиана (межквартильный размах). Так как большинство исследуемых признаков (103 из 112) имели распределение, отличное от нормального, в исследовании использовались непараметрические методы.

Критерий Краскелла-Уоллеса для независимых выборок с несколькими группами при анализе количественных показателей, Кси-квадрат Пирсона с поправкой Йетса и таблицы сопряжения – для сравнения качественных признаков. С помощью метода Данна проводился post-hoc анализ парных сравнений между группами после анализа Краскелла-Уоллеса.

Для зависимых переменных с распределением, отличным от нормального, использовали критерий Вилкоксона.

Корреляция между признаками оценивалась путем применения коэффициента Спирмана для порядковых и непрерывных количественных признаков, направление зависимости (обратная или прямая зависимость) между непрерывными количественными признаками подтверждалось применением критерия Кендалла.

С целью определения пограничных значений количественных признаков, имеющих корреляцию с дихотомическими признаками, а также их чувствительности и специфичности, использовалось построение кривых ROC в программном обеспечении (ПО) SPSS 26.

Разработка шкалы критериев выздоровления проводилась с использованием эксплоративного факторного анализа по методу главных компонент, внутренняя согласованность факторов подтверждалась определением альфы Кронбаха.

2.7 Протокол послеоперационного наблюдения

Пациенты в послеоперационном периоде проходили контрольные осмотры по схеме: 1, 3, 6, 12 месяцев с момента оперативного вмешательства. Дальнейшие осмотры осуществлялись 1 раз в 3 месяца до полного заживления очага РОМБК.

За период с 2007 по 2017 годы протокол обследования включал выполнение МРТ коленного сустава в послеоперационном периоде каждые 3 месяца. Во время планирования исследования поставлена гипотеза об ускоренной репарации тканей в очаге при применении новых методик, улучшающих репаративный остео- и хондрогенез в очагах РОМБК, поэтому с 2017 года включительно МРТ коленного сустава выполнялось по учащенному протоколу с целью выявления раннего полного заживления очагов РОМБК.

Изменения в протоколе состояли в том, что с 2017 года включительно МРТ стали выполнять через 2, 4, 6 месяцев с момента операции, далее – 1 раз в 3 месяца в случае отсутствия признаков заживления очага РОМБК.

В случае полного заживления очага РОМБК к 6 месяцам и ранее с момента операции, контрольная МРТ выполнялась в срок 1 год с момента операции. В случае отсутствия заживления очага к моменту одного года с момента операции МРТ выполнялась каждые 3 месяца по достижении полного заживления очага РОМБК.

Компьютерная томография выполнялась в сроки 6 и 12 месяцев с момента операции. В случае отсутствия заживления очага к моменту одного года с момента операции контрольная КТ выполнялась каждые 6 месяцев по достижении полного заживления очага РОМБК.

Оценка по клиническим шкалам субъективной оценки проводилась через 3, 6, 12 месяцев с момента операции. В случае отсутствия заживления очага к моменту одного года с момента операции оценка по клиническим шкалам проводилась каждые 3 месяца по достижении полного заживления очага РОМБК.

2.8 Оценка результатов лечения

Оценка результатов лечения проводилась с использованием субъективных клинических шкал оценки функционирования коленного сустава, с помощью разработанной МРТ-классификации, а также с помощью критериев выздоровления, объединенных в общую шкалу оценки результата.

2.8.1 Оценка результатов по клиническим шкалам

Оценка результатов лечения РОМБК у детей в аспекте функциональности коленного сустава, мобильности пациентов и отсутствии симптомов, проводилась по ряду параметров:

- значения субъективных шкал оценки функций коленного сустава (Pedi-IKDC, SKV) и общей шкалы оценки здоровья (SF-36),
- оценка остаточных симптомов,
- оценка скорости возврата пациента к полной активности.

Для наиболее достоверной оценки за точку сравнения был взят временной период в 1 год с момента операции.

Среди субъективных шкал оценки в детской травматологии и ортопедии по всему миру наиболее активно используется шкала Pedi-IKDC. Шкала является универсальной методикой оценки функции коленного сустава, адаптированной для детей старше 10 лет, содержит 14 вопросов, затрагивающих функционирование коленного сустава и уровень возможной нагрузки на сустав, имеет хорошие показатели надежности. Русскоязычная версия шкалы Pedi-IKDC валидирована и может применяться в исследованиях [92]. Главным итоговым показателем в шкале является функциональность коленного сустава в процентах от 0 до 100. Шкала имеет определенные в исследованиях границы нормы - 86 баллов в среднем для детей без оперативного вмешательства на коленном суставе в анамнезе и 70 баллов – для детей, перенесших оперативное вмешательство в анамнезе, считаются

пороговыми цифрами, при которых результат лечения расценивается как хороший [156].

Шкала SKV (simple knee value) является упрощенной и представлена одним вопросом – «какова функция вашего коленного сустава в данный момент?». Преимущество ее заключается в возможности использования у детей раннего возраста (до 10 лет) по сравнению с Pedi-IKDC, ряд вопросов которой могут вызвать у детей такого возраста затруднения. Шкала SKV имеет гораздо меньший «эффект потолка» - доля ответов с максимальным количеством баллов (100 баллов) у шкалы SKV составляет лишь 6% по сравнению с рядом исследований шкалы PEDI-IKDC, где эффект потолка достигается с частотой до 34% [133].

Шкала SF-36 – универсальный инструмент оценки общего состояния здоровья, использующийся в медицине повсеместно во множестве ее областей, имеет высокую степень надежности и универсальности. Опросник состоит из нескольких групп вопросов, которые характеризуют ряд параметров жизни пациента: физическое функционирование, ролевое функционирование (влияние физического состояния пациента на его повседневную ролевую деятельность – обучение в школе, занятия в секциях), интенсивность боли и ее влияние на повседневную деятельность, общее состояние здоровья, жизненная активность, социальное функционирование (оценивает влияние физического и эмоционального состояния на общение со своим окружением), психическое здоровье. Русскоязычная версия шкалы валидирована и может использоваться в исследованиях.

Первое заполнение шкал SKV и Pedi-IKDC проводилось в стационаре детской травматологии и ортопедии ДГКБ им. Н.Ф. Филатова. Контрольное заполнение шкал проводилось на амбулаторных осмотрах 1 раз в 3 месяца до момента снятия пациента с наблюдения в присутствии врача для возможности ответа на возникавшие при заполнении шкал вопросы.

2.8.2 Оценка результатов по шкале МРТ

В связи с отсутствием рентгенологической нагрузки, способностью детально оценивать все составляющие очага РОМБК, для оценки степени заживления очага решено использовать данные МРТ. Для получения данных о степени заживления очага на кафедре детской хирургии ПФ ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова разработана шкала оценки заживления по МРТ.

Прототипом для разработанной шкалы МРТ является рентгенологическая система оценки результатов лечения РОМБК Wall EJ [207], имеющая аналогичную 100-балльную оценочную систему и схожие параметры оценки с некоторыми различиями.

Параметром, определяющим заживление очага, является «общее заживление». Показатель шкалы «общее заживление» высчитывается как среднее арифметическое и проистекает из 4-х других, которые оцениваются по 100-балльной рейтинговой системе.

1. Степень отека костного вещества. Параметр представляет собой площадь интактной костной ткани мыщелка бедренной кости и оценивается ориентировочно в процентном соотношении к площади костной ткани с перифокальным отеком костного вещества, который представлен зоной костной ткани материнской части мыщелка над очагом с увеличенной интенсивностью сигнала. Совокупность оценки для сагиттальной и фронтальной проекций достигается вычислением среднего арифметического. Пример: эксперт ориентировочно определил, что величина отека костного вещества над очагом составляет 30% мыщелка бедренной кости в сагиттальной проекции и 50% - во фронтальной. В среднем поражение мыщелка составляет 40%. Интактная зона мыщелка, таким образом, составляет $100-40=60\%$. В таком случае можно оценить данный параметр в 60 баллов.

На МРТ (рисунок №19) желтой непрерывной линией отмечен участок повышенной интенсивности в материнской части кости, соответствующий отеку костного вещества. Последний занимает приблизительно 25% части мыщелка.

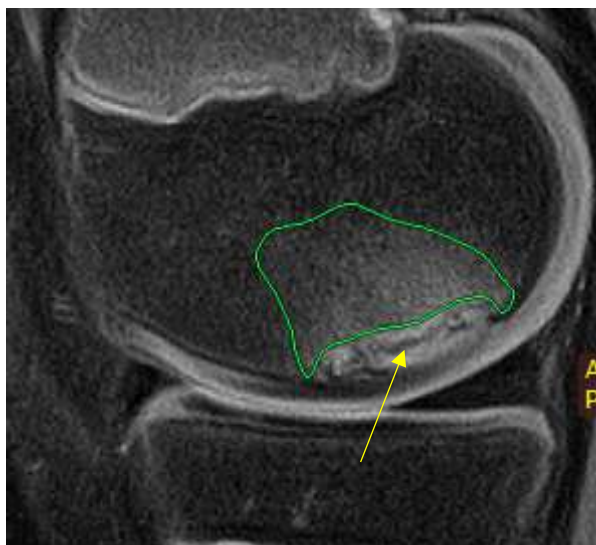


Рисунок №19 – МРТ коленного сустава ребенка с очагом РО в режиме PDFS в сагиттальной проекции. Зеленой непрерывной линией обведен участок повышенной интенсивности в материнской части кости, соответствующий отеку костного вещества.

2. Степень консолидации. Параметр отражает протяженность связи между материнской костью и костно-хрящевым фрагментом. Материнская часть кости – это костная ткань мыщелка бедренной кости, не входящая в состав остеохондрального фрагмента, но прилегающая к очагу, обычно на рентгенографии она представлена ободком склероза. Показатель степени консолидации представлен процентным отношением протяженности гипоинтенсивной линии между материнской костью и остеохондральным фрагментом к общей протяженности очага по линии материнской части кости. По методике вычисления среднего арифметического между показателями в сагиттальной и фронтальной проекциях высчитывается общий показатель степени консолидации. К примеру: если протяженность гипоинтенсивной линии 70% в сагиттальной плоскости и 60% во фронтальной по отношению ко всей длине очага по материнской части кости, то в среднем показатель составляет 65%. Это означает, что фрагмент на 65% отделен от материнской части кости, 65% занимает зона нарушенной консолидации. Т.к. оценка 100 баллов представляет собой полную консолидацию, в таком случае количество баллов по шкале: $100 - 65 = 35$ баллов.

На рис. № 19 желтой стрелкой указана гипointенсивная полоска между остеохондральным фрагментом и материнской костью. Последняя занимает около 80% длины всего очага спереди назад, с мозаично расположенным гиперинтенсивными участками, соответствующими костной ткани, всё ещё частично соединяющей фрагмент с материнской костью.

3. Структура костного вещества. Параметр оценивается по степени интенсивности сигнала от костной части очага РО и фрагментированности очага, что косвенно отражает степень структурных изменений костной ткани в очаге РО. За основу принята степень интенсивности сигнала по черно-белой шкале между суставным хрящом (0 баллов – наиболее интенсивный сигнал – наиболее белая окраска) и интактной костной тканью, видимой на данной МР-картине (100 баллов – наименее интенсивный сигнал – наиболее черная окраска). Наличие фрагментированности костной ткани в очаге не позволяет оценить достоверно степень интенсивности сигнала в очаге и является абсолютным признаком нарушения структуры костной ткани, поэтому в случае фрагментированности костной части очага автоматически ставится оценка в 20 баллов. К примеру: костная ткань в очаге по степени сигнала почти полностью соответствует сигналу интактного суставного хряща мыщелка в обеих проекциях, расположенного на удалении от очага РО. Фрагментированность костной ткани в очаге отсутствует. В таком случае ставится оценка от 0 до 10 баллов. Если по степени интенсивности костная ткань в очаге находится по оттенку между суставным хрящом и интактной костной тканью, а фрагментированности костной части очага не отмечается, это соответствует 50 баллам.

На рисунке №20 двумя желтыми головками стрелок указана зона костной части остеохондрального фрагмента в очаге рассекающего остеохондрита, последний гиперинтенсивной окраски, по серо-черной цветовой шкале ближе к суставному хрящу, что соответствует 10 баллам.

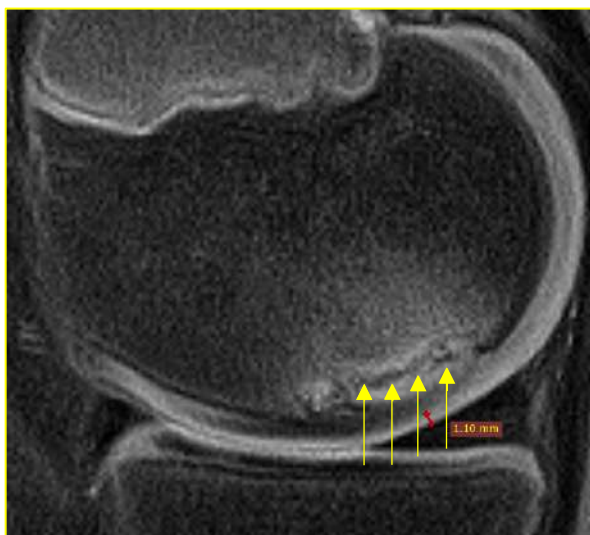


Рисунок №20 - МРТ коленного сустава ребенка с очагом РО в режиме PDFS в сагиттальной проекции.

4. Оценка суставного хряща. Проводилась с помощью шкалы ICRS для МРТ, которая имеет 4 стадии нарушения хряща (рисунок № 21).

Согласно литературным данным отдалённых наблюдений о повышенной частоте артроза коленного сустава до 70% у пациентов с РОМБК после отрыва костно-хрящевого фрагмента [177], а также корреляционным данным о значении T2-сигнала и стадии повреждения суставного хряща бедренной кости по ICRS [192], полученном при картировании суставного хряща, шкала МРТ адаптирована для удобства применения в 100-балльной системе: 1 стадия соответствует 85 баллам, вторая стадия – 65 баллов, третья стадия – 30 баллов, 4 стадия (суставной хрящ отсутствует) – 0 баллов (рисунок №21).

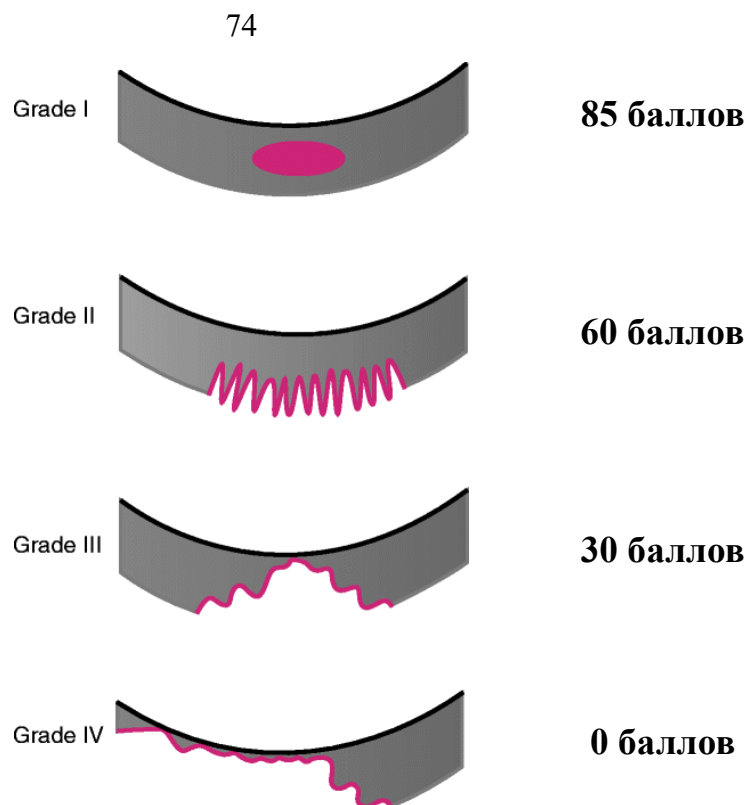


Рисунок №21. Классификация повреждения суставного хряща общества по изучению восстановления хряща (ICRS) [30] – слева, соответственное количество баллов по 100-балльной шкале MPT – справа.

На рисунке №22 отмечается истончение и гипоинтенсивность сигнала от суставного хряща в зоне очага РО. МР-картина соответствует третьей стадии повреждения хряща по ICRS. Предлагается поставить 30 баллов.

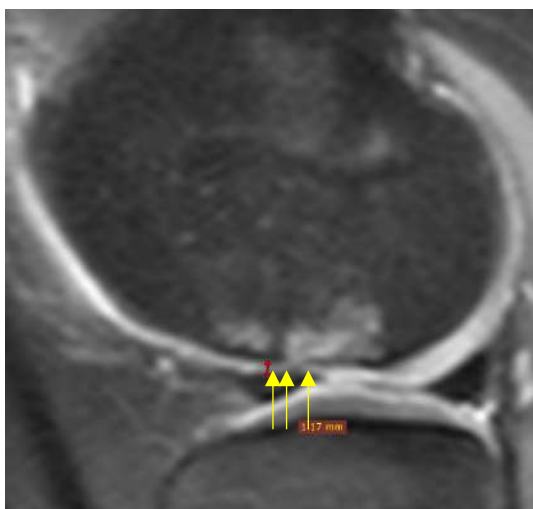


Рисунок №22. МРТ коленного сустава ребенка с очагом РО в режиме PDFS в сагиттальной проекции. Желтыми стрелками указан истонченный суставной хрящ.

5. Общее заживление очага. В отличие от оригинального исследования Wall EJ[207], данный параметр рассчитывался как среднее арифметическое от 4-х вышеописанных.

Оценка надежности новой шкалы оценки заживления очага рассекающего остеохондрита у детей по МРТ проводилось с помощью экспертной группы. Участники экспертной группы проводили оценку МРТ-исследований только после прохождения двухэтапного обучения с клиническими примерами. Эксперты не участвовали в отборе или подготовке пациентов и не участвовали в лечении пациентов, чьи МР-исследования использовались в этой научной работе. Каждый из экспертов отдельно оценивал 34 исследования дважды с интервалом в 4 недели, после чего заполнял электронную таблицу с личным доступом к ней.

Оценка надежности новой методики проводилась в результате расчёта коэффициента внутриклассовой корреляции (ICC) для определения согласованности между экспертами, затем согласованность индивидуальных оценок каждого эксперта, выставленных с временным интервалом величиной 4 недели. Расчет коэффициента внутриклассовой корреляции, определяющего количественно степень согласованности оценок, проводился в ПО SPSS 26 (IBM) по двухфакторной смешанной методике. Результаты полученных значений ICC интерпретировались согласно принятой методике оценки согласованности по Landis, J. R et al. [11] (см таблицу №4).

Таблица №4. Адаптированная шкала интерпретации результатов подсчета коэффициента внутриклассовой корреляции (ICC). Оценивается согласованность между экспертами.

0,00-0,20	0,21-0,40	0,41-0,60	0,61-0,80	0,81-1,00
Минимальная согласованность	Слабая согласованность	Умеренная согласованность	Сильная согласованность	Абсолютная согласованность

За статистически значимые принимались значения $p < 0,05$.

В исследовании надежности участвовали: 1 студент медицинского университета, обучающийся на 6-ом курсе, 3 ординатора 2-го года обучения по специальности детская хирургия, врач травматолог-ортопед, врач-рентгенолог

высшей категории. Участники оценивали 34 МРТ детей с разными сроками послеоперационного периода 2 раза с временным интервалом в 4 недели.

По результатам исследования выявлен высокий уровень межэкспертной согласованности по всем параметрам шкалы МРТ, при оценке «общего заживления» по шкале МРТ значение ICC достигло 0,993. Результаты всех параметров шкалы МРТ представлены в таблице №5.

Таблица №5. Значения коэффициента внутриклассовой корреляции для каждого параметра оценки заживления очага рассекающего остеохондрита по МР-шкале.

	<u>Степень отека костного вещества</u>	<u>Степень консолидации</u>	<u>Структура костного вещества</u>	<u>Оценка суставного хряща</u>	<u>Общее заживление очага</u>
Коэффициент внутриклассовой корреляции	0,972	0,984	0,977	0,977	0,993

Помимо межэкспертной согласованности была оценена и внутриэкспертная (по результатам сравнения оценок МРТ одного и того же исследователя с интервалом в 4 недели) – показатель ICC составил 0,86, что также свидетельствует об отличной степени надежности шкалы как инструмента оценки очагов рассекающего остеохондрита.

Проведена оценка корреляции шкалы МРТ с клиническими шкалами оценки Pedi-IKDC и SKV. Статистически значимых корреляций со шкалой SKV выявлено не было, однако обнаружена умеренной силы ($r=0,431$) прямая корреляция ($p=0,003$) между средними значениями общего заживления по шкале МРТ в периоды 6 и 12 месяцев после операции с одной стороны – и с оценками функциональности коленного сустава по Pedi-IKDC с другой стороны.

Таким образом, 100-балльная шкала МРТ позволяет оценить динамику репаративных процессов суставного хряща, костной части очага РО, а также динамику разрешения отека костного вещества мыщелка бедренной кости, с высокой степенью надежности. Полученные данные позволили использовать

шкалу в качестве оценочного средства для выявления динамики процесса заживления очага рассекающего остеохондрита в послеоперационном периоде у детей.

В данном исследовании пороговым значением шкалы МРТ для утверждения о полном заживлении очага решено установить значение 75 баллов. В рентгенологической системе оценки степени заживления очага Wall EJ [208] установлено аналогичное пороговое значение, впоследствии применённое в исследовании результатов лечения РОМБК [51]. Оценка по шкале МРТ проводилась в предоперационном периоде после выполнения МРТ пациенту в стационаре накануне оперативного вмешательства. Контрольные МРТ выполнялись согласно установленному протоколу послеоперационного обследования в амбулаторном порядке, после чего данные оценивались по критериям шкалы МРТ.

2.8.3 Критерии выздоровления

В связи с тем, что на функциональный результат лечения рассекающего остеохондрита мышечков бедренной кости влияет целый ряд факторов, а точные критерии выздоровления в литературе не описаны, на кафедре детской хирургии РНИМУ им. Н. И. Пирогова создана шкала оценки результатов лечения РО мышечков бедренной кости у детей.

В рамках разработки шкалы оценки выздоровление после РОМБК у детей первым этапом выполнялся факторный анализ данных. В анализ были включены следующие количественные параметры, полученные через 1 год с момента операции: средняя площадь отека мышечка, средний балл по шкалам SKV и Pedi- IKDC, средний размер очага на МРТ и КТ, значение параметра общего заживления 100-балльной шкалы МРТ.

Первый этап факторного анализа исключил параметры размеров очагов на КТ и МРТ, а также размеров отека костного вещества мышечка на МРТ по причине мультиколлинеарности — не было выявлено переменных с силой

взаимозависимости более $r=0,9$. Анализ продолжен после исключения вышеуказанных признаков. Анализ Кайзера-Мейера-Олкина подтвердил достаточность пациентов в выборке для продолжения анализа и составил 0,725. Тест сферичности Бартлетта подтвердил адекватность количества корреляций для проведения факторного анализа ($p=0,000$) – таблица №6.

Таблица №6. Результаты анализа адекватности выборки и надежности факторного анализа

КМО и критерий Бартлетта

Мера адекватности выборки Кайзера-Майера-Олкина (КМО).		,725
Критерий сферичности Бартлетта	Примерная Хи-квадрат	98,823
	ст.св.	15
	Значимость	,000

Совокупная дисперсия выявила значимый вклад лишь возможных 2-х компонентов из приведенных (таблица №7).

Таблица №7. Совокупная дисперсия компонентов факторного анализа.

Объясненная совокупная дисперсия									
Компонент	Начальные собственные значения			Извлечение суммы квадратов нагрузок			Ротация суммы квадратов нагрузок		
	Всего	% дисперсии	Суммарный %	Всего	% дисперсии	Суммарный %	Всего	% дисперсии	Суммарный %
1	2,779	46,319	46,319	2,779	46,319	46,319	2,640	43,999	43,999
2	1,162	19,362	65,681	1,162	19,362	65,681	1,301	21,681	65,681
3	,748	12,463	78,143						
4	,571	9,509	87,653						
5	,437	7,285	94,938						
6	,304	5,062	100,000						

Метод выделения факторов: метод главных компонент.

График дисперсии подтверждает полученные данные: выделяются 2 взаимосвязных компонента (таблица №8).

Таблица №8. Матрица компонентов факторного анализа.

Матрица компонентов^а

	Компонент	
	1	2
Шкала MPT	,747	
Шкала Ped-IKDC	,730	
Шкала SKV		,875

Метод выделения факторов: метод главных компонент.

а. Извлечено компонентов - 2.

Проведенный факторный анализ по методу анализа главных компонент выявил наличие двух созависимых компонент, в которые вошли шкала MPT, Pedi-IKDC с одной стороны и SKV – с другой. Анализ внутренней согласованности (альфа Кронбаха выявил неудовлетворительную внутреннюю согласованность между тремя компонентами анализа), в связи с чем шкала SKV была исключена из шкалы критериев выздоровления. После анализа внутренней согласованности значений шкалы Pedi-IKDC и шкалы MPT выявлен удовлетворительный показатель внутренней согласованности (альфа Кронбаха составила 0,536) – таблица №9.

Таблица №9. Показатель внутренней согласованности компонентов шкалы выздоровления

Статистика надежности		
Альфа Кронбаха	Альфа Кронбаха на основе стандартизованных пунктов	N элементов
,536	,613	2

Таким образом, значения шкалы MPT и шкалы Pedi-IKDC были включены в критерии выздоровления после оперативного лечения РОМБК. В качестве дополнительных критериев в шкалу внесен качественный параметр: возврат к полной активности.

В шкалу оценки выздоровления вошли такие показатели, как «возврат к спортивной активности», «количество баллов по шкале PEDI-IKDC», а также «количество баллов по 100-балльной MPT». В совокупности результаты лечения были разделены на 4 группы по возрастанию: неудовлетворительный, удовлетворительный, хороший и отличный результаты лечения (см. таблицу №10).

Таблица №10. Шкала оценки результатов лечения детей с рассекающим остеохондритом мыщелков бедренной кости.

Плохой	Неудовлетворительный	Хороший	Отличный
- Менее 50 баллов по шкале PEDI-IKDC - В сочетании с: менее 50 баллов по шкале MPT	51-64 баллов по шкале PEDI-IKDC - Отсутствие возврата к полной активности - Количество баллов по шкале MPT от 51 до 64 - Функциональность по IKDC 85 баллов в сочетании с низкими баллами по шкале MPT (до 50)	65-74 баллов по шкале PEDI-IKDC 65-74 баллов по шкале MPT - Возврат к полной активности с ограничениями спортивной активности	- Не менее 75 баллов по шкале PEDI-IKDC - Не менее 75 баллов по шкале MPT - Возврат к полной повседневной и спортивной активности

Отличный результат достигался при выполнении трёх условий: возврата к полной повседневной и спортивной активности на том же уровне, что и до заболевания, количестве баллов по Шкале MPT более 75, количестве баллов по шкалам PEDI-IKDC и SKV более 75. Хорошим результатом считали сочетание возврата к полной повседневной активности в сочетании с ограничениями спортивной, а также с количеством баллов 61-75 по шкалам клинической оценки и 61-75 баллов – по шкале MPT. Критериями неудовлетворительного результата являлись: количество баллов по клиническим шкалам от 51 до 65 в сочетании с оценкой по шкале MPT от 51 до 65 баллов, а также отсутствие полного возврата к повседневной активности. У отдельной категории пациентов, у которых по результатам лечения остался полнослойный хрящевой дефект в связи с терминальной стадией рассекающего остеохондрита (4 стадия), наблюдались высокие значения функциональности по шкалам IKDC и SKV (более 85 баллов) в сочетании с низкими баллами по шкале MPT (обычно менее 50 баллов) в связи с наличием полнослойного хрящевого дефекта. Такую когорту пациентов мы относили к неудовлетворительному результату в связи с худшим прогнозом для коленного сустава относительно других форм РО, что доказано в мировой литературе[177]. Плохому результату соответствовали: оценка очага РОМБК менее

50 баллов по клиническим шкалам в сочетании с количеством баллов по 100-балльной шкале МРТ менее 60.

Отличный и хороший результаты расценивались как выздоровление пациента. Неудовлетворительный результат представлял собой частичную положительную динамику, не приведшую к полному выздоровлению, когда ожидания пациента по результату оперативного вмешательства не оправдались. Очаги, у которых результатом лечения считался «плохой», являлись персистирующими и требовали подбора дальнейшей тактики лечения, в частности – выполнения повторного оперативного вмешательства.

Для выполнения ROC-анализа с определением порогового значения по шкале МРТ для определения прогноза заживления очагов РОМБК критерии выздоровления приведены в виде дихотомической переменной: объединены «плохие» и «неудовлетворительные» результаты, которые противопоставлены «хорошим» и «отличным».

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

3.1 Общая характеристика пациентов

За период с 2010 по 2022 годы в ДГКБ им. Н. Ф. Филатова наблюдались и проходили лечение 119 детей с рассекающим остеохондритом мыщелков бедренных костей.

Распределение пациентов (n=119) по полу представлено в круговой диаграмме на рисунке №19, соотношение М:Ж составило 2,1:1, соотношение на круговой диаграмме на рисунке №23.

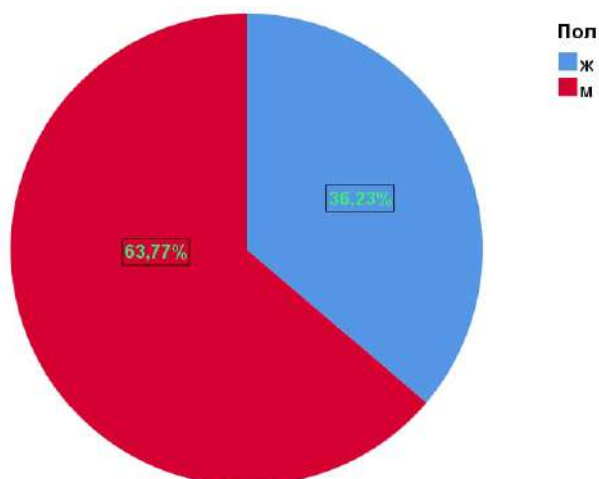


Рисунок №23. Распределение пациентов по полу.

Возраст детей составлял от 7 до 18 лет, средний возраст составил $13,4 \pm 1,7$ лет (от 7 до 17 лет). Пациенты были разделены на подгруппы согласно возрастным периодам, которые выделяют в педиатрии (младший школьный период от 7 до 11 лет, подростковый – 12-14 лет, юношеский – 15-18 лет).

Наибольшее количество детей (43,5%) принадлежали к подростковому возрастному периоду, почти равной по соотношению явилась и подгруппа юношеского возрастного периода, что соответствует данным мировой литературы о большей предрасположенности подростков и юношей к возникновению РОМБК[140] (рисунок №24).

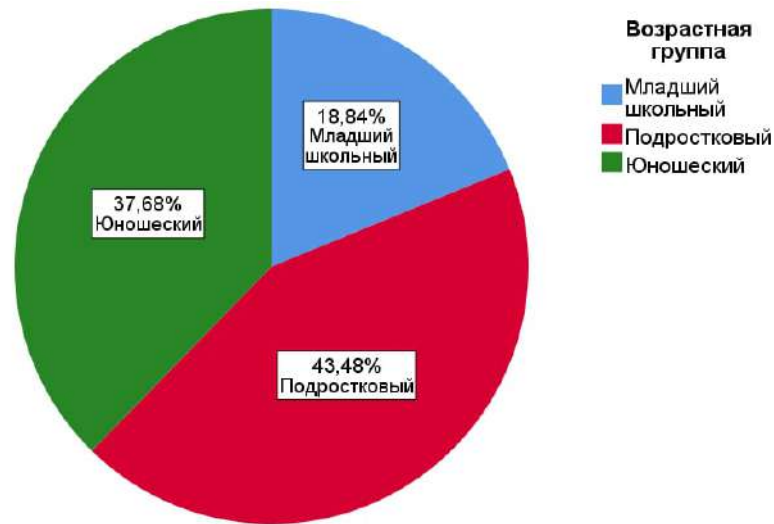


Рисунок №24. Распределение детей согласно возрастным группам.

Левый коленный и правый коленные суставы были поражены примерно с одинаковой частотой: 52,1% - левый, 45,1% - правый. У 19 детей (17%) отмечался двусторонний процесс – очаги располагались в медиальном мышцелке контралатеральной бедренной кости.

Распределение очагов по расположению в медиальном или латеральном мышцелке представлено в круговой диаграмме на рисунке №25. Очаги в медиальном мышцелке отмечались у 74% детей, в латеральном мышцелке – у 26% детей, что примерно соответствует данным мировой литературы о локализации очагов РОМБК[140].

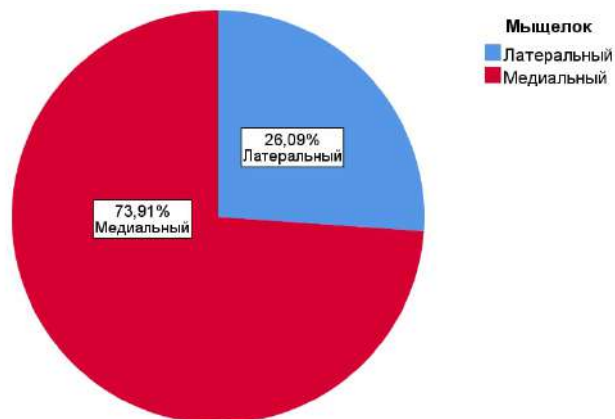


Рисунок №25. Распределение пациентов по пораженному мышцелку бедренной кости.

Наиболее неблагоприятный процесс заживления очага происходит при его локализации в латеральном мышцелке, поэтому локализация очага РОМБК является

одним из важных прогностических факторов. У 2,5% детей (3 пациента) очаги РО находились в надколеннике.

27 детей (38%) имели в анамнезе эпизод травмы. 3 пациента (4,2%) сообщили о нескольких последовательных незначительных травмах коленного сустава во время занятий спортом, после которых за медицинской помощью не обращались. Среди механизмов травмы различали приземление с опорной нагрузкой всего тела на нижнюю конечность у 10 детей (14%), прямой удар – у 19 детей (27%), у одного ребенка симптомы развились после резкого разгибания нижней конечности в коленном суставе без осевой нагрузки.

Большинство детей (56,3%) на момент появления заболевания являлись профессиональными спортсменами, преимущественный вид спорта – футбол. Среди других распространенных видов спорта - баскетболом, хоккей и танцы (см. рисунок №26).

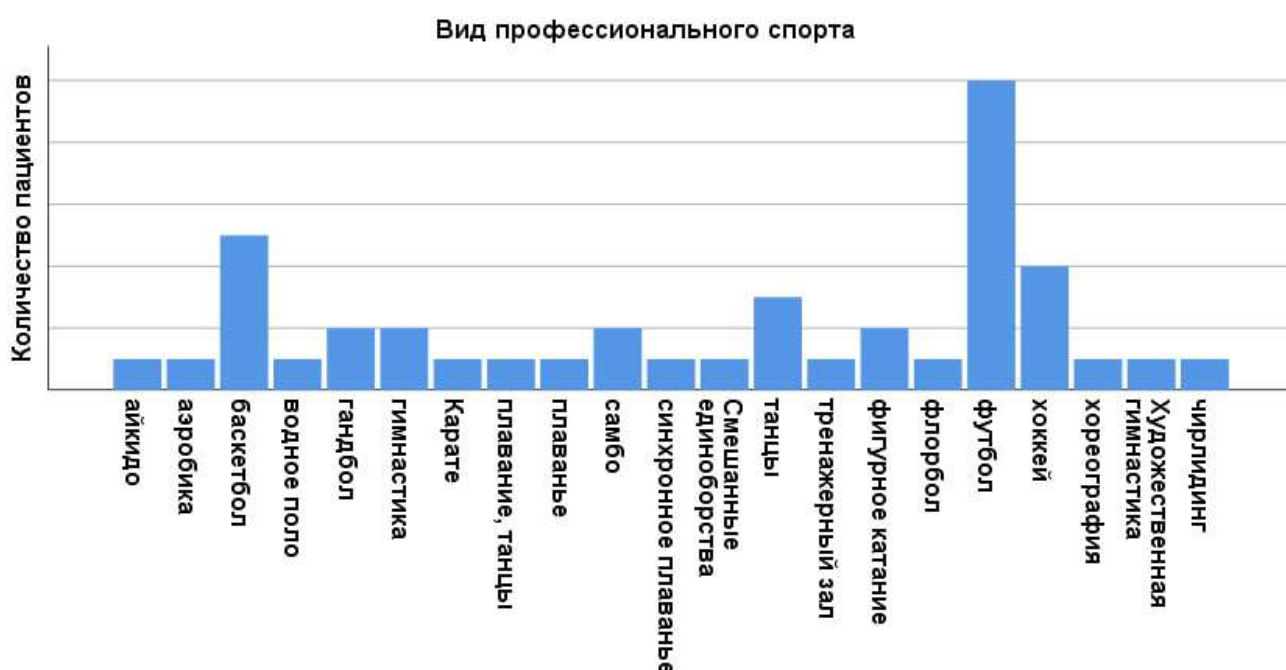


Рисунок №26. Распределение детей-спортсменов по видам спорта.

Большинство пациентов (95,8%) имели жалобы на боли в коленном суставе без четкой локализации (внутри сустава) слабой и средней интенсивности, возникавшие, в основном, после физических нагрузок, а именно – при спортивной активности или длительной осевой нагрузке на сустав в течение дня.

Средний срок продолжительности болевого синдрома до установки диагноза составил в среднем 16,5 месяцев (от 2 месяцев до 5 лет, межквартильный размах 13-18 месяцев).

Стадии РО, на которых происходит частичное или полное отделение костно-хрящевого фрагмента от ложа, являются нестабильными. В круговой диаграмме на рисунке №27 представлено соотношение стабильных и нестабильных очагов.

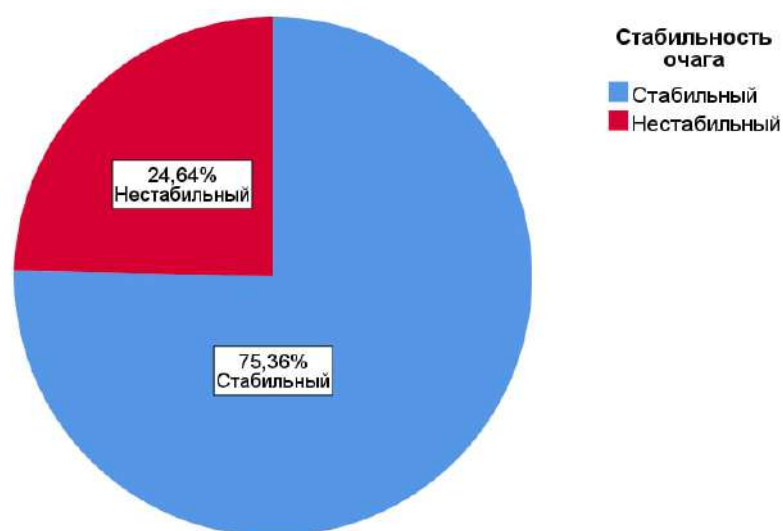


Рисунок №27. Распределение пациентов с РОМБК по стабильности очагов.

У пациентов с нестабильными очагами (n=30) чаще встречаются так называемые «механические» симптомы, к которым относятся ограничение объема движений в суставе, блоки в суставе, синовит коленного сустава (таблица №11).

Таблица №11. Распределение механических симптомов РО в зависимости от их стабильности, определенной в результате дальнейшего обследования и лечения

	Стабильные очаги (n=29)	Нестабильные очаги (n=90)
Блоки в суставе	17,3%	52,9%
Ограничение движений в суставе	53,8%	64,7%
Синовит	19,2%	29,4%

Результаты клинического обследования пациентов представлены в таблице №12 и разделены по подгруппам согласно локализации очагов в типичной

локализации (задне-латеральный отдел медиального мыщелка бедренной кости) и локализации в латеральном мыщелке.

Таблица №12. Результаты клинического обследования 119 пациентов с рассекающим остеохондритом области коленного сустава.

	Доля от всех пациентов (n=119)	Доля от пациентов с локализацией очага в медиальном мышцелке (n=88)	Доля от пациентов с локализацией очага в латеральном мышцелке (n=31)
Абсолютное укорочение нижней конечности	4,1%	2,2%	3%
Вальгусная установка коленных суставов	5%	2,2%	12,5%
Болезненность при пальпации	25,4%	27,5%	22,2%
Положительный тест МакМюррея	25,4%	27,5%	22,2%
Положительный тест Эпли	12,7%	13,7%	11,1%
Положительный тест Тессали	15,5%	17,6%	11,1%
Положительный тест Вильсона	22,5%	14,3%	5,6%
Вounce-тест	9,9%	13,7%	0%
Симптом Кларка	14,1%	13,7%	16,7%

Среди обнаруженных при осмотре дополнительных находок были выявлены: абсолютное укорочение нижней конечности (4,1% пациентов) не более 1 см, а

также вальгусная установка коленных суставов (5% пациентов), определявшаяся как отклонение бедренно-большеберцового угла конечности от нормы (у девочек – более 8 градусов, у мальчиков – более 7 градусов[48]). Укорочение нижней конечности до 1 см не играет биомеханическую роль в распределении сил в коленном суставе при ношении подпяточника, поэтому не может являться дополнительным фактором риска тяжелого течения РО. Вальгусная установка в коленных суставах может приводить к смещению механической оси нижней конечности с центра коленного сустава к латеральным его отделам, при этом суставной хрящ латеральных мыщелков бедренной и большеберцовой костей будет испытывать большую нагрузку, что может послужить дополнительным пусковым фактором для возникновения РО, а также фактором, негативно влияющим на заживление очагов в латеральных мыщелка бедренных костей[32].

Наилучшую чувствительность среди всех клинических тестов продемонстрировал тест МакМюррея (27,5%), однако это значение слишком мало, чтобы играть значительную роль в диагностике РОМБК. В настоящее время ни один из специальных тестов на коленный сустав не обладают достаточной чувствительностью и специфичностью, и не обладают достаточной диагностической значимостью при обследовании пациентов с РОМБК.

3.2 Результаты инструментального обследования

Всем пациентам в рамках диагностического протокола выполнялись рентгенография, компьютерная томография и магнитно-резонансная томография коленного сустава.

3.2.1 Рентгенография коленного сустава

Рентгенография коленного сустава выполнялась всем пациентам для выявления очага, определения его стадии, размеров и наличия костного секвестра.

Площадь очага на рентгенографии измерялась путем определения длин очага в проекциях Веслера и сагиттальной. Измерение размеров очага проводилось по краям склеротического контура материнской кости (рисунок №28).



Рисунок №28. Рентгенография коленного сустава пациента Ч., 16 лет. Отмечается очаг РО латерального мыщелка левой бедренной кости стадии 3 по Ф. Х.

Баширову, определяется полоска просветления между костным секвестром и материнской костью. Площадь очага $3,34 \times 3,31 = 11,06 \text{ см}^2$.

Средняя площадь очага на рентгенограммах составляла $1,5 \text{ см}^2$ (межквартильный размах $0,47 - 2,41$). Среди стадий РОМБК наиболее часто при обследовании обнаруживалась 2-ая стадия (рисунок №29, таблица №13).

Таблица №13. Распределение пациентов согласно классификации Ф. Х. Баширову (1973); A. De Backer et al. (1983)

1 стадия (некроза)	2,5%
2 стадия (диссекции)	64,7%
3 стадия (неполного отделения фрагмента)	22,3%
4 стадия (суставной мышцы)	10,5%



Рисунок №29 – рентгенограмма коленного сустава пациента М., 14 лет, в проекции Веслера. Рассекающий остеохондрит медиального мыщелка левой бедренной кости, 2-ая стадия. Стрелкой указана зона очага.

По локализации очага РОМБК в сагиттальной плоскости наиболее часто встречались очаги типа В по классификации Harding, расположенные в среднем отделе мыщелка бедренной кости (таблица №14). Клиническое значение классификации Harding заключается в зависимости заживления очагов от их локализации. При наличии очагов только в зонах А (2,9%) и В (66,7% пациентов) заживление очагов проходит наиболее благоприятно[205], тогда как очаги, располагающиеся одновременно в зонах В и С, характеризуются более длительным заживлением.

Таблица №14. Распределение пациентов по зонам поражения мыщелков бедренных костей в сагиттальной плоскости.

Зона патологического процесса в мыщелке	Доля пациентов
А (передний отдел)	2,9%
В (средний отдел)	66,7%
ВС (средний + задний отделы)	8,7%
С (задний отдел)	21,7%

По локализации очага во фронтальной плоскости большинство пациентов (71%) имели классическую локализацию в латеральном отделе медиального мыщелка бедренной кости (таблица №15), что соответствует типу 2 по классификации Cahill&Berg и соответствует данным мировой литературы[140]. Течение РО при очагах, занимающих одну анатомическую зону, а также находящихся в медиальном мыщелка бедренной кости (зоны 1 и 2), благоприятнее остальных. Локализация очага РО в зонах 4 либо 5 (зоны суставного хряща латерального мыщелка бедренной кости) считается менее благоприятной: отмечается удлинение сроков заживления очага и сроков возврата пациента к полной активности [177]. Очаги, захватывающие зоны 4 и 5 одновременно, имеют наименее благоприятный прогноз.

Таблица №15. Распределение пациентов в исследовании по локализации очага во фронтальной плоскости по классификации Cahill&Berg.

Зона локализации очага в мыщелке бедренной кости	Доля пациентов
1	2,9%
2	71%
4	14,5%
5	2,9%
4+5	8,7%

Очаги, расположенные в межмыщелковой борозде (зона 3), в исследовании не встречались.

3.2.2 Компьютерная томография коленного сустава

Компьютерная томография коленного сустава в рамках комплексного обследования пациентов с РОМБК позволяет выявить очаг с контралатеральной стороны, обладает возможностью трехмерной оценки структуры и размеров очага, а также позволяет определить трехмерные параметры секвестра в очаге.

Дополнительные очаги РОМБК малых размеров выявлены с контралатеральной стороны у 4-х пациентов. Площадь очагов РО определялась по длиннику очага во фронтальной и сагиттальной плоскостях, медиана составила $1,89 \text{ см}^2$ (межквартильный размах от $1,34 \text{ см}^2$ до $2,48 \text{ см}^2$). Применение КТ детям с РОМБК позволяет детализировать структуру костной ткани в очаге: в ряде случаев, при выявлении на рентгенограммах коленного сустава в очаге РОМБК секвестра, вместо целостного костного фрагмента на КТ обнаруживается выраженная фрагментация (рисунок №30), что влияет на тактику дальнейшего лечения.



Рисунок №30 (А,Б,В). Пациентка М., 14 лет. На рентгенограмме коленного сустава в прямой проекции (А) определяется зона очага РОМБК с секвестром (желтая стрелка). На срезах КТ в сагиттальной (Б) и фронтальной (С) плоскостях выявлена выраженная фрагментация кости в очаге и отсутствие целостного фрагмента. Определены размеры очага – 1,69 см в сагиттальной плоскости и 1,23 см во фронтальной – площадь очага $2,08 \text{ см}^2$.

Детализированное определение размеров и структуры секвестров в очагах РОМБК позволяет определить показания к рефиксации остеохондральных фрагментов. У 30,4% пациентов выявлены секвестры в зоне очага РО (рисунок №31). Медиана среднего размера секвестра составила $0,86 \text{ см}^2$ (межквартильный размах $0,46\text{-}1,54 \text{ см}^2$).

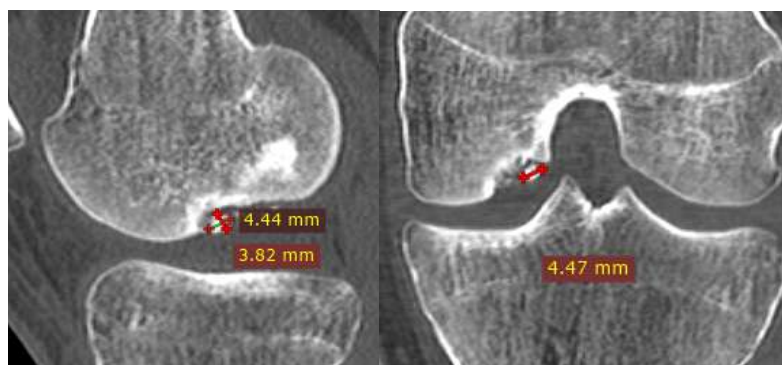


Рисунок №31. Пациент С., 15 лет. В заднелатеральном отделе медиального мыщелка правой бедренной кости выявлен участок разрежения костной ткани, определяется костный фрагмент (секвестр) размерами 4,44x3,82x4,47 мм.

Площадь фрагмента (секвестра) – $4,44 \times 4,47 = 0,19 \text{ см}^2$.

3.2.3 Магнитно-резонансная томография коленного сустава

Преимуществами МРТ в диагностике РОМБК являются:

1) Возможность оценить распространенность поражения суставного хряща и субхондральной кости

2) Возможность выявления признаков нестабильности очага РО

3) Количественно оценить степень структурных изменений в очаге РО

Оценка размеров очага РОМБК на МРТ проводилась путём определения средней суммы площадей очага и отека костного вещества мыщелка бедренной кости. Средняя суммарная площадь очагов РО составила среди всей выборки в среднем $1,89 \text{ см}^2$ (межквартильный размах $1,39 - 2,69 \text{ см}^2$). Средняя суммарная площадь отека костного вещества среди всех пациентов составила $6,73 \text{ см}^2$ (межквартильный размах $4,33 - 10,54 \text{ см}^2$).

Для качественной оценки очага по МРТ оценивали стадию РОМБК по классификации Hughston (таблица №16).

Таблица №16. Распределение пациентов согласно стадии очага по шкале Hughston.

Стадии по классификации МРТ Hughston	Доля пациентов
1	4,3%

2	26,1%
3	55,1%
4А	5,8%
4В	8,7%

Классификация Hughston является в большей степени качественной и не учитывает количественно распространенность отека костного вещества мыщелка бедренной кости, степень консолидации остеохондрального фрагмента с материнской частью мыщелка в процессе заживления очага РО, поэтому её использование в качестве инструмента сравнения результатов заживления очага РОМБК является затруднительным.

3.2.4 Артроскопия коленного сустава

Заключительным методом исследования структуры очага РО является артроскопическая диагностика. Это инвазивный метод исследования, который дополняется основным оперативным приёмом в рамках оперативного лечения РОМБК.

Артроскопия позволяет визуализировать суставной хрящ, определить его состояние и размеры путём расчёта 2-х взаимно перпендикулярных длин очага от его границ, которые определялись по пролабированию суставного хряща на периферии очага во время инструментальной пальпации эндоскопическим крючком (рисунок №32).

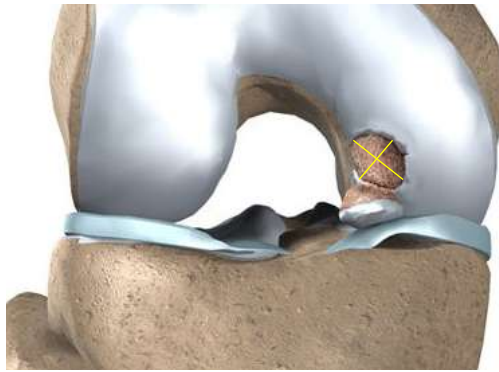


Рисунок №32. Схема определения площади суставной поверхности очага на артроскопии. Желтыми полосами являются 2 длинника очага, по которым высчитывается его площадь. Источник: <https://www.orthogate.org>

Средний размер очагов РО по данным артроскопии составил $2,75 \text{ см}^2 \pm 0,3 \text{ см}^2$. Степень повреждения суставного хряща определялась по классификации ROCK, которая состоит из 6 стадий и разделяет очаги на стабильные (1-3 стадия) и нестабильные (4-6 стадия).

Очаги типа 0 не сопровождались какими-либо визуальными изменениями суставного хряща. Очаги 1-го типа отличались изменением цвета хряща – по сравнению с окружающим интактным хрящом, цвет суставного хряща над очагом РОМБК был сравнительно более тусклым.

Очаги типа 2 по ROCK отличались более тусклым цветом суставного хряща и имели полосу демаркации по периферии очага, однако западение суставного хряща на периферии очага в таком случае выявлялось только с помощью инструментальной пальпации эндоскопическим крючком (рисунок №33).



Рисунок №33. Артроскопическая картина очага РО в медиальном мыщелке левой бедренной кости. При инструментальной пальпации эндоскопическим крючком определяется западение суставного хряща на периферии очага.

Очаги типа 3 отличались визуальным западением суставного хряща и/или изменениями суставного хряща на его поверхности (рисунок №34).



Рисунок №34. Артроскопическая картина очага РО медиального мыщелка левой бедренной кости. На поверхности суставного хряща в зоне очага выявлены ворсинчатые изменения хряща, по периферии очага визуально определяется западение суставного хряща с потерей его нормальной структуры.

Очаги типов 4 и 5 имели связь со своим ложем в мыщелке бедренной кости за счёт участка неповрежденного суставного хряща на периферии очага (рисунок №35).

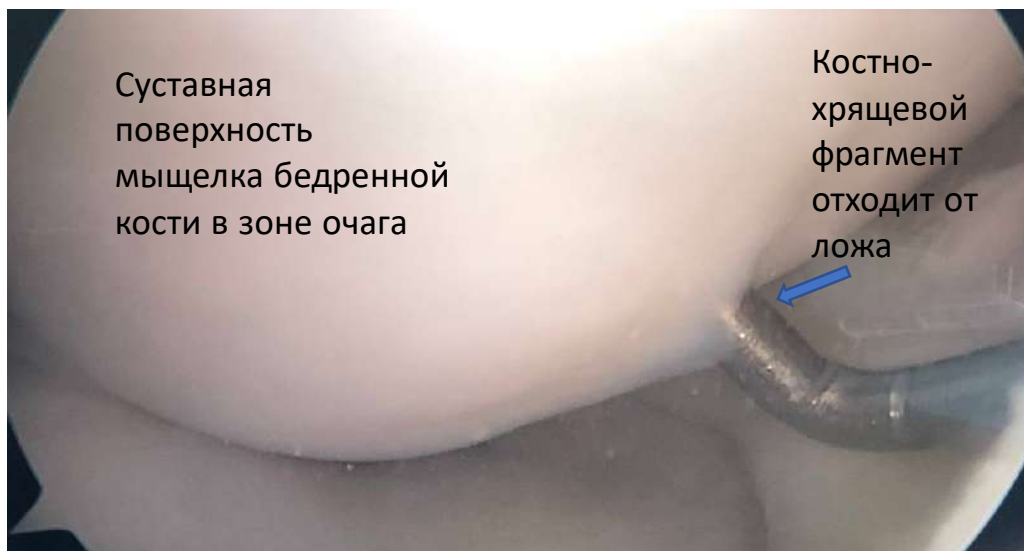


Рисунок №35. Артроскопическая картина нестабильного очага РО латерального мыщелка левой бедренной кости (тип 5 по ROCK). Суставной хрящ имеет фиссуру по периферии, в которую введен эндоскопический крючок.

Очаги РО типа 6 по классификации ROCK были представлены полнослойным костно-хрящевым дефектом и свободным костно-хрящевыми фрагментом, который не имел конгруэнтности со своим ложем. Ложе фрагмента, в зависимости от сроков от момента его отрыва, представляло собой обнаженную субхондральную кость либо дефект, заполненный фиброзной и грубоволокнистой хрящевой тканью с преобладанием первой.

Большинство очагов РОМБК в настоящем исследовании были представлены 1-3 типами по классификации ROCK и определялись как стабильные (рисунок №33).

3.2.5 Сравнительная характеристика инструментальных методов диагностики

Рентгенография коленного сустава позволяет поставить диагноз «рассекающий остеохондрит», определить размеры поражения костной ткани мыщелка бедренной кости, однако не даёт детальной информации о трёхмерной структуре поражения субхондральной кости и секвестра при его наличии. Таким образом, рентгенография остается методом первичной диагностики РОМБК для предварительной его оценки, и должна сопровождаться дополнительными методами инструментальной диагностики.

Компьютерная томография позволяет детально визуализировать повреждение костной ткани в очаге РОМБК и структуру секвестра, а также выявить очаг РОМБК в контралатеральном коленном суставе. Детализация структуры секвестра в очаге РОМБК помогает в предоперационном планировании.

Магнитно-резонансная томография даёт возможность комплексной оценки костной и хрящевой тканей в очаге РОМБК, позволяет оценить распространенность поражения мыщелка бедренной кости, определить стабильность очага, что является одним из определяющих факторов для выбора тактики лечения. Разработанная 100-балльная шкала оценки очага РО по МРТ

обладает всеми необходимыми свойствами для оценки структуры очага РО и позволяет:

- количественно оценить степень нарушения костной и хрящевой тканей в очаге РО в предоперационном периоде
- прогнозировать заживление очага в послеоперационном периоде
- оценивать динамику заживления очага РО в послеоперационном периоде

Размеры очага РОМБК являются прогностически значимыми: при больших размерах очага и перифокального отека костного вещества заживление очага РО протекает дольше[140].

Недостатком измерения площади очага РО на рентгенографии и КТ является недооценка распространенности повреждения мыщелка бедренной кости в виде отека костного вещества над очагом РОМБК, а при расчёте размеров очага на артроскопии получаемая величина определяет размер очага только в аксиальной плоскости. Оценка суммы площадей во фронтальной и сагиттальной плоскостях на МРТ даёт наиболее полную информацию о степени распространения структурных изменений костной ткани мыщелка бедренной кости и наиболее приближенно отражает истинные размеры очага РО (таблица №17).

Таблица №17. Средние размеры очагов РО по данным различных методов обследования (рентгенография, КТ, МРТ, артроскопия).

Методы обследования	Средние размеры очага РО в формате медиана (межквартильный размах)
Рентгенография	1,5 см ² (0,47 – 2,41)
КТ	1,89 см ² (1,35 – 2,48)
МРТ	1,89 см ² (1,39 – 2,69)
Артроскопия	2,63 см ² (1,35 – 3,24)

Несмотря на то, что КТ в предоперационном периоде определить структуру и размеры костного секвестра в очаге РОМБК, возможность стабилизации костно-хрящевого фрагмента к своему ложу винтом зависит не только от его размеров, но

и от конгруэнтности фрагмента своему ложу на мыщелке бедренной кости, которую можно определить исключительно на артроскопии.

КТ, МРТ и артроскопия только в совокупности позволяют определить все структуры и истинные размеры очага РОМБК, при этом рентгенография коленного сустава имеет низкую диагностическую значимость и служит первичным методом диагностики, используемым только для установки диагноза «рассекающий остеохондрит».

Комплексное обследование пациента должно включать в себя КТ, МРТ и артроскопию коленного сустава. Решение о тактике оперативного лечения принималось после артроскопической визуализации очага РО на основании полученных данных всех методов диагностики.

3.3 Распределение пациентов по клиническим группам

В результате проведенной комплексной диагностики очагов РО пациенты были отнесены к одной из клинических групп согласно рабочей классификации (таблица №18).

Таблица №18. Распределение пациентов по основным клиническим группам согласно рабочей классификации.

Клинические группы	Доля пациентов (n=119)
Стабильные очаги	75,4%
Нестабильные очаги без возможности рефиксации	1,4%
Нестабильные очаги с возможностью рефиксации	10,1%
Полнослойный костно-хрящевой дефект	13%

ГЛАВА 4. МЕТОДЫ КОМПЛЕКСНОГО ЛЕЧЕНИЯ

4.1 Протокол лечения РОМБК

Для лечения рассекающего остеохондрита с момента постановки диагноза применялась тактика лечения, разработанная с учётом современных концепций патофизиологии, диагностики и лечения РОМБК, международных и отечественных рекомендаций (рисунок №36).



Рисунок №36. Тактика лечения рассекающего остеохондрита

В связи с противоречивыми данными литературы об эффективности, разнообразием методик и отсутствия единой тактики консервативного лечения РОМБК, в отделение травматологии и ортопедии ДГКБ им. Н.Ф. Филатова применялась ее модификация: все дети направлялись на госпитализацию в стационар для оперативного лечения в плановом порядке, а в рамках предоперационного периода проводилось консервативное лечение.

Медикаментозная терапия представлена препаратами, направленными на улучшение фосфорно-кальциевого обмена (витамин Д), улучшающих реоссификацию (остеогенон), а также дезагрегантов (пентоксифиллин).

Препарат пентоксифиллин применялся в дозировке 100 мг х 2 раза в день для детей старше 10 лет и 50 мг х 2 раза в день для детей 9 лет и младше в течение 1 месяца, после чего делался перерыв 1 месяц.

Препарат оссеин-гидроксиапатитного соединения применялся в дозировке 830 мг х 2 раза в день для детей старше 10 лет, 415 мг х 2 раза в сутки для детей 9 лет и младше в течение 2 недель, после 2-недельной паузы прием возобновлялся еще на 2 недели.

Препараты кальция в комбинации витамина Д3 (холекальциферол) применялись в дозировке 2500 мг кальция карбоната с 400 МЕ холекальциферола в сутки в 2 приёма. В дополнение к препарату отдельно применялся препарат холекальциферола для суммарной дозировки 1500 МЕ в сутки. Терапия продолжалась до выздоровления. Поддерживающие дозировки холекальциферола (800 МЕ в сутки) назначались на 2 месяца с момента окончания комбинированного приема препаратов.

В рамках немедикаментозной терапии применялись: ограничение физической нагрузки (бег, прыжки, любая спортивная активность), кратковременное (на 6 недель) снятие нагрузки с нижней конечности (иммобилизация пациента на костылях без опоры на пораженную конечность), физиотерапевтическое лечение, лечебная физическая культура.

Физиотерапевтическое лечение складывалось из процедур магнитотерапии, электрофореза с хлоридом кальция на область коленного сустава. Курс каждого из видов физиотерапевтического лечения состоял из 10 процедур, между курсами промежутки 10 дней, после чего курсы повторялись через 2 недели (режим 10 дней магнитотерапия, 10 дней перерыв, 10 дней электрофорез с кальция хлоридом 10%, 14 дней перерыв).

Лечебная физическая культура включала в себя упражнения на укрепление всех групп мышц, окружающих коленный сустав: икроножные мышцы, задняя группа мышц бедра, аддукторы бедра. Особое внимание уделялось укреплению четырехглавой мышцы.

При поступлении пациента в стационар в плановом порядке выполнялся весь комплекс диагностических исследований: рентгенография, КТ и МРТ коленного сустава, после чего пациента относили к одной из клинических групп по структуре очага РО:

- 1) Пациенты со стабильными очагами РОМБК
- 2) Пациенты с нестабильными очагами РОМБК

4.2 Дизайн исследования

Исследование является амбидирекционным (комбинированным ретро- и проспективным) экспериментальным нерандомизированным.

Для отбора в исследование были сформированы следующие критерии включения.

Критерии включения в исследование:

1. Возраст от 7 до 18 лет
2. Локализация очагов рассекающего остеохондрита в мыщелках бедренных костей
3. Наблюдение каждого пациента не менее 1 года с момента начала лечения

По результатам отбора в заключительный статистический анализ данных включены 62 из 119 пациентов. Основными причинами исключения пациентов явились: недостаточное количество предоставленных данных (37 пациентов), недостаточный срок наблюдения – менее одного года (15 пациентов), локализация рассекающего остеохондрита не в мыщелке бедренной кости из-за слишком малого количества пациентов для их сравнения с группой пациентов, имеющих РОМБК.

В связи с тем, что исследование является экспериментальным – исследуется эффективность метода лечения РОМБК с применением антеградных остеоперфораций и внутриочагового введения PRP - пациенты были разделены по **группам сравнения** согласно примененной методике лечения (рисунок №37).

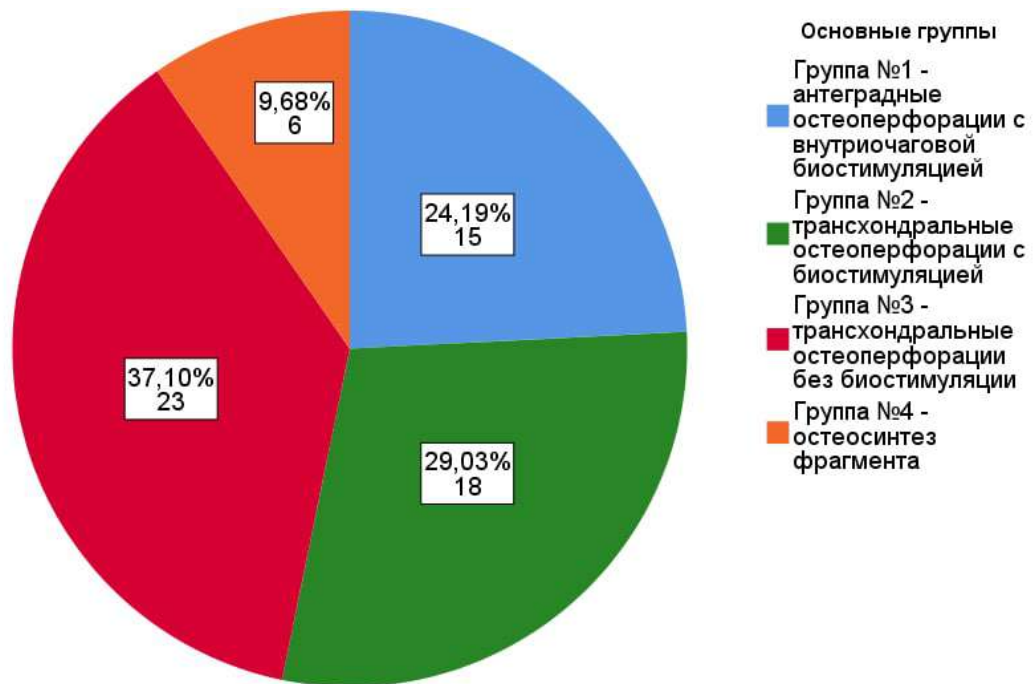


Рисунок №37. Распределение пациентов по основным группам исследования.

Отбор пациентов в группы №1 и №2 осуществлялись по принципу 1 через 1 – поочередно применялись методики антеградных/трансхондральных остеоперфораций у пациентов со стабильными очагами РОМБК, группы №1, №2 и №4 представлены проспективными данными. Группа №3 представлена смешанными данными (ретро- и проспективными).

4.3 Тактика оперативного лечения

Тактика оперативного лечения РОМБК определялась по результатам комплексного обследования пациентов, включавшего рентгенографию, КТ и МРТ. После оценки размеров очага РОМБК на КТ и МРТ определяли признаки нестабильности очага. В случае стабильного очага применяли одну из методик остеоперфораций (трансхондральные или антеградные) в сочетании с биостимуляцией PRP (после 2018 года) или без биостимуляции (до 2018 года включительно). При наличии признаков нестабильности очага на МРТ выполняли фиксацию остеохондрального фрагмента винтом.

Во время выполнения артроскопии коленного сустава формировалось окончательное представление о стабильности очага РОМБК (таблица №19).

Таблица №19. Распределение пациентов по основным группам согласно стабильности очага по результатам МРТ и артроскопии коленного сустава

Группы исследования	Нестабильные очаги	Стабильные очаги
Антеградные остеоперфорации с внутриочаговой биостимуляцией PRP	0	15
Трансхондральные остеоперфорации с внутрисуставной биостимуляцией PRP	6	12
Трансхондральные остеоперфорации без биостимуляции	5	18
Трансхондральные остеоперфорации, остеосинтез фрагмента, внутрисуставная биостимуляция PRP	6	0

Основной фактор, влиявший на дальнейшую тактику лечения, - наличие или отсутствие повреждения суставного хряща над очагом, в результате которого субхондральная зона очага имела сообщение с полостью коленного сустава. В случае отсутствия такого повреждения очаг признавался стабильным – тогда применяли методику антеградных остеоперфораций с внутриочаговым введением PRP.

Группа №1 (n=15, 24,2%) представлена пациентами, которым выполнялись антеградные остеоперфорации с внутриочаговой биостимуляцией PRP. Группа №1

– основная группа исследования, так как в ней изучалась разработанная методика воздействия на очаг РОМБК с целью максимального улучшения регенерации тканей в очаге. Набор в группу №1 и группу №2 осуществлялся с по очереди по одному пациенту, однако по механизму воздействия методика могла применяться только у детей со стабильными очагами РОМБК без фиссур в суставном хряще. В случае выявления на артроскопии фиссур суставного хряща и выхода плазмы в полость сустава (3 пациента), пациент исключался из исследования.

Техника антеградных остеоперфораций.

Антеградные остеоперфорации проводились под симультанным контролем артроскопии и рентгеноскопии. После этапа диагностической артроскопии выполнялась рентгеноскопия в прямой проекции. Под рентгеноскопическим контролем проводились антеградные остеоперфорации: для этого устанавливали спицу 1,6 мм на 0,5 см дистальнее зоны роста мыщелка бедренной кости, в котором находился очаг РО, после чего проводилось рассверливание спицами мыщелка бедренной кости до очага рассекающего остеохондрита с прохождением склеротической зоны кости. Контроль за интактностью суставного хряща в момент выполнения остеоперфораций осуществлялся с помощью артроскопии. Критерием эффективности остеоперфораций являлось прохождение субхондральной склеротической зоны, подтверждённое на рентгеноскопии. Антеградные остеоперфорации во всех случаях сопровождалось рассверливанием канала сверлом диаметром 4,5 мм по основной спице, установленной в центре очага РО (рисунок №38), с последующим введением 2-3 мл раствора, состоящего из концентрированной аутоплазмы, обогащенной тромбоцитами, активированной раствором хлорида кальция 10% в объеме 0,1 мл на 1 мл полученной плазмы, и активированной плазмы с аутологичным тромбином объемом 0,5 мл на 1 мл концентрированной аутоплазмы, обогащенной тромбоцитами с последующей экспозицией в течение 5 минут.

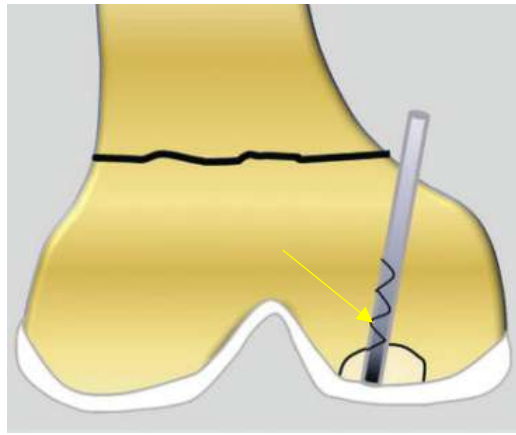


Рисунок №38. Схема антеградного рассверливания мыщелка бедренной кости до очага РО (желтая стрелка указывает на сверло).

Под рентгеноскопическим контролем выполнялось рассверливание спицей мыщелка бедренной кости до очага рассекающего остеохондрита с прохождением склеротической зоны кости (рисунок №39).



Рисунок №39. Рентгеноскопия коленного сустава в прямой проекции – контроль прохождения спицей зоны склероза очага рассекающего остеохондрита.

Данная спица считалась «основной спицей». Прохождение основной спицы зоны склероза подтверждалось рентгеноскопически в 2-х проекциях. На основную спицу производится установка специального направителя округлой формы с множеством отверстий для спиц, находящихся на разном расстоянии друг от друга (рисунок №40).

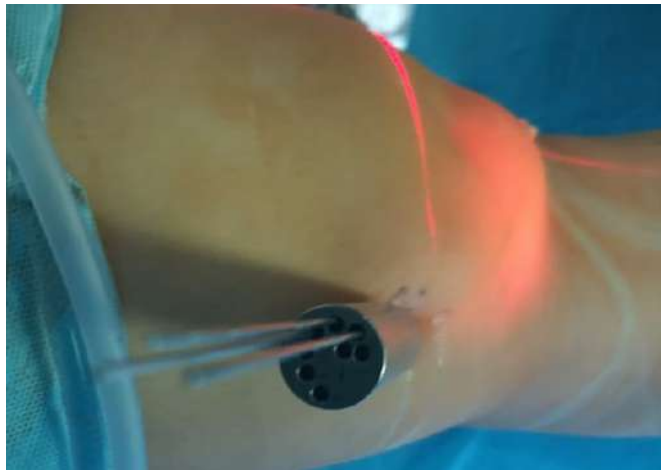


Рисунок №40. Направитель с параллельно расположенными каналами для проведения спиц. В каналах чрескожно в мыщелок бедренной кости проведены 3 спицы.

Выполнялись остеоперфорации в количестве от 3 до 6 в зависимости от размера очага - с захватом всей поверхности зоны склеротического ободка на границе очага РОМБК и материнской кости - с навигацией параллельно основной спице. Контроль прохождения спиц за зону склероза и отсутствия перфорации спицами суставного хряща осуществлялся с применением многоосевой рентгеноскопии и симультанного артроскопического контроля. Затем проводилось рассверливание канала в мыщелке бедренной кости сверлом 4,5 мм на глубину до 1 см по основной спице. Спица извлекалась, после чего в канал до очага погружалась спинальная игла 20G с мандреном до очага РО под контролем многоосевой рентгеноскопии. После изъятия мандрена проводилась аспирационная проба и контрольная рентгеноскопия: появление темной крови подтверждало нахождение в созданном ранее и рассверленном канале, а положение конца иглы на рентгеноскопии коленного сустава подтверждало его нахождение в очаге рассекающего остеохондрита (рисунок №41).



Рисунок №41. Рентгеноскопия коленного сустава в прямой проекции. Конеч иглы 18G расположен в очаге рассекающего остеохондрита.

Далее в стерильный шприц объёмом 5 мл помещали по очереди:

- 1) Полученную концентрированную плазму, обогащенную тромбоцитами.
- 2) Раствор кальция хлорида 10% в объёме 0,1 мл на 1 мл полученной плазмы.
- 3) Активированную плазму с аутологичным тромбином объёмом 0,5 мл на 1 мл полученной концентрированной плазмы, обогащенной тромбоцитами.

Полученный раствор является активированной концентрированной плазмой, обогащенной тромбоцитами. Активация осуществлялась за счёт воздействия раствора кальция хлорида, а также тромбина. Происходила инактивация антикоагулянта и стимуляции дегрануляции тромбоцитов с высвобождением факторов роста[41].

Полученный раствор перемешивался, после чего с помощью иглы 20G вводился в очаг РО (рисунок №42). После введения всего объёма полученного раствора (2-3 мл) игла оставалась в канале на 5 минут (экспозиция), после чего проводилось ее извлечение. Сустав санировался, накладывались швы на рану и нижняя конечность была иммобилизована в тугоре.



Рисунок №42. Игла 18G введена чрескожно через канал в мышелке бедренной кости в очаг рассекающего остеохондрита. В шприце находится раствор плазмы, обогащенной тромбоцитами в смеси с активаторами (кальция хлорид 10% и плазма с тромбиновой активностью)

Потенциальное преимущество использования методики заключается в том, что не повреждается суставной хрящ мышелка бедренной кости, раствор PRP осуществляет свое прямое воздействие на очаг РО. При антеградном рассверливании очага в костном канале, подходящем непосредственно к центру очага РО, формируется сгусток крови, в котором содержатся вместе с введенной PRP стволовые клетки, находившиеся в костном веществе мышелка бедренной кости и высвобождающиеся при рассверливании.

Клинический пример №1.

Ребенок М., 15 лет, девочка. Госпитализирована в отделение травматологии и ортопедии ДГКБ им. Н. Ф. Филатова в плановом порядке в связи с персистирующими болями в правом коленном суставе. Боли возникли около 18 месяцев назад, усилились за 7 месяцев до госпитализации. Ребенок профессиональный спортсмен – гимнаст. Боли усиливались после тренировок, сохраняясь в покое на несколько часов после спортивных нагрузок. На консультацию к травматологу-ортопеду обратились за 4 месяца до госпитализации, проводилось консервативное лечение – без эффекта. Выполнено МРТ правого коленного сустава, где отмечается очаг РОМБК в зоне В оп Harding и 2 – по Cahill&Berg – «типичная локализация» (рисунок №43).

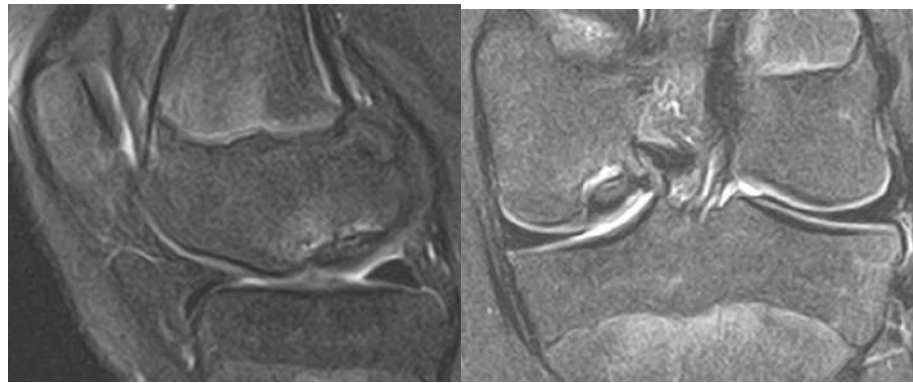


Рисунок №43. МРТ правого коленного сустава пациентки М. в предоперационном периоде в режиме PDFS (слева – сагиттальная проекция, справа – фронтальная проекция).

В рамках комплексного обследования для определения степени поражения костной ткани в очаге РО выполнено КТ коленных суставов (рисунок №44), на которых в зоне очага выявлена фрагментация кости, по периферии очага – демаркационная зона склероза костной ткани. Секвестры не обнаружены.



Рисунок №44. Компьютерная томография пациентки М. в сагиттальной (слева) и фронтальной (справа) проекциях.

Ребенку выполнено оперативное вмешательство по разработанной методике – антеградные остеоперфорации с внутриочаговой биостимуляцией PRP. Ребенок в послеоперационном периоде получал комплексную консервативную терапию, анальгетическая терапия не потребовалась. Контрольные МРТ проводились каждые 2 месяца до клинического улучшения и заживления очага по данным МРТ, которое достигнуто к 6 месяцам с момента операции: в зоне ранее

располагавшегося очага РО в медиальной мыщелке бедренной кости – полная перестройка костной ткани, умеренно усиленный сигнал от глубоких отделов суставного хряща с небольшим его утолщением – остаточные изменения. Степень заживления очага по 100-балльной шкале MPT – 91,25. (рисунок №45).

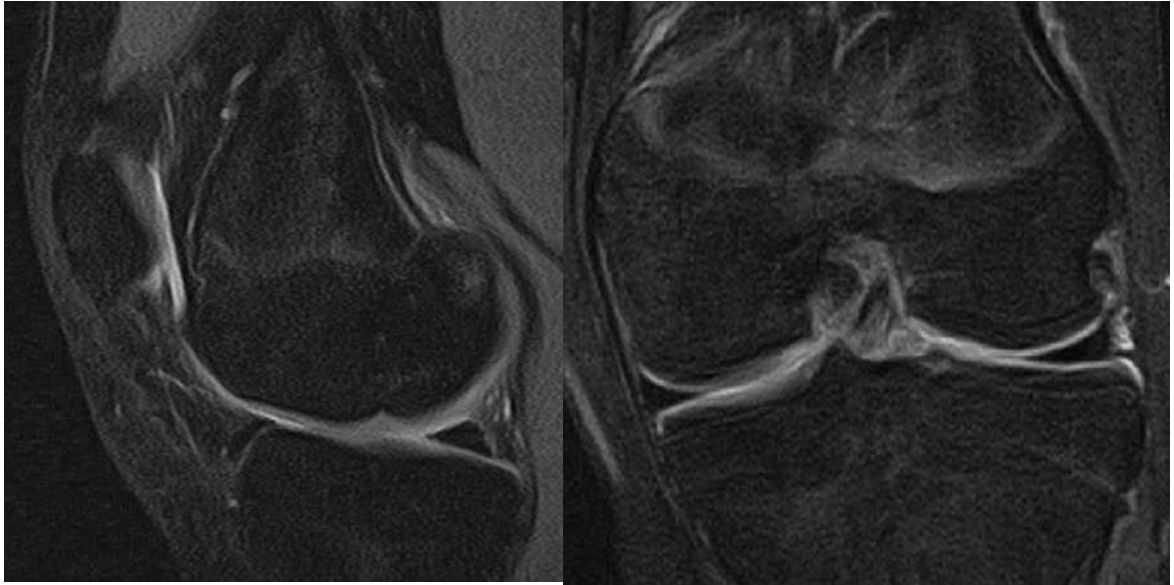


Рисунок №45. MPT правого коленного сустава пациентки М. через 6 месяцев с момента операции в режиме PDFS (слева – сагиттальная проекция, справа – фронтальная проекция).

Заживление очага на MPT было достигнуто через 6 месяцев с момента операции, после контрольного обследования пациентка вернулась к полной повседневной активности и начала спортивные тренировки. Болевой синдром полностью отсутствовал, функциональность коленного сустава по шкале SKV – 90 баллов, по шкале Pedi-IKDC – 92%.

В группе №2 (n=18; 29%) применяли трансхондральные остеоперфорации с внутрисуставной биостимуляцией. Эффективность этой методики заключается в том, что после трансхондральных остеоперфораций происходит выход крови, содержащей мультипотентные стволовые клетки, из сформированных спицами в мыщелке бедренной кости костных каналов. Внутрисуставное введение PRP в конце операции приводит к тому, что содержимое сустава содержит стволовые клетки и факторы роста, которые влияют на их пролиферацию и дифференцировку.

Так как содержимое сустава распространяется и на сформированные костные каналы, в зоне очага РОМБК усиливается регенерация костной и хрящевой тканей.

Набор в группу №2 проводился с 2018 года параллельно с группой №1, в эту группу вошли дети, имевшие как стабильные очаги РОМБК, так и нестабильные очаги, при которых выполнение фиксации остеохондрального фрагмента было нецелесообразным. Пациентам в группе №2 проводились трансхондральные остеоперфорации с внутрисуставным введением PRP.

Трансхондральные остеоперфорации проводились под прямым визуальным контролем (артроскопическая визуализация). После определения границ очага РО чресочно либо через антеромедиальный порт в полость коленного сустава к зоне очага проводилась спица 1,6 мм. Следующим этапом выполнялось рассверливание мыщелка бедренной кости путем направления спицы через суставной хрящ мыщелка в зоне очага РО (рисунок №46). Проводились множественные остеоперфорации числом от 5 до 15 в зависимости от площади поверхности очага с расстоянием между точками вкола спиц 5 мм на глубину до 2 см по всей видимой хрящевой поверхности очага РО. Критерием эффективности остеоперфораций считалось кровотечение из мест из проведения по типу «кровяной росы», которое оценивали при снижении потока физиологического раствора до 0 л/мин.

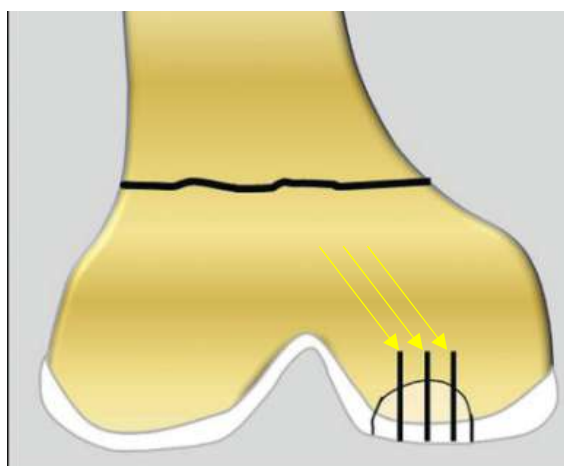


Рисунок №46. Схема выполнения трансхондральных остеоперфораций (желтые стрелки указывают на траекторию проведения спиц).

В группе №2 трансхондральные остеоперфорации сопровождались внутрисуставным введением плазмы, обогащенной тромбоцитами, приготовленной по стандартной методике.

Клинический пример №2.

Мальчик В., 16 лет, поступил в отделение травматологии и ортопедии для оперативного лечения по поводу рассекающего остеохондрита медиального мыщелка правой бедренной кости. Впервые боли в правом коленном суставе стал отмечать за 13 месяцев до поступления в стационар. Ребенок профессиональный спортсмен – футболист, травмы в анамнезе отрицает. До момента госпитализации в течение 5 месяцев проводилась консервативная терапия без выраженной положительной динамики, продолжали беспокоить боли в коленном суставе. Выполнено МРТ правого коленного сустава – определяется стабильный очаг РОМБК в зоне В по Harding; 2 – по Cahill&Berg, что соответствует «типичной локализации». Общий размер очага на МРТ – 1,69 см², оценка по 100-балльной шкале МРТ – 52 балла (рисунок №47).

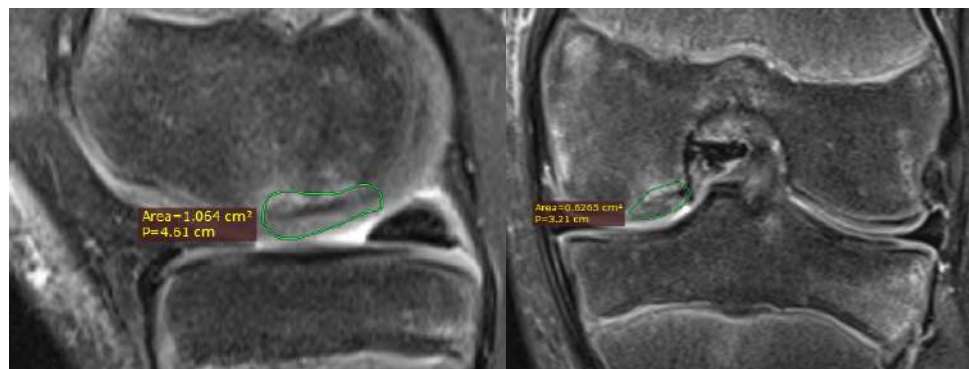


Рисунок №47. МРТ правого коленного сустава пациента В. в предоперационном периоде в режиме PDFS (слева – сагиттальная проекция, справа – фронтальная проекция).

Ребенку выполнено оперативное вмешательство – трансхондральные остеоперфорации с внутрисуставной биостимуляцией PRP. Контрольные обследования проводились каждые 2 месяца по достижении срока 6 месяцев с момента операции. Через 6 месяцев с момента операции у ребенка полностью отсутствовал болевой синдром, а на МРТ коленного сустава в зоне ранее

располагавшегося очага РО в медиальном мыщелке бедренной кости выявлена полная перестройка костной ткани, суставной хрящ без изменений сигнала и толщины. Степень заживления очага по 100-балльной шкале МРТ – 100 баллов. (рисунок №48).

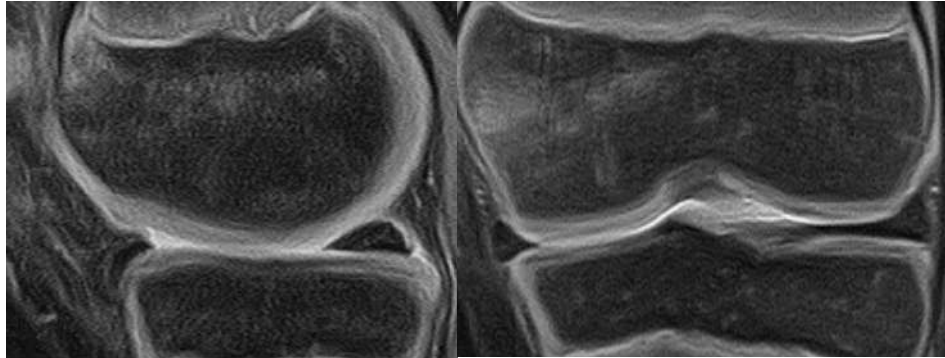


Рисунок №48. МРТ правого коленного сустава пациента В. через 6 месяцев с момента операции в режиме PDFS (слева – сагиттальная проекция, справа – фронтальная проекция).

Набор пациентов в группу №3 (n=23; 37,1%) осуществлялся с 2007 по 2018 годы до разработки методики биостимуляции, главным методом лечения РОМБК являлись множественные трансхондральные остеоперфорации очага под артроскопическим контролем. Кроме того, в группу №3 вошли пациенты, оперированные в период с 2018 по 2021 годы с нестабильными очагами РОМБК при отсутствии возможности фиксации остеохондрального фрагмента винтами или при неконгруэнтном фрагменте, не подлежащим фиксации. Целью проведения остеоперфораций в таком случае является формирование наиболее приближенной хрящеподобной ткани. Это происходит за счёт высвобождения вместе с кровью из сформированных костных каналов стволовых клеток, и - при внутрисуставном введении PRP – потенцирование их размножения и дифференцировки в клетки костной и хрящевой тканей.

Клинический пример №3.

Ребенок А., 16 лет. Поступил в отделение травматологии и ортопедии для оперативного лечения по поводу рассекающего остеохондрита (РО) медиального мыщелка правой бедренной кости. Впервые боли в правом коленном суставе стал отмечать за 2 года до поступления в стационар, боли усиливались после

физических нагрузок, в покое купировались самостоятельно. За 5 месяцев до поступления в стационар боли прекратились, однако появились блоки в правом коленном суставе. Ребенок занимается баскетболом не профессионально. При осмотре все симптомы и тесты на коленный сустав отрицательные. Выполнено МРТ правого коленного сустава – определяется стабильный очаг РО в переднем отделе медиального мыщелка правой бедренной кости (зона В по Harding) – рисунок №49.

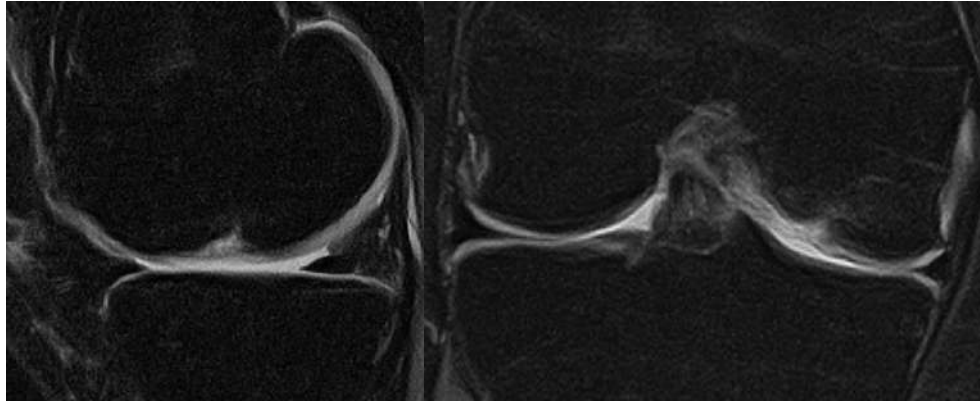


Рисунок №49. МРТ правого коленного сустава пациента А. в предоперационном периоде в режиме PDFS (слева – сагиттальная проекция, справа – фронтальная проекция). Выявлен очаг РОМБК в зоне В по Harding. Общий размер очага на МРТ – $1,34 \text{ см}^2$. Очаг представлен кратерообразным дефектом, заполненным синовиальной жидкостью – полнослойный костно-хрящевой дефект.

Выполнена артроскопия, на которой выявлен полнослойный костно-хрящевой дефект, частично заполненный соединительной тканью. Выполнен дебридмент очага РО, остеоперфорации ложа фрагмента. Дисконгруэнтный остеохондральный фрагмент до $0,7 \text{ см}^2$ обнаружен в верхнем завороте – удален. После осушения полости сустава выполнено внутрисуставное введение PRP.

Через 4 месяца с момента операции у ребенка полностью отсутствует болевой синдром, восстановлена осевая нагрузка на правую нижнюю конечность, однако спортивные нагрузки (прыжки, бег) не разрешены. На контрольном КТ через 12 месяцев с момента операции сохраняются остаточные явления разрежения костной ткани в очаге и неровный контур мыщелка бедренной кости с явлениями склероза

субхондральной кости (рисунок №50). Ребенку разрешены занятия спортом. Функциональность по шкале SKV через 1 год – 80 баллов, по Pedi-IKDC 80%.

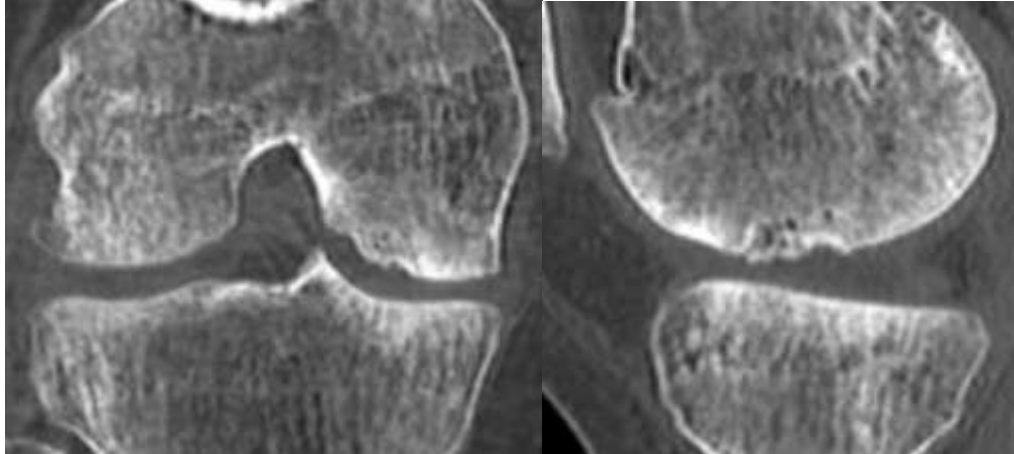


Рисунок №50. КТ правого коленного сустава пациента А. через 12 месяцев с момента операции (слева – фронтальная проекция, справа – сагиттальная).

Набор пациентов **в группу №4 (n=6; 9,7%)** осуществлялся следующим образом: в случае обнаружения нестабильного очага РОМБК проводилась инструментальная пальпация частично отделенного остеохондрального фрагмента и его ложа, дальнейшее частичное отделение фрагмента с помощью эндоскопического зажима без повреждения интактного суставного хряща, за счет которого осуществлялась связи между фрагментом и мыщелком бедренной кости. В случае конгруэнтности фрагмента проводилась фиксация остеохондрального фрагмента после остеоперфораций его ложа по стандартной технологии.

Техника фиксации остеохондрального фрагмента винтом

Выполнялась диагностическая артроскопия, после чего определялся участок отделенного остеохондрального фрагмента. Между фрагментом и материнской костью обнаруживали соединительную ткань по типу фиброзной, выполнялось ее удаление с помощью шейвера, проводился дебридмент костной поверхности остеохондрального фрагмента и его ложа, после чего выполнялись остеоперфорации субхондральной кости в ложе фрагмента до «кровяной росы». Остеохондральный фрагмент фиксировался провизорной спицей, затем резьбовыми направляющими спицами, по которым устанавливались

канюлированные титановые винты диаметром 3,5-4 мм двух типов: с неполной нарезкой либо винты Герберта (рисунок №51).



Рисунок №51. Слева – винт Herbert с резьбой на головке винта, позволяющей погрузить головку в фиксируемый фрагмент. Справа – компрессирующий винт головкой без резьбы.

Винты типа Herbert использовались в случае относительно плотного прилегания остеохондрального фрагмента к материнскому ложу и малых размерах фрагмента, так как при их использовании ниже риск повредить остеохондральный фрагмент. Компрессирующие канюлированные винты стандартного типа использовались при фиксации крупных фрагментов (более 1,5 см²), плохо прилегающих к своему ложу, полная конгруэнтность которых своему ложу оставалась под сомнением при выполнении их фиксации.

В конце оперативного вмешательства после санации полости коленного сустава проводилось введение приготовленной заранее плазмы, обогащенной тромбоцитами.

Клинический пример №4.

Пациент Б., 16 лет, поступил в отделение травматологии и ортопедии для оперативного лечения по поводу рассекающего остеохондрита медиального мыщелка левой бедренной кости. Впервые боли в правом коленном суставе стал отмечать за 3 года до поступления в стационар. Ребенок профессиональный спортсмен – футболист, травмы в анамнезе отрицает. До момента госпитализации ребенок к врачам не обращался. В течение последних 6 месяцев ребенка беспокоили блоки в левом коленном суставе, сопровождавшиеся синовитами. На момент осмотра контуры сустава сглажены, дефицит разгибания в левом коленном суставе 10 градусов, дефицит сгибания 30 градусов. Симптом Вильсона

положительный. Выполнено МРТ левого коленного сустава – выявлен обширный очаг РОМБК в зонах В и С по Harding и 2 – по Cahill&Berg. Общий размер очага на МРТ – 4,67 см², оценка по 100-балльной шкале МРТ – 33,75 баллов. Выявлены признаки нестабильности очага – повреждение субхондральной костной пластинки по периферии очага, крупная субхондральная кистозная полость с T2-гиперинтенсивным сигналом (рисунок №52).

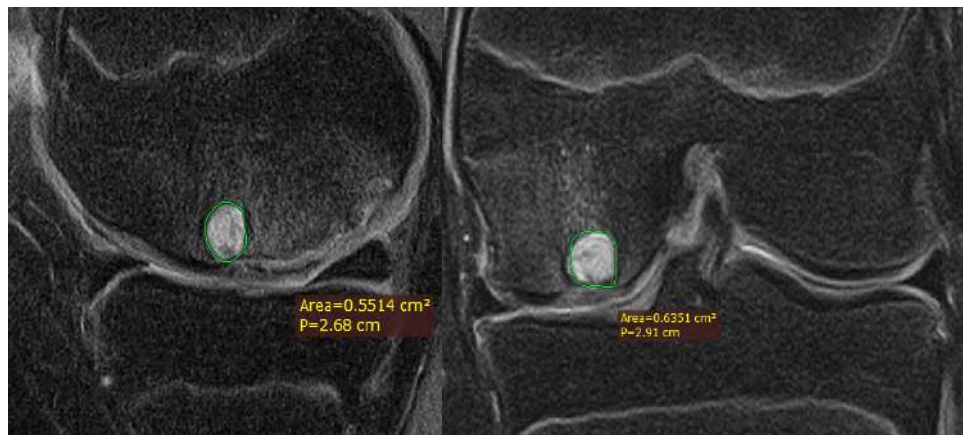


Рисунок №52. МРТ левого коленного сустава пациента Б. в предоперационном периоде в режиме PDFS (слева – сагиттальная проекция, справа – фронтальная проекция).

На артроскопии выявлен частично отделенный остеохондральный фрагмент со скоплением соединительной ткани и грубоволокнистым хрящом между ложем и внутренней частью фрагмента, произведен дебридмент ложа и фрагмента и выполнено остеоперфорации (рисунок №53).



Рисунок №53. Артроскопическая картина нестабильного очага РОМБК – частично отделенный фрагмент (сверху) отведен, проведен дебридмент ложа

фрагмента (по центру), проводится остеоперфорация мыщелка бедренной кости (справа) через ложе фрагмента.

Выполнена фиксация остеохондрального фрагмента двумя канюлированными титановыми винтами диаметром 3,5 мм со шляпками без резьбы для лучшей компрессии фрагмента большой площади. После осушения полости сустава в нее введен раствор PRP прицельно под зону остеохондрального фрагмента (рисунок №54).



Рисунок №54 – слева направо А,Б,В. Артроскопическая картина медиального мыщелка левой бедренной кости – осуществлен остеосинтез фрагмента винтами (А). После осушения полости сустава проведено введение раствора PRP в полость сустава проекционно под остеохондральный фрагмент (Б,В).

Ребенку проводилась комплексная консервативная терапия, на 2 месяца полностью снята опорная нагрузка на левую нижнюю конечность. Через 2 месяца ребенку проведена повторная артроскопия с удалением винтов. Опорная нагрузка начата с 5-го месяца от момента первой операции. Через 8 месяцев с момента первой операции на МРТ выявлена полная перестройка костной ткани с небольшими остаточными изменениями суставного хряща в виде изменения его сигнала и утолщения, оценка по 100-балльной шкале МРТ – 92,5 баллов (рисунок №55). Ребенку разрешены повседневные нагрузки в прежнем режиме с ограничением спортивной активности. Функциональность по шкале SKV через 1 год – 90 баллов, по Pedi-IKDC 90%.

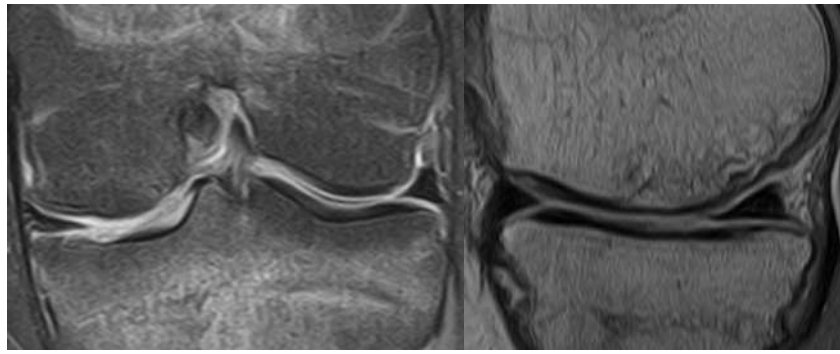


Рисунок №55. МРТ левого коленного сустава пациента Б. в режиме PDFS (слева – сагиттальная проекция, справа – фронтальная проекция) через 8 месяцев с момента операции.

4.4 Лечение в послеоперационном периоде

Ранний послеоперационный период включал в себя терапию, применявшуюся во время нахождения пациентов в стационаре. Средний срок нахождения в стационаре детей после операции составлял 4 дня (от 3 до 5 дней).

В раннем послеоперационном периоде всем детям проводилась антибактериальная терапия (цефалоспорины 1 поколения) в дозировке из расчета 70 мг/кг внутривенно струйно в 3 введения в течение 2-х дней с момента операции.

В связи с тем, что в мировой литературе имеются данные об улучшении репаративных процессов остеохондральных повреждений при комбинированном применении PRP и гипербарической оксигенации [110, 181], в течение всего времени нахождения в стационаре каждому пациенту проводились сеансы гипербарической оксигенации со следующим режимом проведения: компрессия и декомпрессия по 10 мин, изопрессия на режиме 1,7 АТА в течение 40 мин, общая длительность сеанса 60 мин.

У пациентов, которым применялась плазма, обогащенная тромбоцитами, в качестве обезболивания в послеоперационном периоде нестероидные противовоспалительные средства (НПВС) использовались только по строгим показаниям (оценка болевого синдрома по визуальной аналоговой шкале 7 баллов и более) в связи с тем, что их применение способствует снижению активации и

дегрануляции тромбоцитов, снижая эффективность PRP. Для местного обезболивающего эффекта в таком случае осуществлялось прикладывание пузыря со льдом через тканевую прокладку на период до 20 минут однократно с перерывом не менее 2-х часов между применением. Пациентам, которым не проводилась биостимуляция, применялись НПВС по требованию в возрастной дозировке.

Терапия в позднем послеоперационном периоде была представлена комплексной консервативной терапией, включавшей медикаментозное и немедикаментозное лечение.

В рамках немедикаментозного лечения применялись:

- иммобилизация коленного сустава в туторе без движений на 1 месяц
- ограничение любой спортивной нагрузки
- ходьба на костылях без опоры на пораженную нижнюю конечность – 2 месяца
- ЛФК коленного сустава после снятия тьютора с постепенной разработкой движений в суставе

Решение о начала опорной нагрузки на оперированную конечность принималось по результатам контрольного обследования через 2 месяца с момента операции. При положительной клинической и МРТ-динамике разрешалась ходьба с частичной опорой на оперированную конечность в течение еще одного месяца, после чего при отсутствии болевого синдрома и полном объеме движений в коленном суставе разрешалась ходьба без костылей.

Физиотерапевтическое лечение включало в себя магнитотерапию и электрофорез с кальцием, курсы терапии начинались после снятия швов на 14-е сутки с момента оперативного вмешательства. Магнитотерапия и электрофорез с кальцием проводились в режиме 10 процедур с перерывом 1 месяц, после чего курс повторялся, физиопроцедуры выполнялись последовательно (сначала 10 сеансов магнитотерапии, после перерыва в 10 дней – электрофорез с кальцием).

Комплексная состояла из препаратов, направленных на улучшение фосфорно-кальциевого обмена (витамин Д), препаратов, улучшающих реосификацию (остеогенон), а также дезагрегантов (пентоксифиллин).

ГЛАВА 5. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛЕЧЕНИЯ

5.1 Сравнительная характеристика основных групп исследования

Распределение пациентов по основным группам исследования представлено в таблице №20.

Таблица №20. Распределение пациентов по основным группам исследования.

Основные группы исследования	Количество пациентов
Группа №1	15
Группа №2	18
Группа №3	23
Группа №4	6

Первым этапом выполнялось сравнение основных групп исследования по основным характеристикам, включавшим в себя оценку конфаундинг-факторов (вмешивающихся факторов). Конфаундинг-факторы – это признаки, влияющие на исход заболевания. В случае настоящего исследования к ним относятся факторы, влияющие на заживление очага рассекающего остеохондрита несмотря на проводимое лечение:

- Возраст пациента
- Вовлеченный мышцелок бедренной кости
- Локализация очага РО в мышцелке бедренной кости согласно классификациям Harding и Cahill&Berg
- Размеры очага РО

Сравнение групп по параметрам проводилось с использованием непараметрических критериев в связи с ненормальным распределением большинства исследуемых признаков (103 из 112 исследуемых признаков имели распределение, отличное от Гауссовского).

Основные группы не отличались по возрасту - Основные группы сравнения не отличались по возрасту - средний возраст составил $13,4 \pm 2,57$ лет ($p=0,58$) – рисунок №56.

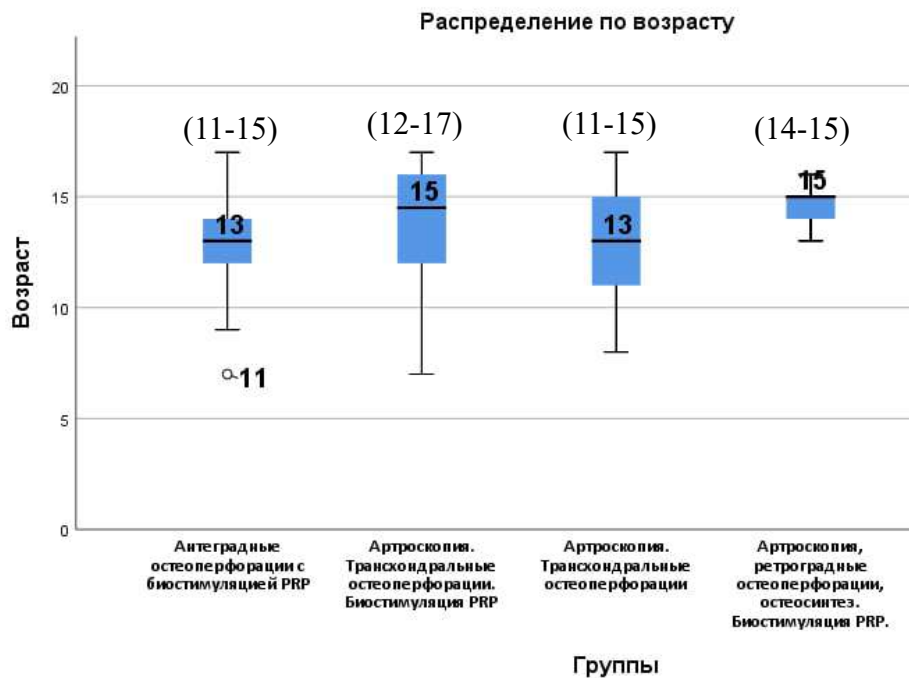


Рисунок №56. Распределение пациентов по возрасту в основных группах сравнения (медианы и межквартильный размах в скобках).

Соотношение пациентов, имевших очаги РО в медиальных и латеральных мышечках бедренных костей, не отличалось между основными исследуемыми группами - №1-№3 и составляло от 1,9:1 до 2,5:1 в пользу расположения в медиальном мышечке, $p>0,05$ (рисунок №57).

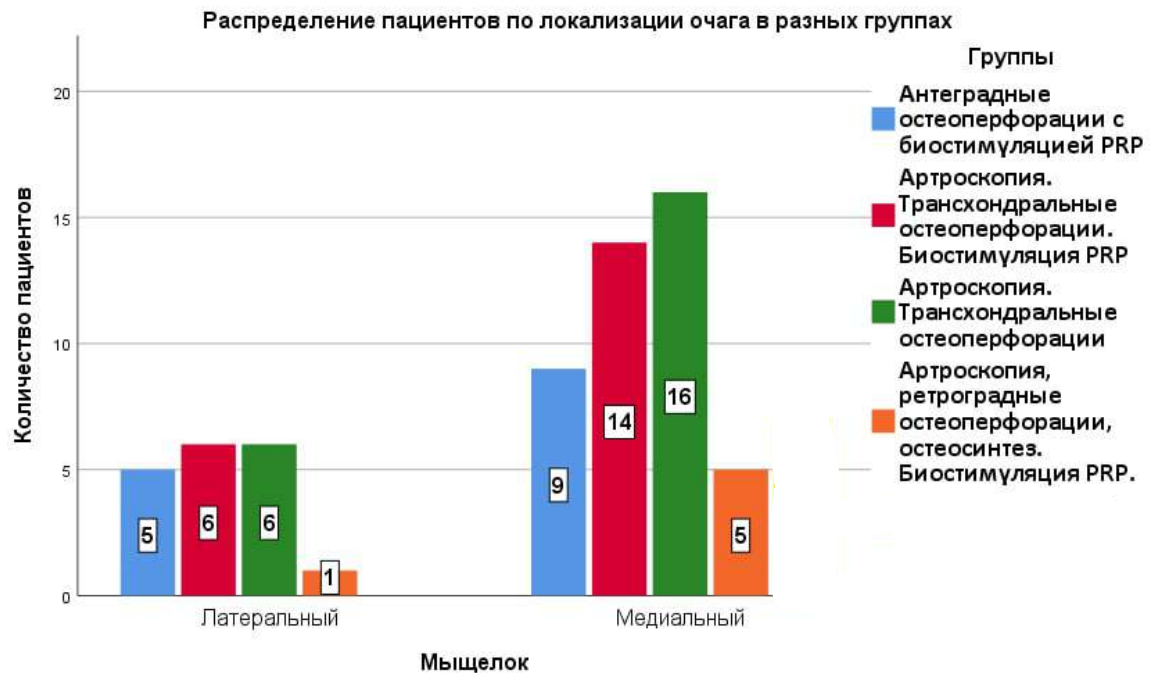


Рисунок №57. Локализация очагов РО в мыщелках бедренных костей по группам.

Сравнение размеров очагов проводилось по данным МРТ в связи с максимальной информативностью этого метода исследования в диагностике РО. Статистически значимых различий между основными группами сравнения по размеру очага РО на МРТ выявлено не было ($p > 0,05$) несмотря на некоторые различия в значениях медиан (рисунок №58).

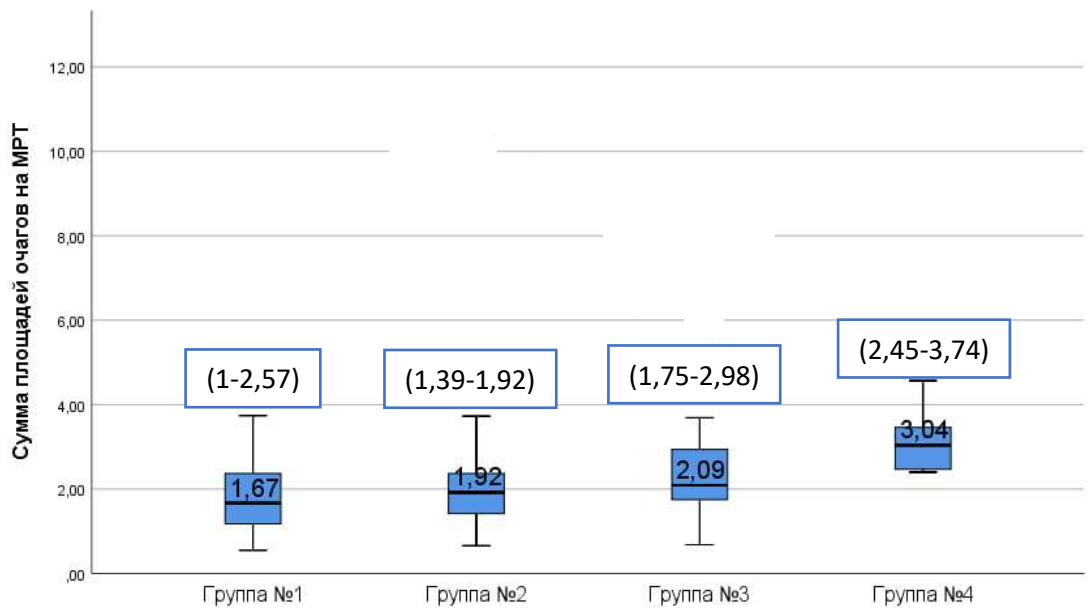


Рисунок №58. Распределение средних размеров очагов РО в основных группах сравнения (медиана). Границы межквартильного размаха указаны в скобках.

Основные группы сравнения не отличались по площади очага на рентгенографии коленного сустава ($p>0,05$), на артроскопии ($p>0,05$), по сумме площадей отека костного вещества на МРТ ($p>0,05$). Не выявлено различий между основными группами и по другим параметрам, которые косвенно могли повлиять на исход заболевания: по функциональности коленного сустава по шкале Pedi- IKDC в предоперационном периоде, по длительности консервативного лечения в предоперационном периоде, а также по времени, на протяжении которого пациентов беспокоят жалобы к моменту выполнения операции (таблица №21).

Таблица №21. Результаты сравнения групп по прогностически значимым параметрам (метод Краскелла-Уоллеса для независимых выборок) с медианами и межквартильным размахом.

Параметры сравнения	Группа №1	Группа №2	Группа №3	Группа №4	Значимость различий между группами
Средний возраст (в годах)	13 (11-15)	14,5 (12-17)	13 (11-15)	15	$p=0,924$

				(13,8-15,3)	
Средний размер очага РО по рентгенографии (см ²)	0,94 (0,36-1,95)	1,68 (0,31-2,43)	1,75 (0,8-2,74)	4,3 (0,8-6,45)	p=0,231
Средний размер очага РО по МРТ (см ²)	1,67 (1-2,57)	1,92 (1,39-2,39)	2,09 (1,75-1,98)	3,04 (2,45-3,73)	p=0,831
Средний размер очага РО по КТ (см ²)	1,53 (0,67-2,16)	1,79 (1,31-2,4)	1,99 (1,59-2,68)	3,04 (2,59-4,09)	p=0,36
Средний размер очага РО на артроскопии (см ²)	2,63 (2,25-4)	2,7 (2,1-4)	2,7 (1,5-3)	3,1 (2,25-3,68)	p=0,938
Средний размер отека костного вещества по МРТ (см ²)	6,13 (3,8-8,84)	8,34 (4,1-14,6)	6,9 (5,4-10,2)	8,62 (1,08-13,55)	p=0,477
Функциональность коленного сустава по шкале Pedi-IKDC в предоперационном периоде (в %)	56 (52-67)	62 (56-66)	52 (18-60)	52,5 (50-54)	p=0,306
Частота возникновения болевого синдрома в	5 (4-7)	5,5 (4-7)	6 (4-8)	4 (4-4,25)	p=0,649

предоперационном периоде (в баллах от 0 до 10)					
Средняя продолжительность времени, на протяжении которого пациентов беспокоили жалобы (в неделях)	38 (24-64)	59 (35-78)	58 (48-96)	32 (12-59)	p=0,129
Средняя продолжительность консервативного лечения в предоперационном периоде (в неделях)	4 (3-9)	3 (3-4)	4 (2-4)	3 (2-3)	p=0,534

5.2 Сравнение эффективности операций

5.2.1 Сравнение оперативных вмешательств по базовым параметрам

К базовым параметрам, по которым могут отличаться оперативные вмешательства, относились кровопотеря во время операции, время операции, частота осложнений (ранних и поздних), количество койко-дней, проведенных в стационаре.

Между группами не было различий по кровопотере во время операции ($p=0,653$) – средняя кровопотеря составила 94 ± 15 мл. Все дети находились в стационаре в течение 5 дней с момента операции в связи с тем, что получали курс

ГБО, состоявший из 5 процедур. Ни у одного ребенка не было выявлено ранних или поздних осложнений в виде раневых инфекций, остеомиелита, синовитов коленного сустава.

Основные группы сравнения различались по времени, затраченному на проведение операции, преимущественно за счет группы №4, в которой выполнялась фиксация остеохондрального фрагмента одним или двумя винтами. Среднее время операции в этой группе составило 63 минуты и значительно отличалось от остальных групп ($p=0,000$). Между группами 1-3 отличий значимых отличий выявлено не было несмотря на то, что в группе №1, в которой пациентам выполнялись антеградные остеоперфорации с биостимуляцией в очаг РО, среднее время операции составило 45 минут по сравнению с 36 и 38 минутами в группах №2 и №3 соответственно ($p=0,025$) – рисунок №59. Большая длительность операции в группе №1 связана с необходимостью симультанного контроля рентгеноскопии и артроскопии для прецизионного попадания в очаг рассекающего остеохондрита иглой для последующего введения PRP.

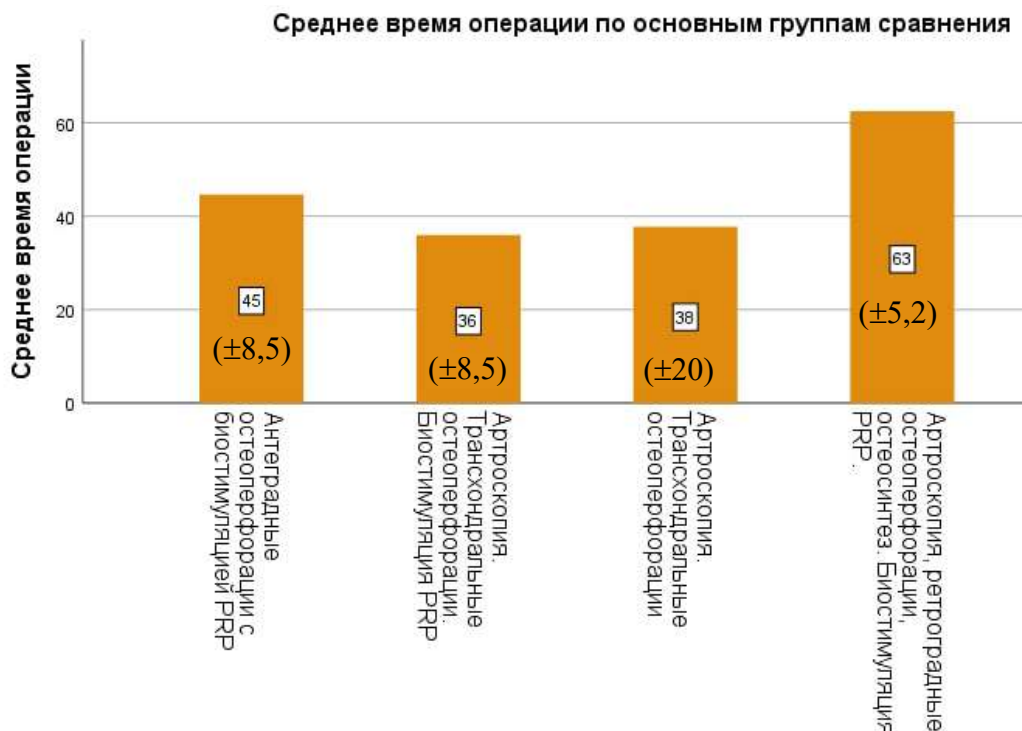


Рисунок №59. Среднее время операции в минутах в основных группах сравнения (в квадратах – среднее значение, в скобках – стандартное отклонение)

5.2.2 Инструментальная диагностика динамики репаративных процессов в очаге РОМБК

В текущем исследовании в качестве методов оценки послеоперационного результата применялись КТ и МРТ. КТ выполнялись в сроки 6 и 12 месяцев с момента операции для оценки контура мыщелка, степени разреженности костной ткани в очаге, наличии остаточных изменений в виде субхондральных кист. Тем не менее, в исследовании встречались пациенты, у которых оставались субхондральные костные кисты и измененный контур кости, однако на МРТ определялось более полное восстановление структур костной и хрящевой тканей в области очага РО, а также полное отсутствие симптомов заболевания (пример – рисунок №60).

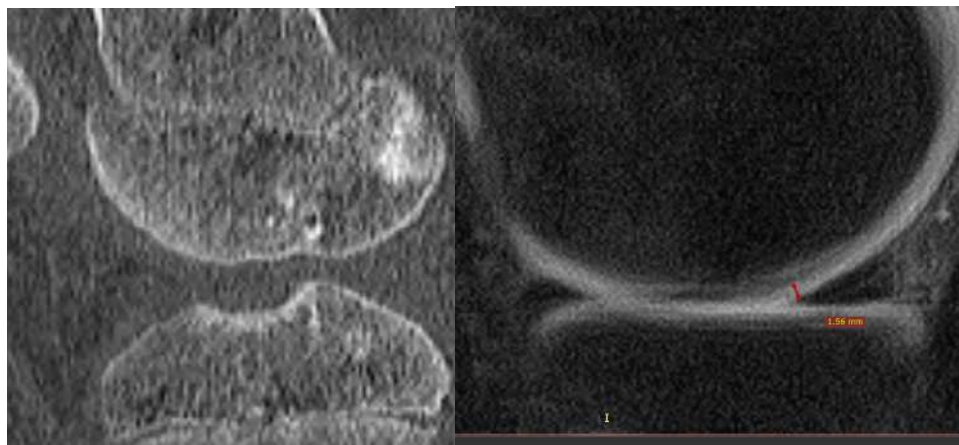


Рисунок №60. Визуализация правого коленного сустава пациента С., 16 лет – через 12 месяцев с момента операции. Слева – КТ, справа – МРТ в режиме PDFS в сагиттальных проекциях. На КТ отмечается дефект контура мыщелка и субхондральная киста в зоне очага РО. На МРТ выявлена лишь незначительная слоистость сигнала в зоне перехода глубоких слоев суставного хряща в субхондральную кость. У ребенка полностью отсутствует клиническая симптоматика, оценка функциональности коленного сустава по шкале Pedi-IKDC 95%.

В связи с наличием таких клинических случаев, для комплексной оценки динамики процессов репарации тканей в очаге РО применялась 100-балльная шкала оценки по МРТ после получения доказательств надежности.

В рамках проверки 100-балльной шкалы МРТ на прогностическую значимость была сформирована дихотомическая переменная, в которой за положительный исход лечения РОМБК условно взяты отличные и хорошие результаты, за отрицательный исход - остальные результаты. Так как отмечалась сильная корреляция ($r=0,676$; $p=0,000$) между средним баллом по шкале МРТ и исходом лечения, с целью выявления порогового значения, при котором исход будет положительным, выполнен анализ ROC-кривой (рисунок №61).

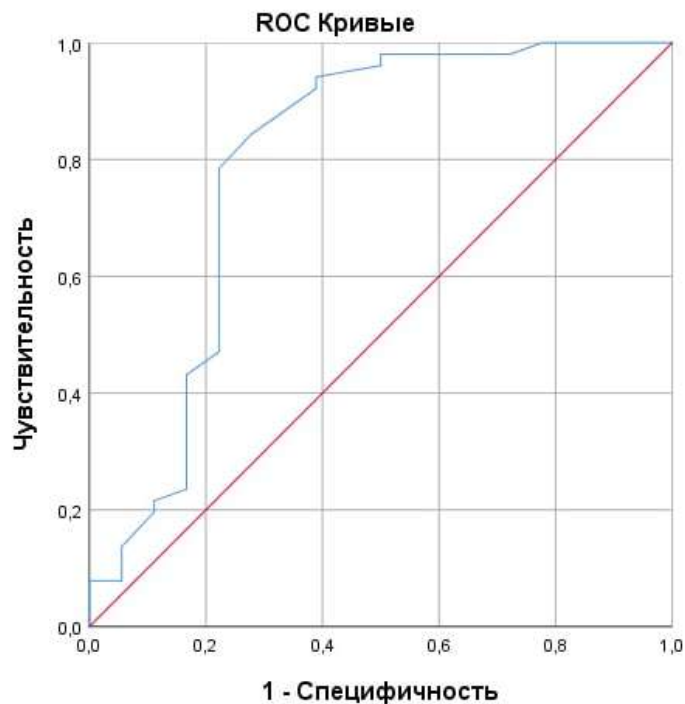


Рисунок №61. Кривая ROC, определяющая взаимоотношения между чувствительностью и специфичностью показателя среднего балла шкалы МРТ в прогнозировании исхода лечения по дихотомической переменной

Кривая имеет удовлетворительные показатели (таблица №22): площадь под кривой $0,795 \pm 0,076$, что является допустимым и приближается к отличным значениям в рамках ее интерпретации [129].

Таблица №22. Площадь под кривой ROC со статистическими показателями.

Область	Стандартная ошибка ^а	Асимптотическая знч. ^б	Асимптотический 95% доверительный интервал	
			Нижняя граница	Верхняя граница
,795	,076	,000	,646	,945

а. В соответствии с непараметрическим предположением

б. Нулевая гипотеза: = действительная площадь = 0,5

Пороговое значение среднего балла по шкале МРТ величиной 36 баллов имеет наиболее сбалансированные значения чувствительности и специфичности: 78,4% и 22,2% соответственно - для определения положительного исхода заболевания. Таким образом, при оценке по шкале МРТ выше 36 баллов можно получить отличный и хороший результаты можно получить в 78,4% случаев.

Медиана по шкале МРТ в предоперационном периоде составила 37,5 баллов (межквартильный размах 33,4-45). Между группами 1-4 статистически значимых различий при анализе с помощью тесту Краскелла-Уоллеса выявлено не было ($p=0,082$) - см. рисунок №62.

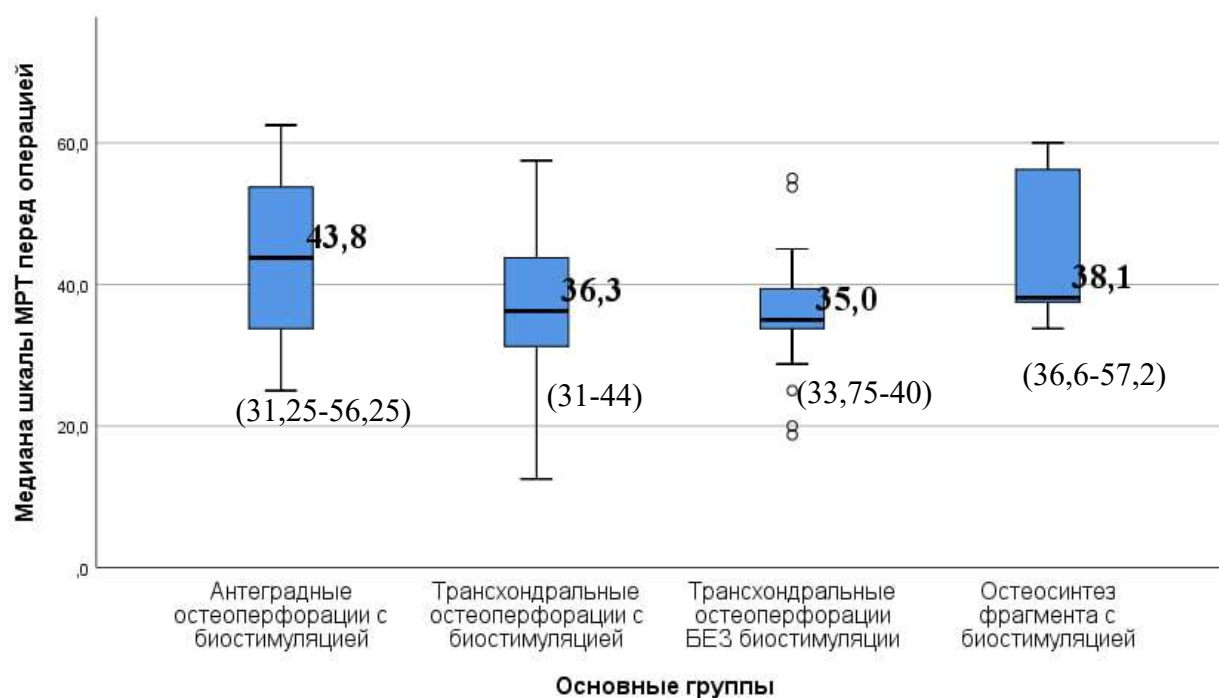


Рисунок №62. Медиана значения по шкале МРТ перед операций в каждой из основных групп сравнения, в скобках указан межквартильный размах.

К моменту 1 года с момента операции и к моменту финального наблюдения (при оценке по шкале МРТ более 75 баллов – полном заживлении очага РОМБК) статистически значимых различий между медианами количества баллов в группах не было выявлено ($p=0,438$).

Однако на графике (рис. № 63) динамики заживления очагов по 100-балльной шкале МРТ (медианы) отмечается наиболее гладкое и быстрое заживление очагов в группе №4 с нестабильными фрагментами, где пациентам проводился остеосинтез фрагмента винтом с биостимуляцией.

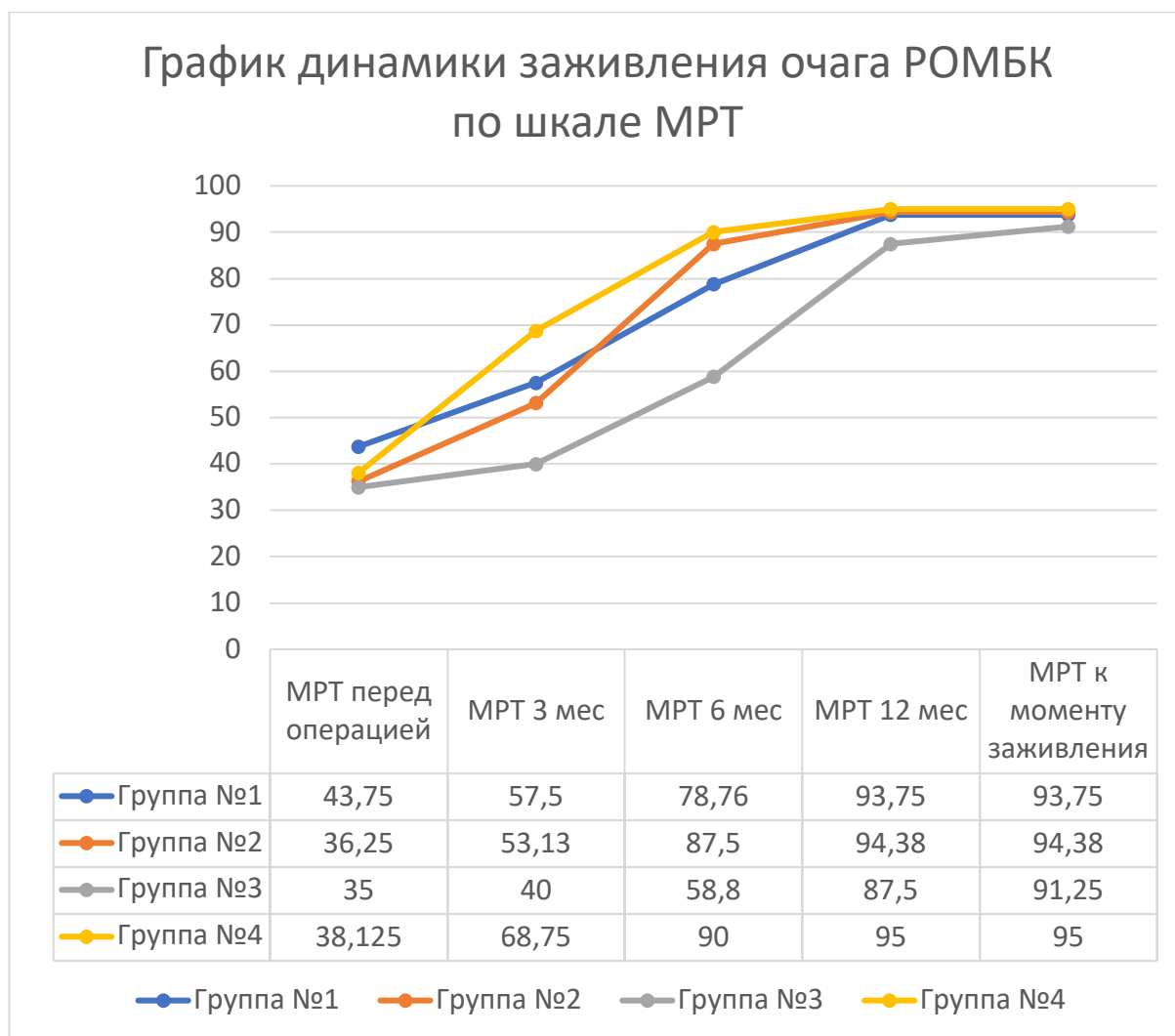


Рисунок № 63. График динамики заживления очагов РОМБК. В таблице указаны медианы, соответствующие точкам на графике.

Группы №1 и №2, где применялась биостимуляция PRP, практически не отличались по степени динамики заживления очагов. Группа №3 имела меньшее количество баллов по шкале МРТ через 3 и 6 месяцев с момента операции, что

отражает более медленную динамику заживления очагов РОМБК в данной группе, однако различий между баллами по шкале МРТ между группами выявлено не было ($p=0,082$).

Был проведен дополнительный подгрупповой анализ данных, оценивались доли пациентов в каждой из основных групп исследования, достигших уровня 75 баллов по шкале МРТ, когда очаг считается полностью зажившим (рисунок №64). Наибольшие доли пациентов, достигших полного заживления по шкале МРТ, выявлены в группах №1 и №4 к сроку 1 года с момента операции, критерий Краскелла-Уоллеса выявил различия между группами ($p=0,003$).

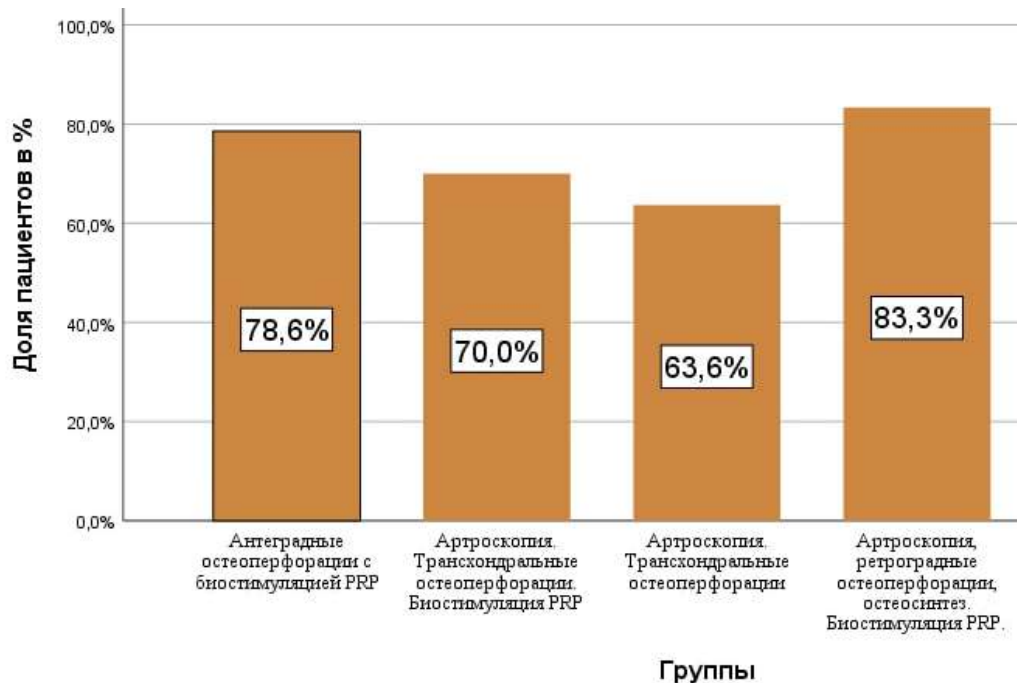


Рисунок №64. Доля пациентов, достигших уровня 75 баллов по шкале МРТ, в каждой группе исследования.

Средний срок заживления очага в группе №3 составил 11 месяцев, что явилось самым долгим сроком среди всех исследуемых групп по данным дополнительного апостериорного анализа попарных сравнений Данна ($p=0,001$). В группах с новыми методиками лечения, включавшими введение плазмы, обогащенной тромбоцитами, в очаг (группа №1) или в сустав (группа №2) после рассверливания зоны очага спицами, длительность заживления очагов составила 6 месяцев и 7 месяцев соответственно, статистически значимых различий между

этими группами выявлено не было ($p=0,94$), однако обе новые методики в значительной степени превосходят методику транскондральных остеоперфораций без биостимуляции ($p=0,001$) - рисунок №65.

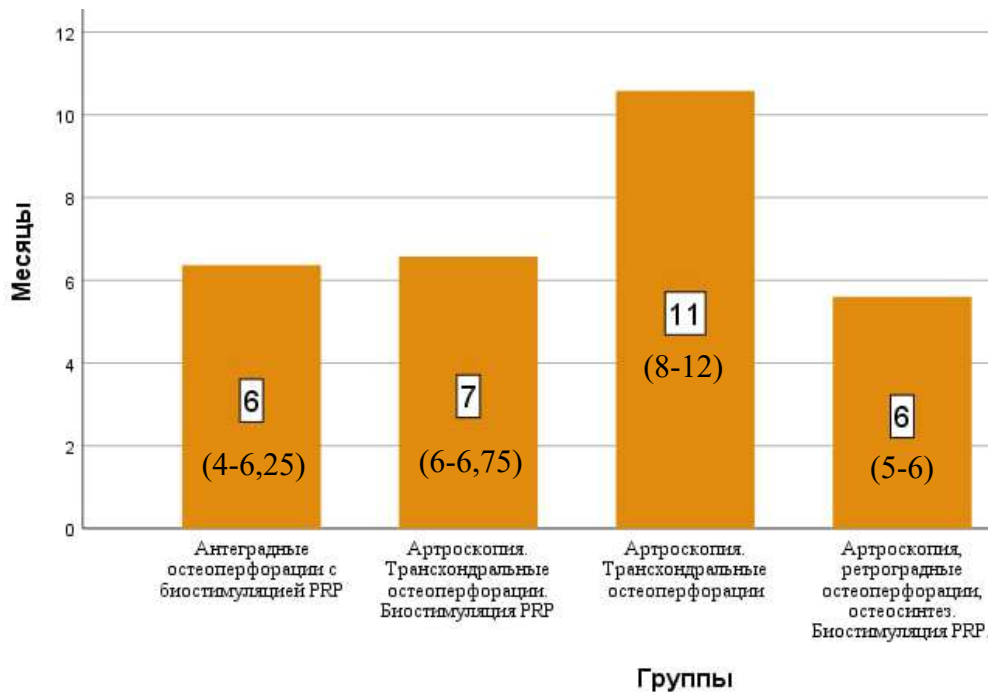


Рисунок №65. Медианы заживления очагов рассекающего остеохондрита по группам (межквартильный размах представлен в скобках).

Выявлено сокращение сроков заживления очага по данным МРТ в 1,8 раз при использовании антеградных остеоперфораций с внутриочаговой биостимуляцией PRP по сравнению с транскондральными остеоперфорациями без биостимуляции (ранее - традиционный метод лечения).

5.2.3 Оценка динамики клинической симптоматики

При анализе функций коленного сустава по клиническим шкалам оценки Pedi-IKDC, SKV на момент до операции показатели функциональности коленного сустава по Pedi-IKDC не различались между группами, составляя в среднем $47,75 \pm 2,7\%$.

Предоперационная оценка по шкале SKV при анализе по методу Краскелла-Уоллеса выявила различия между группами, анализ попарных сравнений Данна

выявил различия между группой №3 и остальными ($p=0,028$), пациенты этой группы оценили функцию коленного сустава в среднем на 79% (рисунок №66).

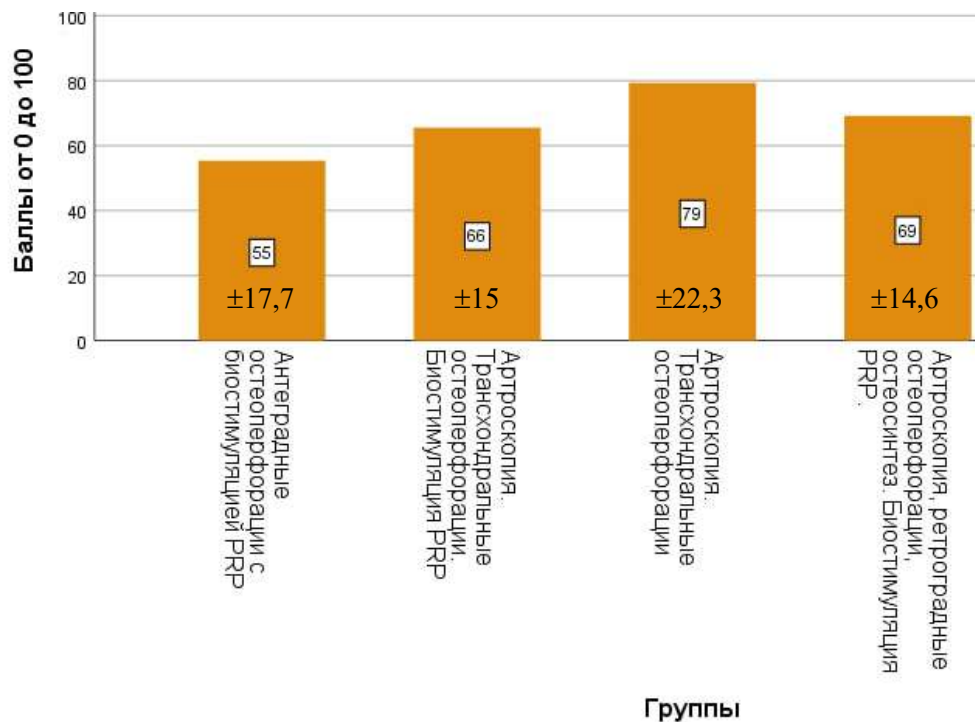


Рисунок №66. Распределение пациентов между основными группами сравнения по функциональности коленного сустава (данные шкалы SKV на момент до операции – средние значения со стандартными отклонениями в скобках).

Это может быть связано с несколько большим количеством нестабильных очагов по типу свободного костно-хрящевого дефекта в группе № 3. Пациенты с такими стадиями РОМБК склонны к продолжению нагрузок и снижению болевого синдрома, однако более склонны к появлению блоков коленного сустава и следующих за ними синовитов. Между остальными группами по шкале SKV на момент до операции различий выявлено не было.

Оценка функциональности коленного сустава по шкале Pedi-IKDC не показала статистически значимой разницы ($p=0,103$) между группами несмотря на то, что среднее значение функции коленного сустава от 0 до 100 по этой шкале составило в группе №2 наибольшее значение – 83 балла – по сравнению с группами № 1 (79 баллов) и №3 (80 баллов) – рисунок №67.

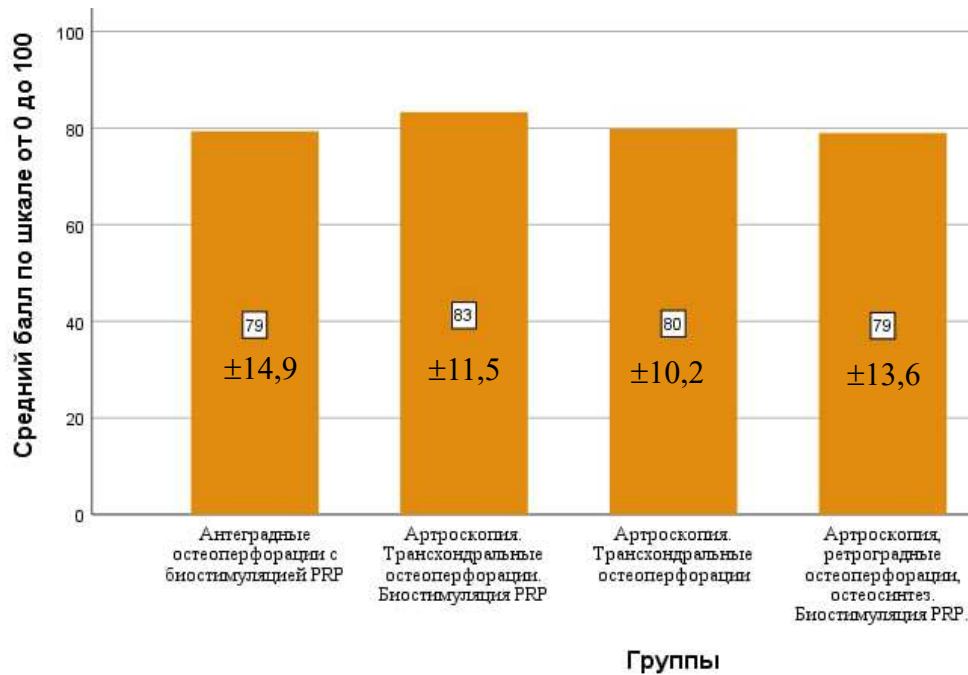


Рисунок №67. Средний балл функциональности коленного сустава пациентов по шкале Pedi-IKDC к моменту одного года после оперативного лечения (в скобках указаны стандартные отклонения).

Отдельно произведен подгрупповой анализ категории пациентов, достигших 75 баллов по шкале функциональности Pedi-IKDC, по основным группам исследования (рисунок № 68).

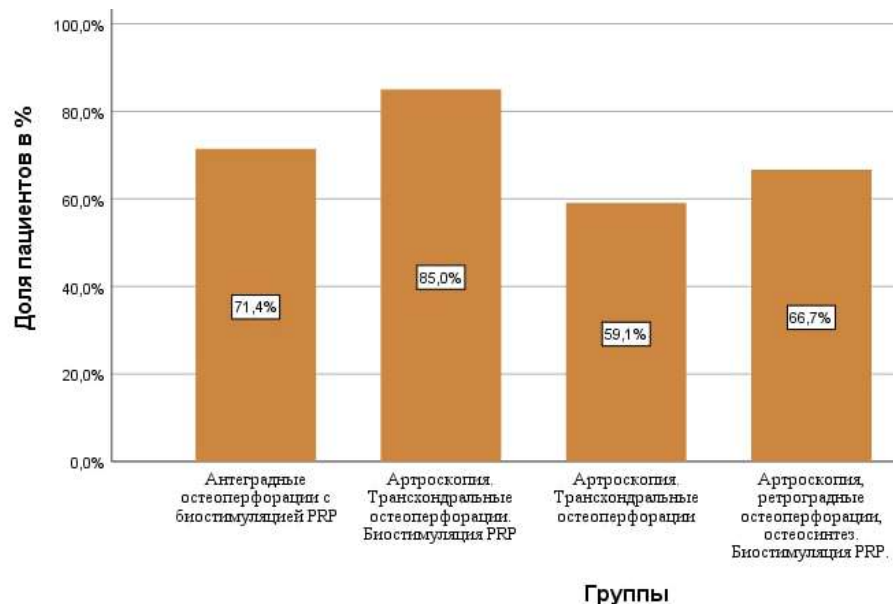


Рисунок №68. Сравнение доли детей в каждой группе, которые достигли уровня 75 баллов при оценке функции коленного сустава по шкале Pedi-IKDC от 0 до 100 баллов.

В группе №1 выявил высокую долю пациентов, достигших уровня 75 баллов по шкале оценки функции коленного сустава (71,4% пациентов), а также в группе №2 (85% пациентов). Анализ с помощью теста Краскелла-Уоллеса подтвердил различия между группами ($p=0,001$).

Статистически значимые различия между группами по среднему баллу шкалы SKV через год после операции получены по результатам теста Краскелла-Уоллеса ($p=0,044$). После проведения попарного теста Данна обнаружено, что пациенты группы №1 и №2 также имели статистически значимо более высокий балл оценки функций коленного сустава по прошествии одного года с момента операции по сравнению с группами №3 и №4 ($p=0,031$) – 81 балл и 84 балла соответственно в группах №1 и №2. Различий между группами №1 и №2 выявлено не было ($p=1$) – рисунок №69.

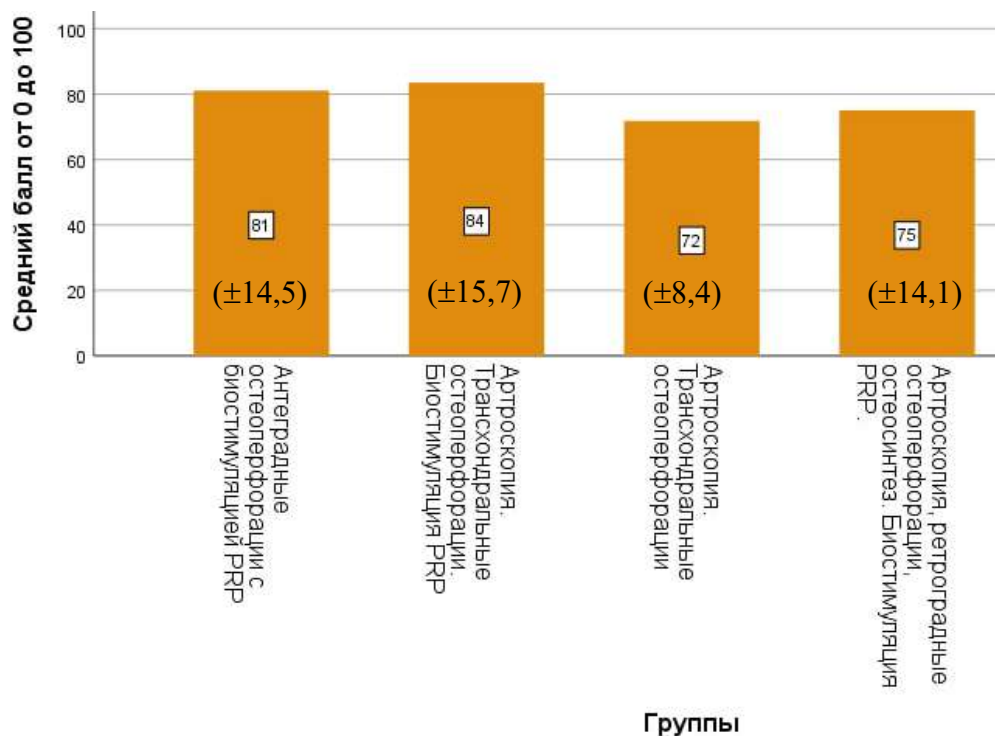


Рисунок №69. Сравнение групп по среднему баллу шкалы функционирования коленного сустава SKV (Simple Knee Value) к моменту одного года после операции – средние значения со стандартными отклонениями.

Статистически значимых различий по разделам шкалы SF-36 через 1 год после операции между группами обнаружено не было, за исключением параметра

«Изменение здоровья». Указанный параметр отражает динамику изменения состояния всех сфер жизни пациента, связанную с проведенными вмешательствами. Наилучший показатель изменения общего уровня здоровья определялся в группе №2 – у пациентов после трансхондральных остеоперфораций с биостимуляцией PRP внутрисуставно – в среднем 85 баллов из 100. В группе №1 показатель был ниже – 81 балл, в группе №3 – 75 баллов. Наихудшим показателем оказался в группе №4 – 63 балла (рисунок №70). Различия между группами по методу Краскелла-Уоллеса были подтверждены ($p=0,002$), однако по методу апостериорного анализа парных сравнений Данна различия были установлены лишь между группой №4 и остальными.

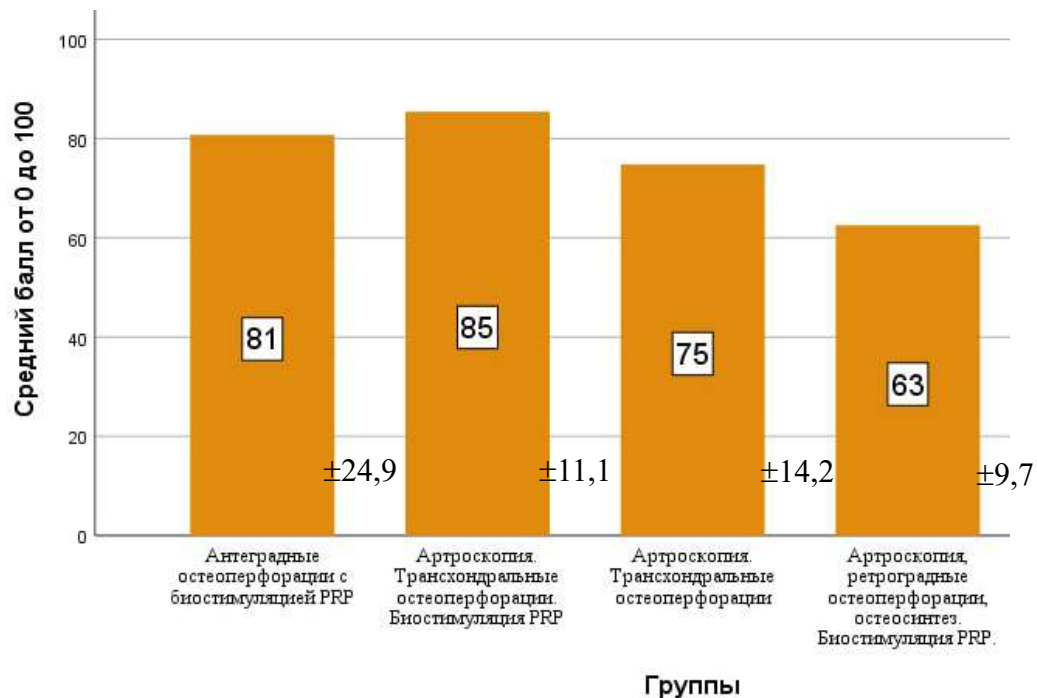


Рисунок №70. Средний балл изменения динамики общего здоровья по шкале SF-36 среди исследуемых групп (критерий Краскелла-Уоллеса $p=0,001$) к моменту одного года после операции – средние значения со стандартными отклонениями в скобках.

Надежный параметр, который отражает быстроту восстановления функции коленного сустава – срок возврата к полной активности. Возврат к полной активности определялся у спортсменов при условии возобновления спортивной активности на прежнем уровне (таком же, как и до оперативного вмешательства). У пациентов, не занимавшихся спортом на профессиональном уровне, критерием

возврата к полной активности являлось возобновление всех повседневных занятий с полным восстановлением ролевого функционирования (походы в школу, занятия физической культурой на уроках в школе, посещение всех секций, повседневная деятельность в полном объёме).

В результате сравнения средних сроков возврата к полной физической активности по тесту Краскелла-Уоллеса выявлены различия между группами ($p=0,003$). По результатам теста попарных сравнений Данна выявлена картина, схожая со сроками заживления очага по MPT-шкале: Различия статистически значимы между группами №1 и №2 с одной стороны, группой №3 – с другой ($p=0,001$; рисунок №71).

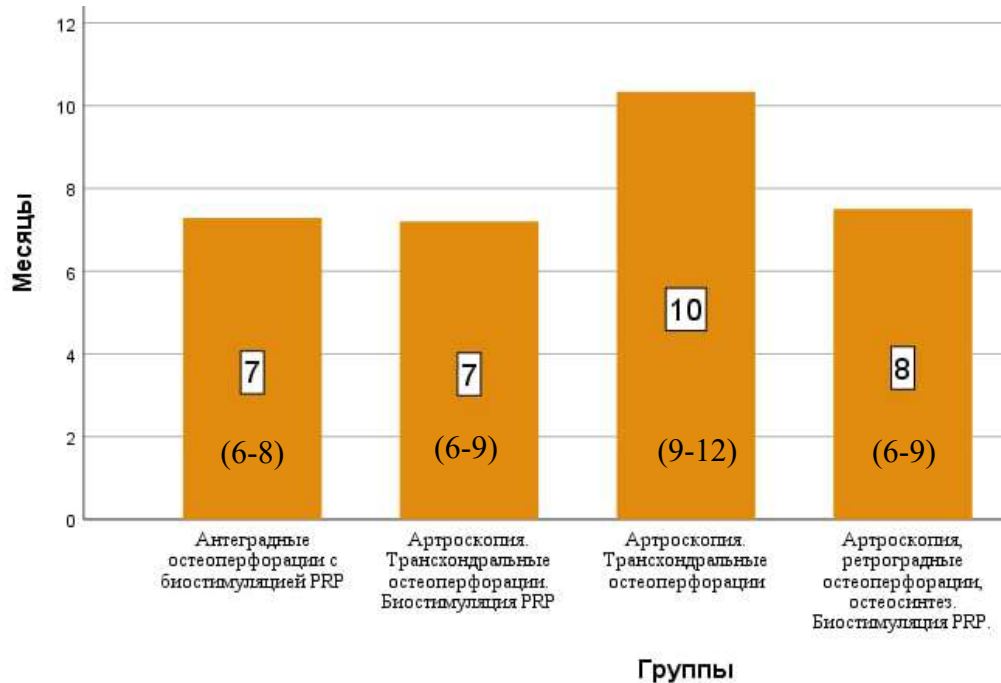


Рисунок №71. Медианы возврата пациентов к полной активности в месяцах, межквартильный размах указан в скобках.

Таким образом, пациенты групп №1 и №2 наиболее быстро возвращались к полноценной активности - на 3 месяца быстрее по сравнению с пациентами группы №3. По результатам проведения теста Данна статистически значимых различий между группами №1, №2 и №4 по срокам возврата к полной активности выявлено не было ($p=0,903$).

5.3 Критерии выздоровления

По результатам примененной тактики лечения пациентов с рассекающим остеохондритом мыщелков бедренных костей наилучшие результаты лечения получены в группах №4, №2 и №1 (таблица № 23). В группах №1 и №2 доли пациентов с отличными результатами лечения оказались выше всех остальных групп и составили 60% и 61% соответственно. В группах №3 и №4 получено 52,2% и 50% отличных результатов. Необходима проверка на большей выборке пациентов.

Таблица №23. Распределение пациентов в основных группах по общей шкале оценки результата лечения РОМБК.

		Отличный		Хороший		Неудовлетворительный		Плохой	
		Количество	% по строке	Количество	% по строке	Количество	% по строке	Количество	% по строке
Основные группы	Группа №1	9	60,0%	2	13,3%	1	6,7%	3	20,0%
	Группа №2	11	61,1%	3	16,7%	2	11,1%	2	11,1%
	Группа №3	12	52,2%	4	17,4%	5	21,7%	2	8,7%
	Группа №4	3	50,0%	2	33,3%	0	0,0%	1	16,7%

Однако, при анализе Кси-квадрата Пирсона не выполнены условия по количеству значений для каждой подгруппы пациентов, при анализе отношений правдоподобия статистически значимых различий между группами по количеству полученных результатов не выявлено ($p=0,801$).

Согласно введенной дихотомической переменной, отличные и хорошие результаты лечения считались выздоровлением, неудовлетворительные и плохие – персистенцией очага РОМБК. Несмотря на превосходство групп №4, №2 и №1 по сравнению с группой №3, статистически значимых различий между исследуемыми группами по доле пациентов, достигших выздоровления, обнаружено не было ($p=0,821$) – рисунок № 72.

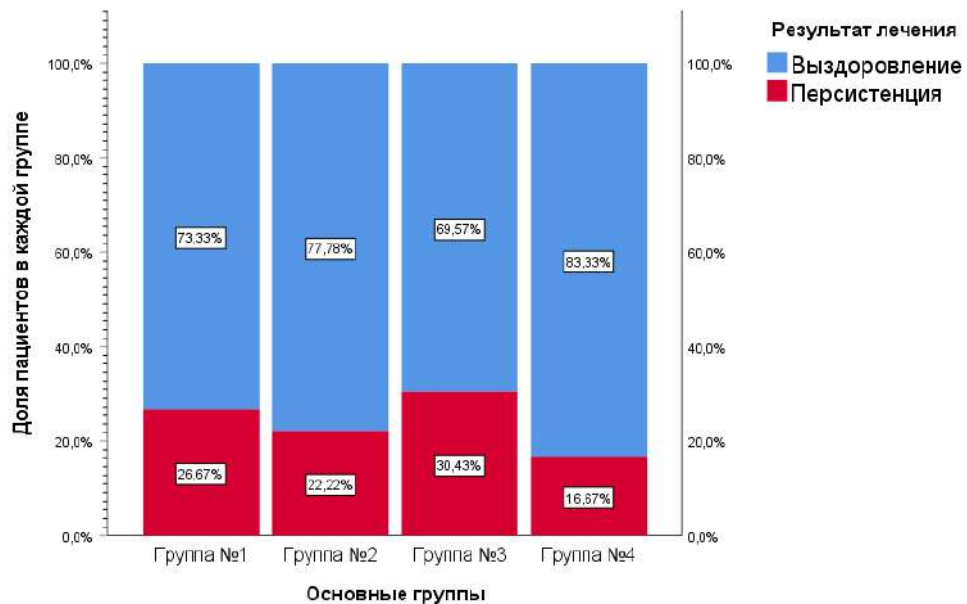


Рисунок №72. Распределение пациентов по основным группам согласно полученным результатам лечения

5.4 Анализ рецидивов и осложнений

У троих пациентов из группы трансхондральных остеоперфораций получен неудовлетворительный результат лечения: все 3 пациента имели нестабильные очаги типа 6 по классификации ROCK и соответствовали 4 стадии заболевания по рентгенологической классификации Ф. Х. Боширова (свободный фрагмент в полости коленного сустава) – в связи с этим у пациентов отмечались негативные оценки (ниже 75 баллов) по шкале MPT, а также пациенты не полностью вернули свою активность по сравнению с их активностью до оперативного лечения.

У трех пациентов, изначально включенных в группу антеградных остеоперфораций с внутриочаговой биостимуляцией, при попытке антеградного рассверливания зоны очага после прохождения склеротической зоны кости произошли незапланированные перфорации суставного хряща спицей, которое мануально ощущается как провал спицы после труднопроходимой зоны склероза. В связи с возникшим сообщением между зоной очага и полостью коленного сустава, эти пациенты были исключены из исследования.

У троих пациентов из группы антеградных остеоперфораций также получен неудовлетворительный результат, что определялось необходимостью повторного оперативного вмешательства.

Одному из этих пациентов ранее проводилась операция по методике трансхондральных реваскуляризирующих остеоперфораций без биостимуляции. Ребенок С., 11 лет, профессиональный спортсмен – футболист. Боли беспокоили ребенка в течение 7 месяцев до момента первой операции. Первая операция (трансхондральные остеоперфорации без биостимуляции) выполнена в одном из медицинских учреждений города Москвы. В результате наблюдения за пациентом в течение 1 года клинически и на МРТ положительной динамики не выявлено.

В ДГКБ им. Н. Ф. Филатова ребенку выполнено МРТ коленного сустава, где выявлен очаг рассекающего остеохондрита в медиальном мыщелке правой бедренной кости размерами 1,69 см² (рисунок №73).

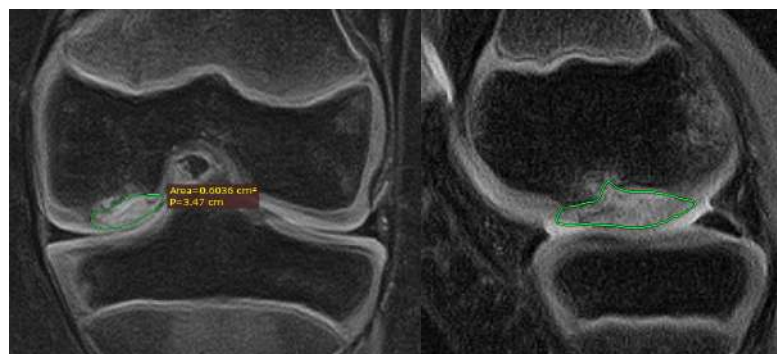


Рисунок №73. МРТ правого коленного сустава пациента С., 11 лет. Режим PDFS, предоперационная картина.

Ребенку выполнено оперативное вмешательство по разработанной методике – антеградные остеоперфорации с внутриочаговой биостимуляцией PRP. Через 12 месяцев у ребенка отмечалась умеренная положительная динамика в виде уменьшения частоты и степени болевого синдрома, однако сохранялся очаг РОМБК на МРТ - размер очага умеренно увеличился до 2,17 см² (рисунок №74).

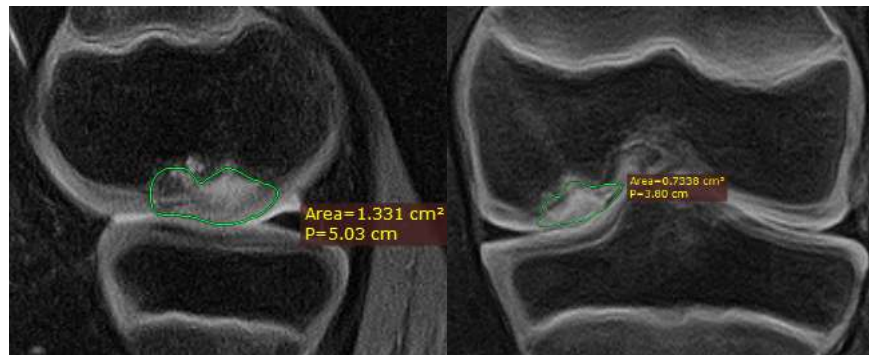


Рисунок №74. МРТ правого коленного сустава пациента С. В режиме PDFS через 12 месяцев с момента операции по методике антеградных остеоперфораций с внутриочаговой биостимуляцией.

Предшествующая операция с применением остеоперфораций может негативно влиять на эффективность повторной операции, так как в результате первой операции уже формируются искусственные костные каналы. Прогнозировать в таких условиях эффективность разработанной методики не представляется возможным. Пациенту через 12 месяцев с момента второй операции выполнена третья по методике трансхондральных остеоперфораций с внутрисуставной биостимуляцией. Через 6 месяцев отмечается выраженная клиническая положительная динамика и заживление очага на МРТ.

Ещё один случай персистенции очага РОМБК зарегистрирован у пациентки И., 9 лет, которой выполнялись антеградные остеоперфорации с внутриочаговой биостимуляцией. На МРТ отмечался очень длинный по протяженности в сагиттальной плоскости очаг РО, занимавший более 2/3 длинника мыщелка бедренной кости в сагиттальной проекции (рисунок №75).

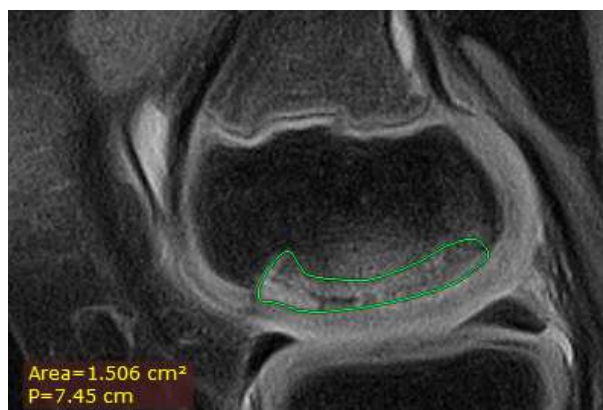


Рисунок №75. МРТ коленного сустава пациентки И., 9 лет, в сагиттальной проекции, T2 FatSat режим.

Ребенку решено выполнить операцию по методике антеградных остеоперфораций с внутриочаговой биостимуляцией. Спустя 1 год с момента операции у ребенка сохраняется болевой синдром при физических нагрузках, на МРТ сохраняется очаг РОМБК, умеренная положительная динамика по 100-балльной шкале МРТ, очаг все еще занимает более 2/3 длинника мыщелка бедренной кости в сагиттальной проекции (рисунок №76), у ребёнка сохранялся болевой синдром и ограничение повседневной нагрузки.

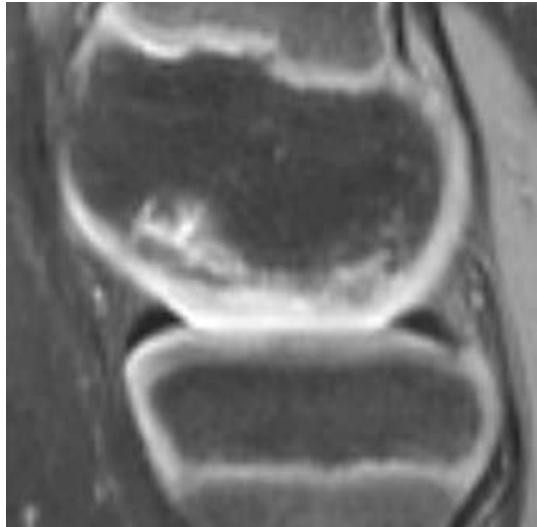


Рисунок №76. МРТ коленного сустава пациентки И. в сагиттальной проекции, T2 FatSat режим – через 1 год с момента операции.

В случае большой протяженности очага в сагиттальной плоскости и одновременно малой протяженности во фронтальной плоскости при антеградно выполняемых остеоперфорациях существует риск несовпадения зоны ряда перфорационных каналов с линией очага РО, что может приводить к неадекватной степени воздействия на зону нарушенной консолидации. Пациентке пришлось выполнить повторную операцию через 1 год с момента первой по методике трансхондральных остеоперфораций с внутрисуставной биостимуляцией. Через 9 месяцев с момента повторной операции у пациентки отсутствовала клиническая симптоматика, на МРТ определялось заживление очага РО.

Таким образом, применение разработанной методики антеградных остеоперфораций с внутриочаговым введением PRP не универсально и имеет определенные показания. При размере очага РОМБК более $\frac{1}{2}$ длинника мыщелка

бедренной кости в сагиттальной проекции, а также при повторном оперативном вмешательстве выполнение методики противопоказано.

В группе трансхондральных остеоперфораций без биостимуляции плохие результаты лечения отмечались у двух пациентов с нестабильными очагами 6 типа согласно классификации ROCK: дети не смогли полностью вернуться к уровню повседневной активности, предшествующему заболеванию. Помимо этого, у детей сохранялся болевой синдром меньшей интенсивности после физических нагрузок. С высокой долей вероятности сохранение такой симптоматики связано с повреждением суставного хряща и постепенным дебютом раннего остеоартроза.

Методика трансхондральных остеоперфораций приводит к разной степени повреждению суставного хряща при перфорации его спицами, однако в комбинации с внутрисуставной биостимуляцией PRP позволяет достичь отличных и хороших результатов лечения РОМБК в одинаковой степени наряду с методикой антеградных остеоперфораций с внутриочаговой биостимуляцией. Методика может применяться при протяженных очагах РОМБК и при повторных оперативных вмешательствах, поэтому является более универсальной. Однако, выполнение трансхондральных остеоперфораций при задней локализации очагов РОМБК (тип С по Harding) затруднительно.

5.5 Подгрупповой анализ данных

В связи с тем, что все пациенты группы №1 имели стабильные очаги в отличие от групп №2 и №3, для подтверждения данных о различиях между основными группами у пациентов со стабильными очагами выполнялся подгрупповой анализ данных. Так как 4-ая группа полностью представлена пациентами с нестабильными очагами, в подгрупповой анализ она не включена.

Распределение пациентов со стабильными очагами (артроскопическая стадия ROCK 1-3) по группам представлено в круговой диаграмме (рисунок №77)

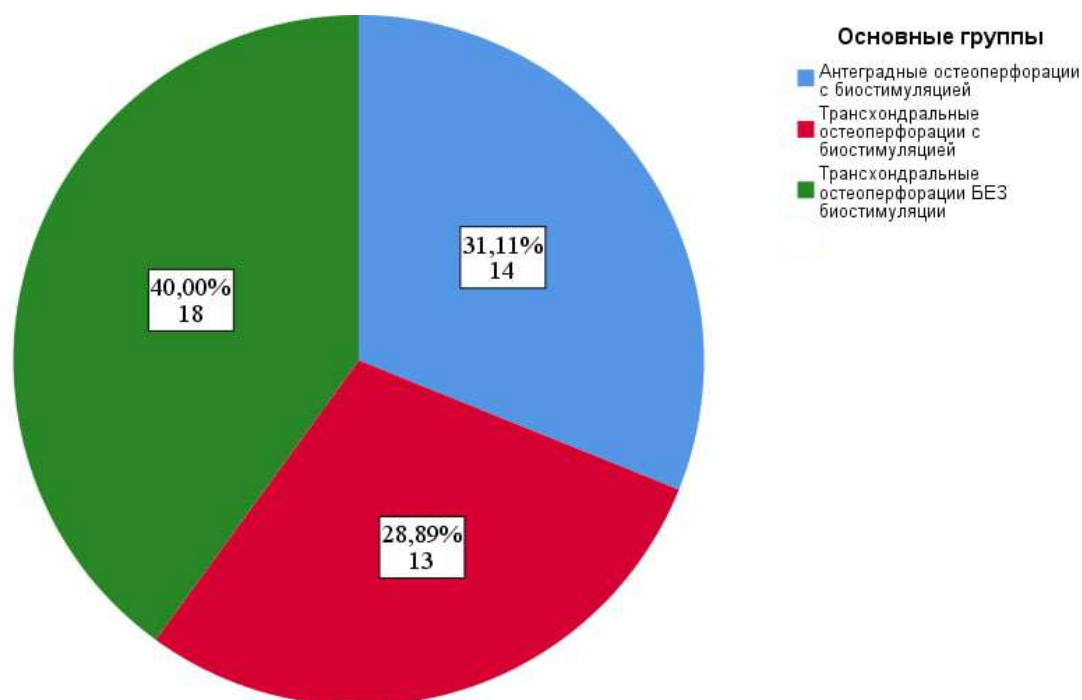


Рисунок №77. Распределение пациентов со стабильными очагами РОМБК по основным группам

Для подтверждения эффективности методики антеградных остеоперфораций с биостимуляцией по сравнению со стандартной методикой трансхондральных остеоперфораций без биостимуляции проведен анализ Краскелла-Уоллеса по параметрам сроков заживления очагов РОМБК на МРТ (рисунок №78), а также сроков возврата к полной активности (рисунок №79).

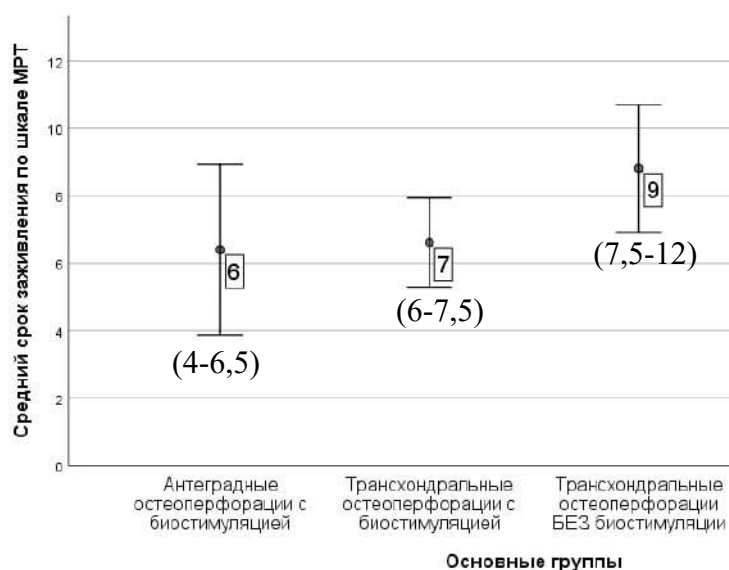


Рисунок №78. Срок заживления по МРТ (медиана и межквартильный размах в скобках)

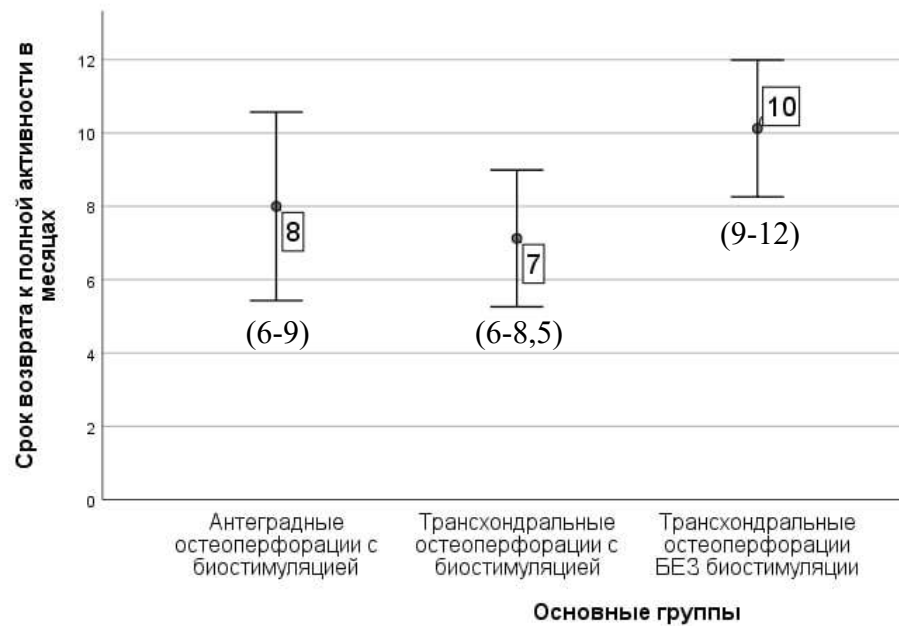


Рисунок №79. Срок возврата к полной активности (медиана и межквартильный размах в скобках)

По результатам теста отмечались статистически значимые различия по скорости возврата к полной активности ($p=0,037$) и заживления очага на МРТ между группами ($p=0,048$). При проведении теста попарных сравнений Данная обнаружены статистически значимые различия между группами №1 и №3, а также №2 и №3. Подгрупповой анализ данных выявил превосходство методик остеоперфораций с применением PRP по скорости восстановления пациента и заживления очагов РОМБК на МРТ.

5.6 Обсуждение результатов

Рассекающий остеохондрит мыщелков бедренной кости – это стадийное заболевание, приводящее к субхондральному некрозу костной ткани мыщелка, развивающееся в течение длительного времени и проходящее при отсутствии своевременного лечения все стадии вплоть до отделения костно-хрящевого фрагмента. Ведущим патологическим процессом при данном заболевании является локальное нарушение кровоснабжения участка субхондральной кости, которое ведет к остеолизису, нарушению трофики прилегающего суставного хряща и

нарушению регенерации костной ткани в очаге на фоне нарушенного кровоснабжения. Продолжающаяся нагрузка на суставной хрящ в условиях протекающих в очаге процессов приводит к отрыву костно-хрящевого фрагмента с формированием полнослойного костно-хрящевого дефекта в мыщелке бедренной кости. Нестабильные очаги РОМБК, к которым относят частично или полностью отделенные остеохондральные фрагменты, приводят к гораздо большей частоте развития раннего артроза коленного сустава (до 51%) по сравнению со стабильными очагами (6%) в отдаленном периоде[84]. Поэтому главными приоритетами лечения РОМБК является его своевременность и профилактика перехода заболевания в нестабильную стадию.

Лечение стабильных форм рассекающего остеохондрита требует исключения нагрузки с суставного хряща и субхондральной кости для предотвращения перехода процесса в следующую стадию, а также стимуляции репаративных процессов в очаге РОМБК с замещением зоны некроза регенерирующей костью.

Классической методикой оперативного лечения, позволяющей достигнуть этой цели, является выполнение множественных реваскуляризирующих транسخондральных остеоперфораций с целью улучшения кровоснабжения в очаге путём создания каналов для потенирования ангиогенеза и транслокации стволовых мультипотентных клеток из мыщелка бедренной кости в зону очага РОМБК. Восстановление субхондральной костной ткани – длительный процесс, требующий взаимодействия множества факторов роста и дифференцировки костной ткани, наличия в очаге мультипотентных стволовых клеток, а также адекватного кровоснабжения зоны очага. Поэтому применение методики остеоперфораций не может рассматриваться как изолированная технология но проводится в комплексе лечебных мероприятий, включающих в том числе дозирование физической нагрузки (от полного исключения до этапного длительного восстановления) и медикаментозную терапию.

Снятие нагрузки с мыщелков бедренной кости достигается путём передвижения пациента на костылях без опоры на поражённую конечность, что, в свою очередь, влечёт за собой длительные ограничения пациента в социуме, что особенно

негативно сказывается на активных пациентах подросткового и младшего школьного возраста. Социальная депривация детей из-за заболеваний, требующих длительного нахождения на домашнем режиме, может негативно повлиять на коммуникативные способности пациентов в более старшем возрасте[73]. Длительное ограничение двигательной активности у детей, а также неполная регенерация субхондральной кости и суставного хряща в очаге РОМБК снижают шансы таких детей на возврат к прежней спортивной активности. Поэтому для детей важным является максимально возможное сокращение периодов лечения и реабилитации.

Таким образом, среди основных задач, направленных на улучшение лечения детей с РОМБК, на первый план выходят своевременная диагностика, применение методик оперативного лечения, направленных на интенсификацию репаративного остеогенеза, своевременная и комплексная оценка критериев выздоровления, позволяющие сократить сроки лечения и реабилитации.

Анализ клинических методов диагностики РОМБК показал, что достоверных клинических симптомов, позволяющих отличить заболевание от других патологий коленного сустава, в настоящее время не существует. Комплексная оценка всех структур очага возможна с помощью опосредованных и прямых методов визуализации измененной анатомии в мышечке бедренной кости (КТ, МРТ и артроскопия).

Основываясь на данных множества экспериментальных и ряда клинических исследований об эффективности применения плазмы, обогащенной тромбоцитами, при лечении различных заболеваний, связанных с нарушением остеогенеза [26, 76, 138, 172, 197, 209, 211, 216, 217], а также патологии суставного хряща [11, 68, 80, 118, 137, 183, 197], включая данные о её бактерицидной активности [113, 149] и данные рандомизированного клинического исследования по лечению несращений переломов с помощью PRP [71], в отделении травматологии и ортопедии имени В. П. Немсадзе ДГКБ им. Н. Ф. Филатова (клиническая база кафедры детской хирургии РНИМУ им. Н. И. Пирогова) разработана методика антеградных остеоперфораций с внутривенным введением PRP. Цель применения новой

методики - уменьшение сроков возврата пациентов к полной активности путём интенсификации репарации костной и хрящевой тканей в условиях минимального травмирования суставного хряща. Сравнение результатов лечения пациентов с РОМБК по разработанной методике проводилось с методиками: трансхондральных остеоперфораций без биостимуляции, трансхондральных остеоперфораций с внутрисуставной биостимуляцией PRP, остеосинтеза костно-хрящевого фрагмента с внутрисуставной биостимуляцией PRP.

Все сравнивавшиеся методики обладают отличным профилем безопасности: ни у одного ребенка не было выявлено ранних или поздних осложнений в виде раневых инфекций, остеомиелита. У одного ребенка из группы фиксации остеохондрального фрагмента винтом через 3 месяца с момента операции появились признаки реактивного синовита на фоне блока сустава, связанного с наличием свободных костно-хрящевых фрагментов, возникших в результате разрушения остеохондрального фрагмента вокруг фиксирующего винта.

Не было выявлено различий по кровопотере во время операции ($p=0,653$) – средняя кровопотеря составила 94 ± 15 мл. Все дети находились в стационаре в течение 5 дней с момента операции в связи с тем, что получали курс ГБО.

Наименьшее количество времени затрачивалось на выполнение операций по методикам трансхондральных остеоперфораций с биостимуляцией – 36 минут – и без биостимуляции – 38 минут. Оперативное вмешательство с применением антеградных остеоперфораций с внутриочаговой биостимуляцией длилось в среднем 45 минут ($p=0,025$). Среднее время оперативного вмешательства при выполнении фиксации остеохондрального фрагмента было наибольшим и составило 63 минуты ($p=0,000$).

Все оперативные вмешательства являются в равной степени эффективными и позволили привести к выздоровлению от 73% до 83% пациентов в сравниваемых группах. Так как улучшение результатов лечения предполагает также сокращение сроков лечения и реабилитации, группы сравнивались по соответствующим критериям.

Отличные результаты лечения отличаются от хороших полным возвратом пациента к прежней активности (в том числе спортивной) и наиболее полным восстановлением структуры кости и суставного хряща в зоне очага РОМБК согласно 100-балльной шкале MPT. В группах №1 и №2 доли пациентов с отличными результатами лечения оказались выше всех остальных групп и составили 60% и 61% соответственно. В группах №3 и №4 получено 52,2% и 50% отличных результатов. Это позволяет предположить, что в группах, где остеоперфорации дополнялись применением PRP, процесс восстановления субхондральной кости и суставного хряща протекал более благоприятно. Однако, отсутствие статистически значимых различий между основными группами при оценке долей пациентов с различными результатами не позволяет сделать выводы о превосходстве той или иной методики по эффективности результата через 1 год с момента операции.

Несмотря на большое количество отличных и хороших результатов, в группе антеградных остеоперфораций с внутриочаговой биостимуляцией отмечалось и большее количество плохих результатов (20%) при одном неудовлетворительном (6,7%). Плохие результаты получены у пациентов с обширными очагами, занимающими более $\frac{1}{2}$ длинника мыщелка в сагиттальной плоскости, а также у тех, кому выполнялась повторная операция, что позволяет отнести указанные факторы к противопоказаниям для применения методики антеградных остеоперфораций с внутриочаговой биостимуляцией. В группе №3, где биостимуляция не применялась, выявлено наибольшее количество неудовлетворительных результатов (21,7%) при низкой доле плохих результатов (8,7%). Низкая доля неудовлетворительных результатов свидетельствует о достаточной степени воздействия на очаг при выполнении трансхондральных остеоперфораций под визуальным контролем. Большое количество неудовлетворительных результатов может быть связано с недостаточной степенью стимуляции регенеративных процессов в очаге РОМБК при выполнении трансхондральных остеоперфораций без биостимуляции PRP.

Согласно шкалам субъективной оценки пациентами функции коленного сустава, применение любой из методик оперативного лечения РОМБК приводит к хорошим функциональным результатам через 1 год после оперативного вмешательства. Сравнение групп по долям пациентов, достигших отличных функциональных результатов по шкале Pedi-IKDC (более 75%), выявило более высокие доли пациентов в группе №1 (71,4% пациентов), а также в группе №2 (85% пациентов) - $p=0,001$. Полученные результаты подтверждают предположение о том, что наиболее полное восстановление субхондральной кости и суставного хряща достигнуто при использовании биостимуляции PRP, так как результат перестройки тканей в очаге РОМБК на МРТ коррелирует с данными клинических шкал оценки функций сустава.

Наиболее значимые отличия между группами выявлены по срокам полного заживления очага на МРТ и срокам возврата к полной физической активности. Применение биостимуляции в группах №1 и №2 позволило сократить срок полного заживления очага на МРТ с 11 месяцев (в группе №3) до 6 месяцев в группе №1, до 7 месяцев – в группе №2, и до 8 месяцев – в группе №4. Сокращение сроков заживления очага на МРТ было определило сокращение сроков восстановления функции коленного сустава, что позволило пациентам из групп №1 и №2 вернуться к полной физической активности на 3 месяца раньше – через 7 месяцев с момента операции, чем при использовании традиционной методики трансхондральных остеоперфораций. У пациентов с фиксированным остеохондральным фрагментом также отмечалось снижение сроков полного восстановления до 8 месяцев.

Подгрупповой анализ данных подтвердил превосходство методик остеоперфораций с применением плазмы, обогащенной тромбоцитами, по скорости восстановления полной активности пациента и заживления очагов РОМБК на МРТ.

Все изучаемые методы лечения РОМБК приводят к оптимальным результатам лечения через 1 года с момента операции, однако методики трансхондральных и антеградных остеоперфораций с применением биостимуляции превосходят стандартную методику лечения РОМБК в виде трансхондральных

остеоперфораций без биостимуляции по срокам восстановления полной активности пациентов и срокам достижения полного заживления очагов РОМБК по данным МРТ.

Методика транسخондральных остеоперфораций с внутрисуставной биостимуляцией PRP приводит к сокращению сроков восстановления пациентов на 30% и сроков полного заживления очага по МРТ в 1,6 раз по сравнению с традиционной методикой остеоперфораций без биостимуляции.

Однако, методика не является универсальной и имеет противопоказания, несоблюдение которых может привести к увеличению плохих результатов лечения. Среди противопоказаний:

- 1) Ранее проведенные оперативные вмешательства в очаге РОМБК.
Проведенные ранее вмешательства непредсказуемо влияют на перестройку костной ткани в очаге РО, в связи с чем эффективность методики при ее применении в качестве резервной ставится под сомнение.
- 2) Протяженность очага более 2/3 от длинника мыщелка бедренной кости в сагиттальной плоскости.
При большей длине очага уменьшается возможность выполнить адекватное площади поверхности очага количество остеоперфораций, которые играют ключевую роль в методике. Так как PRP является дополнительным средством, способствующим увеличению концентрации факторов роста в очаге и усилением пролиферации остеобластов и их функции, положительное влияние PRP без созданных в очаге условий невозможно.
- 3) Наличие признаков нестабильности очага рассекающего остеохондрита. Так как одной из целей методики является минимизация повреждения суставного хряща, применение методики при уже поврежденном хряще не имеет смысла при условиях, что метод транسخондральных остеоперфораций с внутрисуставной биостимуляцией приводит к сравнимым результатам.

Общие результаты лечения пациентов со стабильными очагами РОМБК не отличаются между группами №1 и №2, что подтверждается данными систематического обзора по сравнению методик транسخондральных и антеградных

остеоперфораций в лечении рассекающего остеохондрита у детей[78]. Главным недостатком методики трансхондральных остеоперфораций является травматизация спицей суставного хряща. Потенциальные отдаленные последствия такого повреждения в настоящее время не изучены, однако ряд авторов отмечали на повторной артроскопии участки фиброзно-хрящевой перестройки суставного хряща в зоне проходивших через хрящ спиц через 5 лет с момента первой операции. В систематическом обзоре литературы, посвященном сравнению методов трансхондральных и антеградных остеоперфораций у детей, наилучшие результаты лечения получены при применении антеградных остеоперфораций[8].

Поэтому, несмотря на большую универсальность методики трансхондральных остеоперфораций с внутрисуставной биостимуляцией, методика антеградных остеоперфораций с внутриочаговой биостимуляцией PRP является приоритетной для применения при отсутствии противопоказаний.

Фиксация остеохондрального фрагмента с внутрисуставной биостимуляцией PRP в равной степени позволяет сократить срок заживления очага РОМБК на МРТ до 6 месяцев за счёт стабильности фиксированного фрагмента, возврат к полной активности сокращался до 8 месяцев по сравнению с традиционной методикой трансхондральных остеоперфораций. Однако, при применении этой методики происходит неизбежная травматизация суставного хряща в зоне постановки фиксаторов. У пациентов, которым проводилась фиксация фрагментов, ниже доля отличных результатов (50%) и общее количество баллов по шкале субъективной оценке здоровья SF-36. Это может быть связано с сохраняющимся болевым синдромом при физических нагрузках, который может быть объяснён повреждением суставного хряща как по периферии остеохондрального фрагмента, так и в зоне вхождения металлофиксаторов. Известно, что нестабильные формы РОМБК даже при условии проведенной фиксации остеохондрального фрагмента в отдалённом периоде после операции имеют 50% риск формирования раннего артроза коленного сустава. Тем не менее, фиксация костно-хрящевого фрагмента при нестабильных формах рассекающего остеохондрита с сохраненной конгруэнтностью фрагмента и последующая внутрисуставная биостимуляция PRP

приоритетнее, чем удаление фрагмента, после которого риск формирования раннего артроза ещё выше и составляет до 70%[177].

Все методики оперативного лечения, где применялась биостимуляция PRP одним из предложенных способов (внутриочаговое или внутрисуставное введение), привели к сокращению сроков заживления очага, ускоренной реабилитации и возврату пациентов к полной активности. Применение биостимуляции PRP рекомендуется к применению в комбинации с любыми методиками оперативного лечения РОМБК.

Полученные данные позволили разработать алгоритм выбора метода оперативного лечения рассекающего остеохондрита у детей с учетом применения биостимуляции PRP (рисунок №80).



Рисунок №80. Алгоритм выбора оперативного вмешательства на основании предоперационного обследования.

Разработанный алгоритм позволяет достигнуть наилучшего результата лечения рассекающего остеохондрита мыщелков бедренной кости у детей, применение PRP рекомендуется всем пациентам с РОМБК для улучшения результатов лечения за счет ускорения репаративного остео- и хондрогенеза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассекающий остеохондрит (РО) – Это стадийное заболевание, в основе которого лежит очаговый субхондральный остеонекроз, развивающееся в течение длительного времени и проходящее при отсутствии своевременного лечения все стадии вплоть до отрыва костно-хрящевого фрагмента[140]. Ведущим патологическим процессом при данном заболевании является локальное нарушение кровоснабжения участка субхондральной кости, которое ведет к остеолизису, нарушению трофики прилегающего суставного хряща и нарушению регенерации костной ткани в очаге на фоне нарушенного кровоснабжения. Продолжающаяся нагрузка на суставной хрящ в условиях протекающих в очаге процессов приводит к отрыву костно-хрящевого фрагмента.

По современной классификации общества по изучению рассекающего остеохондрита очаги РОМБК разделяют на стабильные и нестабильные по принципу повреждения суставного хряща: очаги с поврежденным суставным хрящом и частичным отделением остеохондрального фрагмента от ложа считаются нестабильными. Нестабильные очаги РОМБК, к которым относят частично или полностью отделенные остеохондральные фрагменты, приводят к гораздо большей частоте развития раннего артроза коленного сустава (до 51%) по сравнению со стабильными очагами (6%) в отдаленном периоде[84]. Поэтому главной целью лечения РОМБК является его своевременность и профилактика перехода заболевания в нестабильную стадию, а наиболее актуальной проблемой РОМБК у детей является поиск оптимального метода лечения стабильных стадий.

Лечение стабильных форм рассекающего остеохондрита требует снятия нагрузки с суставного хряща и субхондральной кости для предотвращения перехода процесса в следующую стадию, а также стимуляции регенерации костной ткани в очаге РОМБК, так как известно, что в очаге РОМБК преобладают процессы нарушения оссификации с формированием фиброзной ткани по типу ложного сустава [46, 107, 204].

Традиционной методикой оперативного лечения, позволяющей достигнуть этой цели, является методика множественных реваскуляризирующих транسخондральных остеоперфораций, цель которой – улучшение кровоснабжения в очаге путём создания каналов для потенцирования ангиогенеза и транслокации стволовых мультипотентных клеток мышелка бедренной кости в зону очага РОМБК. Альтернативной является методика антеградных (внесуставных) остеоперфораций, преимуществом которой является сохранение интактным суставного хряща. Несмотря на отсутствие различий по эффективности между этими двумя методиками в общей популяции[78], имеются данные о превосходстве антеградных остеоперфораций у детей[8].

Восстановление субхондральной костной ткани – это длительный процесс, требующий взаимодействия множества факторов роста и дифференцировки костной ткани, наличия в очаге мультипотентных стволовых клеток, а также адекватного кровоснабжения зоны очага. Поэтому применение методики остеоперфораций не отменяет необходимость снятия нагрузки на пораженный мышелок бедренной кости на период времени, пока в очаге РОМБК протекают регенеративные процессы.

Снятие нагрузки с мышелков бедренной кости достигается путём передвижения пациента на костылях без опоры на поражённую конечность, что, в свою очередь, влечёт за собой ограничения для пациента в социуме, что особенно негативно сказывается на активных пациентов подросткового и младшего школьного возраста. Социальная депривация детей из-за заболеваний, требующих длительного нахождения на домашнем режиме, может негативно повлиять на коммуникативные способности пациентов в более старшем возрасте[73]. Длительное ограничение двигательной активности у детей, а также неполная регенерация субхондральной кости и суставного хряща в очаге РОМБК снижают шансы таких детей на возврат к прежней физической активности. Поэтому для детей важным является не только полное выздоровление с возвращением к физической активности без ограничений, но и максимально возможное сокращение периодов лечения и реабилитации.

Более быстрый возврат к полной активности возможен в условиях ускоренной регенерации костной и хрящевой тканей в очаге РОМБК, сформированного протокола реабилитации и определения понятия полного выздоровления, которое должно включать в себя клиническую оценку и данные инструментального обследования, подтверждающие заживление очага РОМБК.

Несмотря на существующую возможность применения технологий, ускоряющих регенерацию костной и хрящевой тканей[26, 62, 76, 209], применение плазмы, обогащенной тромбоцитами, до сих пор не нашло распространения при лечении РОМБК у детей[26, 76, 90, 132]. Опыт применения PRP ограничен и представлен рядом исследований и отдельных клинических случаев[132, 176, 184].

Как единый протокол реабилитации, так и критерии выздоровления сильно разнятся между авторами различных исследований [16, 50, 88, 98, 169, 207]. В литературе имеется лишь одна валидизированная шкала оценки заживления очага РО, основанная на рентгенографии коленного сустава, однако последняя сопряжена с рентгенологической нагрузкой на пациента, не до конца изучена ее корреляция с клиническими шкалами оценки результатов лечения РО[207], а также отсутствует возможность оценки суставного хряща и распространенности поражения мыщелка бедренной кости.

Таким образом, среди основных задач, направленных на улучшение лечения детей с РОМБК, на первый план выходят своевременная диагностика, применение методик оперативного лечения, своевременная и комплексная оценка критериев выздоровления, позволяющие сократить сроки лечения и реабилитации.

С целью улучшения результатов лечения детей с рассекающим остеохондритом мыщелков бедренной кости (здесь и далее - РОМБК) были поставлены **задачи**:

1. Разработать комплексный диагностический протокол при рассекающем остеохондрите мыщелков бедренных костей у детей с предоперационной оценкой нестабильности очага рассекающего остеохондрита мыщелков бедренной кости у детей

2. Оценить результаты применения новой методики лечения рассекающего остеохондрита мыщелков бедренной кости с применением технологий биологической стимуляции репаративного остео- и хондрогенеза плазмой, обогащенной тромбоцитами, а также определить к ней показания.

3. Разработать методику оценки репаративного ремоделирования зоны остеонекроза на основании магнитно-резонансной томографии.

4. Сравнить результаты лечения рассекающего остеохондрита мыщелков бедренной кости по новой технологии со стандартными методиками.

Для выполнения цели и задач исследования проведен анализ результатов лечения 119 детей с рассекающим остеохондритом области коленного сустава, проходивших лечение в ДГКБ им. Н. Ф. Филатова за период с 2007 по 2022 годы.

Среди всех пациентов 44 женского пола (37%) и 75 - мужского (63%). Соотношение М:Ж составило 2,1:1. Возраст детей составлял от 7 до 17 лет. Левый коленный сустав был поражен с частотой 52,1%, правый – 45,1%. У 19 детей (17%) отмечался двусторонний процесс.

Возраст детей составлял от 7 до 18 лет, средний возраст составил $13,4 \pm 1,7$ лет (от 7 до 17 лет). Так как у детей с открытыми зонами роста процесс заживления очага РОМБК по данным литературы происходит быстрее, пациенты были разделены на подгруппы согласно возрастным периодам, которые выделяют в педиатрии (младший школьный период от 7 до 11 лет, подростковый – 12-14 лет, юношеский – 15-18 лет). Большинство детей (62,3%) имели на момент начала заболевания незакрытые зоны роста (дети младшего школьного и подросткового периода).

Течение патологического процесса в очаге РОМБК отличается в зависимости от локализации: частота полного заживления и его сроки при нахождении очага в латеральном мыщелке бедренной кости удлинены. В большинстве случаев очаги имели локализацию в медиальном мыщелке (74% детей). У большинства пациентов (76,4%) выявлена стабильная форма РОМБК. Стабильные очаги РОМБК обладают наилучшим потенциалом для полного заживления и полного возврата к физической активности.

Большинство детей (56,3%) на момент появления заболевания являлись профессиональными спортсменами, преимущественный вид спорта – футбол. Среди других распространенных видов спорта - баскетболом, хоккеем и танцами (см. рисунок №26).

Большинство пациентов (95,8%) имели жалобы на боли в коленном суставе без четкой локализации (внутри сустава) слабой и средней интенсивности, возникавшие, в основном, после физических нагрузок, а именно – при спортивной активности или длительной осевой нагрузке на сустав в течение дня. Низкоинтенсивный характер болей и преимущественное отсутствие других симптомов приводило к поздней диагностике: средний срок продолжительности болевого синдрома до установки диагноза составил в среднем 16,5 месяцев (от 2 месяцев до 5 лет, межквартильный размах 13-18 месяцев).

Всем детям проводилось комплексное обследование по единому протоколу, в который входили клиническое и инструментальное обследование.

Клиническое обследование пациента было представлено комплексной оценкой ортопедического статуса: осанки, походки пациента, наличия или отсутствия перекоса таза, наклона таза кпереди или кзади, тиббиофemorальных углов для выявления степени вальгусной/варусной деформаций коленных суставов, определение углов отклонения бедер и голеней для исключения анте- или рекурвации, степени формирования продольных сводов стоп, функциональные пробы стоп. При локальном физикальном обследовании коленных суставов проводились визуальная оценка его формы, объёма, пальпация, оценка функциональных проб на коленный сустав, включавших в себя тесты Лахмана, переднего и заднего выдвижного ящика, Мак-Мюррея, Тессали, Эпли, а также патогномоничный тест для рассекающего остеохондрита медиального мыщелка бедренной кости – тест Вильсона, а также оценка объёма движений и болезненности при движениях в суставе (приложение №1).

Комплекс инструментальных обследований включал в себя рентгенографию, КТ и МРТ.

Рентгенография выполнялась в трех стандартных проекциях: прямой, боковой и специальной проекции Beclere (нотч-проекция), позволяющей лучше выявить очаги РОМБК в типичных зонах (задне-латеральные отделы медиального мыщелка бедренной кости).

КТ обоих коленных суставов позволяло выявить РОМБК контралатерального сустава при его наличии, а также служило дополнительным методом для точной оценки степени поражения костной ткани в очаге. Кроме того, КТ позволило точно определить наличие и структуру секвестра в очаге РОМБК.

МРТ коленного сустава выполнялось на аппарате Toshiba Medical Systems «Excelart Vantage» 1,5T с оценкой во всех стандартных режимах, обязательно включавших в себя T1, T2 FatSat и PDFS. В последних в двух режимах проводилась оценка размеров очагов РОМБК по методике «площади внутри кривой» в ПО Radiant Dicom Viewer, а также определение признаков нестабильности очага по Kijowski [104].

Эндоскопическое исследование сустава (артроскопия) даёт всеобъемлющую информацию о состоянии суставного хряща над зоной некроза, что, во многом, является определяющим при выборе метода хирургического лечения.

Для стандартизации оценки артроскопической картины очага использовали классификацию общества по изучению рассекающего остеохондрита (ROCK study group), согласно которой очаги РО можно разделить на стабильные (стадии ROCK 1-3) и нестабильные (стадии ROCK 4-6) – приложение №2.

Оперативное лечение РОМБК в настоящем исследовании представлено 4-мя методиками: трансхондральные остеоперфорации (традиционная методика), антеградные остеоперфорации с внутриочаговой биостимуляцией PRP, трансхондральные остеоперфорации с внутрисуставной биостимуляцией PRP и репозиция остеохондрального фрагмента с остесинтезом винтами в комбинации с внутрисуставным введением PRP.

Трансхондральные остеоперфорации проводились под прямым визуальным контролем артроскопии спицами 1,6 мм через суставной хрящ с расстоянием между

точками вкола спиц 5 мм на глубину до 2 см по всей видимой хрящевой поверхности очага РО.

Антеградные остеоперфорации проводились под симультанным контролем артроскопии и рентгеноскопии, что обеспечивало прицельное проведение инструментов в зону некроза и одновременном контроле состояния гиалинового хряща с целью профилактики его повреждения. Спицу 1,6 мм первоначально устанавливали на 0,5 см дистальнее зоны роста мыщелка бедренной кости, в котором находился очаг РО, поступательно выполняли проведение спицы с помощью дрели через мыщелок в направлении очага рассекающего остеохондрита с прохождением перифокального склероза кости. Затем проводилось рассверливание канала сверлом диаметром 4,5 мм по основной спице, установленной в центре очага РО, с последующим введением через него по игле 20G 2-3 мл раствора плазмы, обогащенной тромбоцитами, активированной раствором хлорида кальция 10% в объеме 0,1 мл на 1 мл с последующей экспозицией в течение 5 минут.

Фиксация остеохондрального фрагмента осуществлялась с помощью канюлированным титановых компрессирующих винтов, либо винтов типа Herbert. Тип и количество винтов зависели от размера фрагмента. При размере более 2 см² использовали 2 компрессирующих винта для достижения максимальной компрессии фрагмента к его ложу, при размере от 1 до 2 см² – один компрессирующий винт, при размере менее 1 см² – винт типа Herbert с нарезкой на головке для исключения повреждения фрагмента головкой винта.

Всем детям проводилась консервативная терапия как в предоперационном, так и в послеоперационном периодах. Консервативная терапия носила комплексный характер и разделялась на медикаментозную и немедикаментозную. Медикаментозная терапия представлена препаратами, направленными на улучшение фосфорно-кальциевого обмена (витамин Д), улучшающих реоссификацию (остеогенон), а также дезагрегантов (пентоксифиллин). В рамках немедикаментозной терапии применялись: ограничение физической нагрузки (бег, прыжки, любая спортивная активность), снятие нагрузки с нижней конечности

(иммобилизация пациента на костылях без опоры на пораженную конечность), физиотерапевтическое лечение, лечебная физическая культура. Физиотерапевтическое лечение складывалось из процедур магнитотерапии, электрофореза с хлоридом кальция на область коленного сустава.

Тактика оперативного лечения пациентов с РОМБК зависела от стабильности очага. По результатам комплексного обследования пациента относили к одной из клинических групп по структуре очага:

- 1) Пациенты со стабильными очагами РОМБК
- 2) Пациенты с нестабильными очагами РОМБК

Оперативное лечение стабильных очагов рассекающего остеохондрита проводилось с использованием тех или иных вариантов реваскуляризирующих остеоперфораций, в дополнение к которым в ряде случаев применялась биостимуляция репаративного остео- и хондрогенеза зоны очага РОМБК с использованием плазмы, обогащенной тромбоцитами.

Пациентам с нестабильными очагами выполняли дебридмент ложа и, - в случае конгруэнтности остеохондрального фрагмента своему ложу, - фиксации фрагмента одним или двумя винтами. При невозможности фиксации фрагмента к ложу проводилось частичное его удаление с обработкой сохранных участков суставного хряща радиочастотным аблятором и остеоперфорациями ложа очага.

Для оценки результатов оперативного лечения и сравнения их с разработанной методикой в сравнительное аналитическое исследование были включены только дети возраста от 7 до 17 лет с локализацией очагов рассекающего остеохондрита в мыщелках бедренных костей и сроками наблюдения не менее 1 года с момента начала лечения, имеющих все контрольные исследования и прошедших анкетирование по субъективным шкалам оценки функций коленного сустава: в заключительный статистический анализ данных включены 69 из 119 пациентов. Пациенты были разделены по **группам сравнения** согласно примененной методике лечения.

Группа 1 – антеградных (экстраартикулярных) остеоперфораций с *внутриочаговым введением аутологичной плазмы, обогащенной тромбоцитами (PRP)*. В группу вошли 15 детей (24,2% от общего количества пациентов).

Группа 2 – транسخондральные (трансартикулярные) остеоперфорации с *внутрисуставным введением плазмы, обогащенной тромбоцитами (PRP)*. В группу вошли 18 детей (29%).

Отбор пациентов в группы №1 и №2 осуществлялся по принципу 1 через 1 – поочередно применялись методики антеградных/транسخондральных остеоперфораций после отнесения очага РОМБК к стабильному типу.

Группа 3 - транسخондральные остеоперфорации *без применения биостимуляции* – стандартная методика, применявшаяся до 2018 года в качестве единственной методики лечения стабильных стадий РО. В группу вошли 23 пациента (37%), которым оперативные вмешательства выполнялись с 2007 по 2018 годы включительно.

Группа 4 - дебридмент очага, остеоперфорации субхондральной кости и фиксация остеохондрального фрагмента винтами с последующим введением PRP. Методика применялась пациентам, у которых на диагностической артроскопии выявлены признаки нестабильности очага РОМБК. В группу вошли 6 детей (9,7%), отбор пациентов осуществлялся согласно критериям возможности рефиксации: размеры костного секвестра более 1 см², конгруэнтность остеохондрального фрагмента своему ложу.

Для выявления возможности сравнения сформированных групп проведен межгрупповой анализ конфаундинг-факторов, в которые входили:

- Возраст пациента
- Вовлеченный мышцелок бедренной кости
- Локализация очага РО в мышелке бедренной кости согласно классификациям Harding и Cahill&Berg
- Размеры очага РО

Сравнение групп по параметрам проводилось с использованием непараметрических критериев в связи с ненормальным распределением

большинства исследуемых признаков (103 из 112 исследуемых признаков имели распределение, отличное от Гауссовского). Статистически значимых различий выявлено не было.

В попытке преодолеть недостатки рентгенографии и КТ, для получения комплексной методики оценки динамики процессов репарации тканей в очаге РО в исследуемых клинических группах, разработана 100-балльная шкала оценки результатов МРТ.

Для применения шкалы в качестве оценочного средства проводилась ее верификация с использованием в качестве индикатора надежности показателя коэффициента внутриклассовой корреляции. Выявлен высокий уровень межэкспертной согласованности по всем параметрам шкалы МРТ, при оценке главного параметра «общего заживления» по шкале МРТ значение ICC достигло 0,993. Показатель ICC для внутриэкспертной согласованности составил 0,86. Это свидетельствует об отличной степени надежности шкалы как инструмента оценки очагов рассекающего остеохондрита.

100-балльная шкала оценки МРТ может быть использована и для прогнозирования результатов лечения, так как при значении 36 баллов и выше на предоперационном МРТ вероятность получить отличный и хороший результаты после операции достигает 78,4%.

Оценка степени функционирования коленного сустава пациентами проводилась с использованием субъективных шкал SKV, Pedi-IKDC и SF-36.

В качестве основных критериев оценки для сравнения эффективности разных методик оперативного лечения выбраны следующие:

- 1) Доля пациентов, достигших общего выздоровления
- 2) Степень заживления очага на МРТ по 100-балльной шкале
- 3) Скорость достижения полного заживления очага на МРТ, что соответствовало 75 баллам по 100-балльной шкале
- 4) Возврат пациента к полной физической активности (согласно её уровню на момент до начала заболевания)

5) Срок возвращения пациента к полной активности с момента проведенной операции

6) Субъективный показатель степени функционирования коленного сустава согласно ответам пациентов на анкеты

Сводные данные по всем критериям сравнения эффективности оперативных вмешательств приведены в таблице №24.

Таблица №24. Сравнение групп по основным параметрам исследования

Критерии оценки	Группа №1 (анетградные остеоперфорации + PRP)	Группа №2 (транسخондральные остеоперфорации + PRP)	Группа №3 (транسخондральные остеоперфорации)	Группа №4 (репозиция и фиксация остеохондрального фрагмента + PRP)
Доля пациентов, достигших выздоровления	73,3%	77,8%	69,6%	83,3%
Доля отличных результатов лечения	60%	61,1%	52,2%	50%
Степень функционирования коленного сустава по данным анкетирования Pedi-IKDC через 1 год	79%	83%	80%	79%
Степень функционирования коленного сустава по данным анкетирования SKV через 1 год	81%	84%	72%	75%

Общая динамика здоровья по данным анкетирования SF-36 через 1 год	81%	85%	75%	63%
Доля пациентов с оценкой по Pedi-IKDC более 75%	71,4%	85%	59,1%	66,7%
Срок заживления очага на МРТ	6 мес	7 мес	11 мес	7 мес
Срок восстановления полной физической активности	7 мес	7 мес	10 мес	8 мес

Все оперативные вмешательства являются в равной степени эффективными и позволили привести к выздоровлению от 73% до 83% пациентов в сравниваемых группах.

По всем критериям оценки, включающим клинические шкалы, а также шкалу МРТ методы лечения РОМБК имеют одинаковую эффективность к моменту одного года после операции.

Применение методики *антеградных остеоперфораций в сочетании с внутриочаговой биостимуляцией* позволяет на 30% сократить сроки возврата пациентов к полной активности и в 1,8 раз быстрее достигнуть полного заживления очага РОМБК по данным МРТ, но не является универсальной. Несоблюдение противопоказаний к ее применению может привести к увеличению количества плохих результатов лечения. Среди противопоказаний:

- 1) Ранее проведенные оперативные вмешательства в очаге РОМБК. Проведенные ранее вмешательства непредсказуемо влияют на перестройку костной ткани в очаге РО, в связи с чем эффективность методики при ее применении в качестве резервной ставится под сомнение.
- 2) Протяженность очага более $2/3$ от длинника мыщелка бедренной кости в сагиттальной плоскости. При больше длине очага уменьшается возможность выполнить адекватное площади поверхности очага количество остеоперфораций, которые играют ключевую роль в методике. Так как PRP является дополняющим средством, способствующим увеличению концентрации факторов роста в очаге и усилением пролиферации остеобластов и их функции, положительное влияние PRP без созданных в очаге условий невозможно.
- 3) Наличие признаков нестабильности очага рассекающего остеохондрита. Так как одной из целей методики является минимизация повреждения суставного хряща, применение методики при уже поврежденном хряще не имеет смысла при условиях, что метод трансхондральных остеоперфораций с внутрисуставной биостимуляцией приводит к сравнимым результатам.

Методика *антеградных остеоперфораций в сочетании с внутриочаговой биостимуляцией* по скорости репаративных процессов не уступает *трансхондральным остеоперфорациям с внутрисуставной биостимуляцией*, однако при применении последней происходит повреждение суставного хряща спицей. Поэтому, несмотря на большую универсальность методики трансхондральных остеоперфораций с внутрисуставной биостимуляцией, методика антеградных остеоперфораций с внутриочаговой биостимуляцией PRP является приоритетной для применения при отсутствии противопоказаний.

Все методики оперативного лечения, при применении PRP привели к более быстрому заживлению очага, ускоренной реабилитации и возврату пациентов к полной активности. Применение биостимуляции PRP рекомендуется к применению в комбинации с любыми методиками оперативного лечения РОМБК.

По завершению анализа результатов лечения по предложенной технологии разработаны следующие показания:

- 1) Отсутствие ранее проведенных оперативных вмешательств.
- 2) Длина очага не более $\frac{2}{3}$ от длинника мыщелка бедренной кости в сагиттальной плоскости.
- 3) Отсутствие признаков нестабильности очага рассекающего остеохондрита.

Алгоритм выбора методики оперативного лечения РО у детей позволяет достигнуть наилучших результатов лечения с максимально быстрым сроком возврата к полной активности (6 месяцев с момента операции), учитывая все современные технологии, направленные на стимуляцию остеогенеза в очаге с максимально возможным сохранением жизнеспособности суставного хряща.

ВЫВОДЫ

1. Ведущим методом интегральной оценки характера и степени дегенеративных изменений в очаге остеонекроза при рассекающем остеохондрите мыщелков бедренных костей у детей и определения степени его нестабильности является магнитно-резонансная томография.
2. Разработанные методики антеградных (экстраартикулярных) и трансхондральных (трансартикулярных) остеоперфораций в сочетании с внутриочаговым или внутрисуставным введением плазмы, обогащенной тромбоцитами, имеют сопоставимые характеристики репаративного остеогенеза в зоне остеонекроза с выраженным индуцирующим воздействием на него.
3. Критериями для выбора метода оперативного лечения являются результаты магнитно-резонансной томографии (100-балльная шкала и признаки нестабильности).
 - А. Протяженность очага не более половины длинника мыщелка бедренной кости в сагиттальной плоскости - показано применению антеградных остеоперфораций с внутриочаговой биостимуляцией плазмой, обогащенной тромбоцитами;
 - Б. Наличие единичных признаков нестабильности на срезах магнитно-резонансной томографии - показано применение трансхондральных остеоперфораций с внутрисуставной биостимуляцией плазмой, обогащенной тромбоцитами;
 - В. При лечении нестабильных очагов рассекающего остеохондрита мыщелков бедренных костей фиксация трансхондрального фрагмента в сочетании с внутрисуставным введением плазмы, обогащенной тромбоцитами, является предпочтительной методикой и приводит к полному заживлению очага в 83% случаев с полным возвратом к активности в срок 8 месяцев после операции.

4. Разработанная 100-балльная шкала оценки очагов на срезах магнитно-резонансной томографии позволяет с высокой степенью надежности оценить репарацию в очаге рассекающего остеохондрита мыщелков бедренных костей и позволяет прогнозировать результат лечения.

5. Разработанные технологии применения плазмы, обогащенной тромбоцитами, в сочетании с антеградными и трансхондральными остеоперфорациями позволяют достичь полного заживления очага в большинстве случаев (78,6% и 70% соответственно) по сравнению со стандартной методикой трансхондральных остеоперфораций без биостимуляции (63,6%) и обеспечивают сокращение сроков полной реабилитации пациентов в 1,8 раз

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. В диагностике РОМБК в качестве основного метода оценки очага рекомендовано применять МРТ коленного сустава в режимах T2 FatSat и PDFS с выявлением признаков нестабильности.
2. Рекомендуется в рамках предоперационной подготовки осуществлять оценку очага РОМБК по 100-балльной шкале МРТ с целью выбора тактики оперативного лечения РОМБК, оценки динамики лечения и прогнозирования его результатов.
3. Методика биостимуляции PRP приводит может быть применена в комбинации с любой методикой оперативного лечения РОМБК.
4. При нестабильных очагах РОМБК и величине секвестра от 1,5 см² и более рекомендуется использование не менее двух канюлированных компрессирующих винтов для удовлетворительной фиксации остеохондрального фрагмента с достаточной для консолидации стабильностью фрагмента
5. При нестабильных очагах РОМБК и величине секвестра от 1 см² до 1,5 см² рекомендуется использование канюлированного компрессирующего винта для удовлетворительной фиксации остеохондрального фрагмента с достаточной для консолидации компрессией
6. При нестабильных очагах РОМБК и величине секвестра менее 1 см² рекомендуется использовать винты Герберта с целью максимального сохранения костной и хрящевой составляющих фрагмента.
7. Удаление канюлированных компрессирующих винтов целесообразно через 2-4 месяца с момента их установки в зависимости от динамики консолидации костной ткани в очаге, оцениваемой по шкале МРТ и с помощью компьютерной томографии.
8. При выполнении антеградных остеоперфораций рекомендуется осуществлять симультанный контроль с использованием рентгеноскопии и

артроскопии для профилактики нежелательной перфорации суставного хряща спицами.

9. Приготовление раствора PRP рекомендуется проводить с использованием полипропиленовых пробирок с использованием гемоконсерванта ACD-A или натрия цитрата 3,8% в режимах двойного центрифугирования со скоростью 250g и 400g по 15 минут.
10. При выполнении антеградных остеоперфораций после прохождения спицей склеротической зоны кости дальнейшие попытки прохождения спицы в очаг должны быть прекращены для предотвращения непреднамеренного повреждения суставного хряща мыщелка бедренной кости.

Перечень сокращений и условных обозначений

АТА – абсолютное атмосферное давление

КТ – компьютерная томография

МРТ – магнитно-резонансная томография

РО – рассекающий остеохондрит

РОМБК – рассекающий остеохондрит мыщелков бедренной кости

Pedi-IKDC (pediatric international knee documentation committee) – шкала клинической субъективной оценки функционирования коленного сустава.

PRF (platelet rich fibrin) – один из разновидностей продуктов плазмы крови, получаемых при ее центрифугировании, отличающийся своей густой консистенцией и формированием фибриновой решетки в связи с отсутствием антикоагулянта в растворе при приготовлении продукта.

PRP – platelet rich plasma – плазма, обогащенная тромбоцитами. Продукт, получаемый путем центрифугирования крови пациента, содержащий повышенную концентрацию тромбоцитов относительно концентрации их в крови пациента.

ROC (receiver operating characteristic curve) – кривая чувствительности и 1-специфичности, определяющая пороговые значения для количественных признаков.

SF-36 (short form – 36) - шкала клинической субъективной оценки общего состояния здоровья пациента, в том числе психического. Используется для оценки результатов лечения во многих областях медицины.

SKV (simple knee value) – упрощенная шкала клинической субъективной оценки функционирования коленного сустава.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баиндурашвили, А. Г. Клинико-инструментальные проявления рассекающего остеохондрита коленного сустава у детей / А.Г. Баиндурашвили, С.В. Сергеев, А.Г. Петров, С.А. Николаев // Вестник ЧГУ. - 2013. - № 3. - С. 70-75.
2. Выборнов, Д. Ю. Остеохондропатии области коленного сустава у детей // Дисс. канд. мед. наук, М., 1993, 132 с.
3. Герасименко, М. А. Болезнь Кенига коленного сустава у детей: клиника, диагностика, лечение / М.А. Герасименко, А.В. Белецкий, К.С. Чернявский, Е.В. Жук // Медицинский журнал. - 2007. - № 2. - С. 28-30.
4. Егиазарян, К.А. Алгоритм хирургического лечения больных с рассекающим остеохондритом коленного сустава / К.А. Егиазарян, Г.Д. Лазишвили, И.В. Храменкова // Вестник Российского государственного медицинского университета. - 2018. - № 2. - С. 77-83.
5. Егиазарян, К.А., Лазишвили Г.Д., Ратьев А.П. Современные тенденции в лечении локальных хрящевых дефектов коленного сустава / К.А. Егиазарян, Г.Д. Лазишвили, А.П. Ратьев // Хирургическая практика. - 2020. - № 3. - С. 65-72
6. Малышев, Е.Е. Костно-хрящевая аутопластика обширного посттравматического дефекта проксимального отдела большеберцовой кости / Е.Е. Малышев, Д.В. Павлов, Р.О. Горбатов // Современные технологии в медицине. - 2014. - Т. 2. - № 6. - С. 142-147.
7. Рейнберг, С. А. Рентгенодиагностика заболеваний костей и суставов / Москва, изд-во Медицина, 1964. Т.1-2. Изд. 4, исп. и доп. 1104 с.
8. Семенов, А.В. Хирургическое лечение стабильных очагов рассекающего остеохондрита у детей. Систематический обзор / А.В. Семенов, Д.М. Кукуева, Ю.Г. Липкин // Детская хирургия. - 2021. - Т. 25. - № 3. - С. 179-185.
9. Сергеев, С.В. Оперативное лечение рассекающего остеохондрита коленного сустава у детей / С.В. Сергеев, И.В. Ластухин, А.Г. Петров, А.О. Соколов, С.А. Николаев, Е.Н. Ярыгин, В.Н. Трофимов // Практическая медицина. - 2012. - Т. 7. - № 1. - С. 99
10. Чернов, П. А. Отдаленные результаты хирургического лечения болезни Кенига на финальных стадиях заболевания / П.А. Чернов, Г.Р. Зильберман // Бюллетень медицинских интернет-конференций. - 2018. - Т. 8. - №9. - С. 429-429.
11. Abd El Raouf, M. Injectable-platelet rich fibrin using the low-speed centrifugation concept improves cartilage regeneration when compared to platelet-rich plasma / M. Abd El Raouf, X. Wang, S. Miusi, J. Chai, M. Helmy, S. Ghanaati, J. Choukroun, E. Choukroun, Y. Zhang, R. Miron // Platelets. - 2019. - V.30. - N 2. - P. 213–221.

12. Abrams, G., Treatment of a Lateral Tibial Plateau Osteochondritis Dissecans Lesion With Subchondral Injection of Calcium Phosphate / G. Abrams, E. Alentorn-Geli, J. Harris, B. Cole // *Arthroscopy Techniques*. - 2013. - V.2. - № 3. - P. 271–274.
13. Adachi, N. Functional and Radiographic Outcome of Stable Juvenile Osteochondritis Dissecans of the Knee Treated With Retroarticular Drilling Without Bone Grafting / N. Adachi, D. Masataka, N. Atsuo, I. Masakazu, M. Mitsuru, O. Mitsuo // *Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery*. - 2009. - V. 25. - № 2. - P. 145–152.
14. Amaral, R. Platelet-Rich Plasma Obtained with Different Anticoagulants and Their Effect on Platelet Numbers and Mesenchymal Stromal Cells Behavior In Vitro / R. Amaral, N. Silva, N. Haddad, L. Lopes, F. Ferreira, R. Filho, P. Cappelletti, W. de Mello, E. Cordeiro-Spinetti, A. Balduino // *Stem Cells International*. - 2016. - ID 7414036.
15. Anders, S. Randomized, Controlled Trial Comparing Autologous Matrix-Induced Chondrogenesis (AMIC) to Microfracture: Analysis of 1- and 2-Year Follow-Up Data of 2 Centers / S. Anders, M. Volz, H. Frick, J. Gellissen // *The Open Orthopaedics Journal*. - 2013. - V. 7. - № 1. - P. 133–143.
16. Anderson, A. Antegrade drilling for osteochondritis dissecans of the knee / A. Anderson, D. Richards, M. Pagnani, W. Hovis // *Arthroscopy*. - 1997. - V. 13. - № 3. - P. 319–324.
17. Andriolo, L. Osteochondritis Dissecans of the Knee: Etiology and Pathogenetic Mechanisms. A Systematic Review / L. Andriolo, D. Crawford, D. Reale, S. Candrian, A. Cavicchioli, G. Filardo // *Cartilage*. - 2018. - V. 11. - N 3. - P. 273-290.
18. Andriolo, L. Osteochondritis Dissecans of the Knee - Conservative Treatment Strategies: A Systematic Review / L. Andriolo, C. Candrian, T. Papio, A. Cavicchioli, F. Perdisa, G. Filardo // *Cartilage*. - 2019. - T. 10. - № 3. - P. 267-277
19. Aurich, M. In vitro phenotypic modulation of chondrocytes from knees of patients with osteochondritis dissecans / M. Aurich, G. Hofmann, T. Mückley, J. Mollenhauer, B. Rolaufts // *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume*. - 2012. - V. 94-B. - № 1. - P. 62–67.
20. Bartlett, W. Autologous chondrocyte implantation versus matrix-induced autologous chondrocyte implantation for osteochondral defects of the knee. A prospective, randomised study / W. Bartlett, J. Skinner, C. Gooding, R. Carrington, A. Flanagan, T. Briggs, G. Bentley // *Journal of Bone and Joint Surgery - Series B*. - 2005. - V. 87. - № 5. - P. 640–645.
21. Bauer, K. Management of Osteochondritis Dissecans Lesions of the Knee, Elbow and Ankle / K. Bauer, J. Polousky // *Clinics in Sports Medicine*. - 2017. - № 3(36). - C. 469–487.
22. Bausset, O. Formulation and storage of platelet-rich plasma homemade product / O. Bausset, L. Giraudo, J. Veran, J. Magalon, J. Coudreuse, G. Magalon, C. Dubois, N. Serratrice, F. Dignat-George, F. Sabatier // *BioResearch Open Access*. - 2012. - V. 1. - № 3. - P. 115–123.

23. Bellelli, A., Spontaneous remission of osteochondritis dissecans in 8 pediatric patients undergoing conservative treatment / A. Bellelli, A. Avitto, Y. David // *La Radiologia medica*. - 2001. - V. 102. - № 3. - P. 148–153.
24. Van Bergen, C. Arthroscopic treatment of osteochondral defects of the talus: outcomes at eight to twenty years of follow up / C. Van Bergen, L. Kox, M. Maas, I. Sierevelt, G. Kerkhoffs, C. van Dijk // *Fuß & Sprunggelenk*. - 2013. - Bd. 11. - № 4. - S. 241.
25. Berlet, G. Treatment of unstable osteochondritis dissecans lesions of the knee using autogenous osteochondral grafts (mosaicplasty) / G. Berlet, A. Mascia, A. Miniaci // *Arthroscopy*. - 1999. - V. 15. - № 3. - P. 312–316.
26. Bielecki, T. Benefit of percutaneous injection of autologous platelet-leukocyte-rich gel in patients with delayed union and nonunion / T. Bielecki, T. Gazdzik, T. Szczepanski // *European Surgical Research*. - 2008. - V. 40. - № 3. - P. 289–296.
27. Bradley, J. Osteochondritis dissecans and other lesions of the femoral condyles. / J. Bradley, D. Dandy // *The Journal of bone and joint surgery. British volume*. - 1989. - V. 71. - № 3. - P. 518–522.
28. Bramer, J. Increased external tibial torsion and osteochondritis dissecans of the knee / J. Bramer, M. Maas, R. Dallinga, R. te Slaa, D. Vergroesen // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. - 2004. - № 422. - P. 175–179.
29. Brittberg, M. Evaluation of cartilage injuries and repair / M. Brittberg, C. Winalski // *The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume*. - 2003. - V. 85-A. - N. 2. - P. 58–69.
30. Brittberg, M. Cartilage injuries and repair / M. Brittberg, C. Winalski // *The Journal of bone and joint surgery*. - 2003. - V. 85-A. - № 1. - P. 68–79.
31. Bruns, J. Etiological aspects in osteochondritis dissecans patellae / J. Bruns, S. Luessenhop, L. Lehmann // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. - 1999. - V. 7. - № 6. - P. 356–359.
32. Bruns, J. Osteochondritis Dissecans: Etiology, Pathology, and Imaging with a Special Focus on the Knee Joint / J. Bruns, M. Werner, C. Habermann // *Cartilage*. - 2018. - V. 9. - № 4. - P. 346–362.
33. Bruns, J. Is vitamin D insufficiency or deficiency related to the development of osteochondritis dissecans? / J. Bruns, M. Werner, M. Soyka // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. - 2016. - V. 24. - № 5. - P. 1575–1579.
34. Cahill, B. The three critical components in the conservative treatment of juvenile osteochondritis dissecans (JOCD): Physician, parent, and child / B. Cahill, S. Ahten // *Clinics in Sports Medicine*. - 2001. - V. 20. - № 2. - P. 287–298.
35. Cahill, B. 99m-Techetium phosphate compound joint scintigraphy in the management of juvenile osteochondritis dissecans of the femoral condyles / B. Cahill, B. Berg // *The American Journal of Sports Medicine*. - 1983. - V. 11. - № 5. - P. 329–335.

36. Cahill, B. The results of conservative management of juvenile osteochondritis dissecans using joint scintigraphy: A prospective study / B. Cahill, M. Phillips, R. Navarro // *The American Journal of Sports Medicine*. - 1989. - V. 17. - № 5. - P. 601–606.
37. Calori, G. Application of rhBMP-7 and platelet-rich plasma in the treatment of long bone non-unions. A prospective randomised clinical study on 120 patients / G. Calori, L. Tagliabue, L. Gala, M. d'Imporzano, G. Peretti, W. Albisetti // *Injury*. - 2008. - V. 39. - № 12. - P. 1391–1402.
38. Camathias, C. Meniscal suturing versus screw fixation for treatment of osteochondritis dissecans: Clinical and magnetic resonance imaging results / C. Camathias, M. Hirschmann, P. Vavken, E. Rutz, R. Brunner, M. Gaston // *Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery*. - 2014. - V. 30. - № 10. - P. 1269–1279.
39. Campbell, C. Osteochondritis dissecans: the question of etiology. / C. Campbell, C. Ranawat // *The Journal of trauma*. - 1966. - V. 6. - № 2. - P. 201–221.
40. Carey, J. Novel Arthroscopic Classification of Osteochondritis Dissecans of the Knee / J. Carey, E. Wall, N. Grimm, T. Ganley, E. Edmonds, A. Anderson, J. Polousky, M. Murnaghan, C. Nissen, J. Weiss, R. Lyon, H. Chambers // *American Journal of Sports Medicine*. - 2016. - V. 44. - № 7. - P. 1694–1698.
41. Cavallo, C. Platelet-Rich Plasma: The Choice of Activation Method Affects the Release of Bioactive Molecules / C. Cavallo, A. Roffi, B. Grigolo, E. Mariani, L. Pratelli, G. Merli, E. Kon, M. Marcacci, G. Filardo // *BioMed Research International*. - 2016. - N 6591717.
42. Celik, M. Leukocyte opioid receptors mediate analgesia via Ca²⁺-regulated release of opioid peptides / M. Celik, D. Labuz, K. Henning, M. Busch-Dienstfertig, C. Gaveriaux-Ruff, B. Kieffer, A. Zimmer, H. Machelska // *Brain, Behavior, and Immunity*. - 2016. - V. 57. - P. 227–242.
43. Cepero, S. Osteochondritis of the femoral condyles in children and adolescents: Our experience over the last 28 years / S. Cepero, R. Ullot, S. Sastre // *Journal of Pediatric Orthopaedics Part B*. - 2005. - V. 14. - № 1. - P. 24–29.
44. Chadli, L. Neither significant osteoarthritic changes nor deteriorating subjective outcomes occur after hybrid fixation of osteochondritis dissecans in the young adult. / L. Chadli, C. Steltzlen, P. Beaufils, C. Toanen, N. Pujol // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. - 2019. - V. 27. - № 3. - P. 740–744.
45. Chambers, H. AAOS Clinical Practice Guideline: diagnosis and treatment of osteochondritis dissecans. / H. Chambers, K. Shea, J. Carey // *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. - 2011. - V. 19. - № 5. - P. 307–309.
46. Chiroff, R. 3rd Osteochondritis dissecans: a histologic and microradiographic analysis of surgically excised lesions. / R. Chiroff, C. Cooke // *The Journal of trauma*. - 1975. - V. 15. - № 8. - P. 689–696.

47. Cooper, T. Prevalence of Bilateral JOCD of the Knee and Associated Risk Factors. / T. Cooper, A. Boyles, W. Samora, K. Klingele // *Journal of pediatric orthopedics*. - 2015. - V. 35. - № 5. - P. 507–510.
48. Coppa, V. Coronal plane deformity around the knee in the skeletally immature population: A review of principles of evaluation and treatment. / V. Coppa, M. Marinelli, R. Procaccini, D. Falcioni, L. Farinelli, A. Gigante, // *World journal of orthopedics*. - 2022. - V. 13. - № 5. - P. 427–443.
49. Crawford, D. Osteochondritis dissecans of the knee / D. Crawford, M. Safran // *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. - 2006. - V. 14. - № 2. - P. 90–100.
50. Cruz, A. Pediatric Knee Osteochondritis Dissecans Lesions / A. Cruz, K. Shea, T. Ganley // *Orthopedic Clinics of North America*. - 2016. - V. 47. - № 4. - P. 763–775.
51. Davidson, K. Retroarticular Drilling with Supplemental Bone Marrow Aspirate Concentrate for the Treatment of Osteochondritis Dissecans of the Knee / K. Davidson, N. Grimm, M. Christino, S. Willimon, M. Busch // *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. - 2018. - V. 6. - № 7-suppl 4. - P. 2325967118S0013.
52. Deie, M. Relationship between osteochondritis dissecans of the lateral femoral condyle and lateral menisci types / M. Deie, M. Ochi, Y. Sumen, K. Kawasaki, N. Adachi, Y. Yasunaga, O. Ishida // *Journal of Pediatric Orthopaedics*. - 2006. - V. 26. - № 1. - P. 79–82.
53. Delong, J. Platelet-rich plasma: The PAW classification system / J. Delong, R. Russell, A. Mazzocca // *Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery*. - 2012. - V.7 - N.28. - P. 998–1009.
54. Desai, S. Osteochondritis dissecans of the patella. / S. Desai, M. Patel, L. Michelli, J. Silver, R. Lidge // *The Journal of bone and joint surgery. British volume*. - 1987. - V. 69. - № 2. - P. 320–325.
55. DiBartola, A. Clinical Outcomes After Autologous Chondrocyte Implantation in Adolescents' Knees: A Systematic Review / A. DiBartola, B. Wright, R. Magnussen, D. Flanigan // *Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery*. - 2016. - V. 32. - № 9. - P. 1905–1916.
56. Dipaola, J. Characterizing osteochondral lesions by magnetic resonance imaging / J. Dipaola, D. Nelson, M. Colville // *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*. - 1991. - V. 7. - № 1. - P. 101–104.
57. Ehrenfest, D. Classification of platelet concentrates (Platelet-Rich Plasma-PRP, platelet-rich fibrin-PRF) for topical and infiltrative use in orthopedic and sports medicine: Current consensus, clinical implications and perspectives / D. Ehrenfest, I. Andia, M. Zumstein, C. Zhang, N. Pinto, T. Bielecki // *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*. - 2014. - V. 4. - № 1. - P. 3–9.
58. Ehrenfest, D. The impact of the centrifuge characteristics and centrifugation protocols on the cells, growth factors, and fibrin architecture of a leukocyte- and platelet-rich fibrin (L-PRF) clot and

- membrane / D. Ehrenfest, N. Pinto, A. Pereda, P. Jiménez, M. Corso, B. Kang, M. Nally, N. Lanata, H. Wang, M. Quirynen // *Platelets*. - 2018. - V. 29. - № 2. - P. 171–184.
59. Edmonds, E. Outcomes of extra-articular, intra-epiphyseal drilling for osteochondritis dissecans of the knee / E. Edmonds, J. Albright, T. Bastrom, H. Chambers // *Journal of Pediatric Orthopaedics*. - 2010. - V. 30. - № 8. - P. 870–878.
60. Edmonds, E. A review of knowledge in osteochondritis dissecans: 123 years of minimal evolution from könig to the ROCK study group general / E. Edmonds, J. Polousky // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. - 2013. - V. 471. - № 4. - P. 1118–1126.
61. Edwards, D. Osteochondritis dissecans patellae. / D. Edwards, G. Bentley // *The Journal of bone and joint surgery. British volume*. - 1977. - V. 59. - № 1. - P. 58–63.
62. Ehrenfest, D. Shedding light in the controversial terminology for platelet-rich products: Platelet-rich plasma (PRP), platelet-rich fibrin (PRF), platelet-leukocyte gel (PLG), preparation rich in growth factors (PRGF), classification and commercialism / D. Ehrenfest, T. Bielecki, M. Del Corso, F. Inchingolo, G. Sammartino // *Journal of Biomedical Materials Research - Part A*. - 2010. - V. 95. - № 4. - P. 1280–1282.
63. Eismann, E. Management strategies for osteochondritis dissecans of the knee in the skeletally immature athlete / E. Eismann, R. Pettit, E. Wall, G. Myer // *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. - 2014. - V. 44. - № 9. - P. 665–679.
64. Eken, C. Ectosomes of polymorphonuclear neutrophils activate multiple signaling pathways in macrophages / C. Eken, S. Sadallah, P. Martin, S. Treves, J. Schifferli // *Immunobiology*. - 2013. - V. 218. - № 3. - P. 382–392.
65. Ellermann, J. Insights into the epiphyseal cartilage origin and subsequent osseous manifestation of juvenile osteochondritis dissecans with a modified clinical MR imaging protocol: A pilot study // J. Ellermann, C. Johnson, L. Wang, J. Macalena, B. Nelson, R. LaPrade // *Radiology*. - 2017. - V. 282. - № 3. - P. 798–806.
66. Ellermann, J. Magnetic Resonance Imaging of Osteochondritis Dissecans: Validation Study for the ICRS Classification System / J. Ellermann, B. Donald, S. Rohr, T. Takahashi, M. Tompkins, B. Nelson, A. Crawford, C. Rud, J. Macalena // *Academic Radiology*. - 2016. - V. 23. - № 6. - P. 724–729.
67. Enneking, W. *Clinical musculoskeletal pathology*. 3rd-e ed., University of Florida Press/J. Hillis Miller Health Science Center, 1990. 508 c.
68. Foster, T. Platelet-rich plasma: From basic science to clinical applications / T. Foster, B. Puskas, B. Mandelbaum, M. Gerhardt, S. Rodeo // *American Journal of Sports Medicine*. - 2009. - V. 37. - № 11. - P. 2259–2272.

69. Gandhi, A. The role of platelet-rich plasma in foot and ankle surgery / A. Gandhi, C. Bibbo, M. Pinzur, S. Lin // *Foot and Ankle Clinics*. - 2005. - V. 10. - № 4. - P. 621–637.
70. Gebarski, K. Stage-I osteochondritis dissecans versus normal variants of ossification in the knee in children. / K. Gebarski, R. Hernandez // *Pediatr Radiol*. - 2005. - V. 35. - № 9. - P. 136–138.
71. Ghaffarpasand, F. Effects of Platelet Rich Plasma on Healing Rate of Long Bone Non-union Fractures: A Randomized Double-Blind Placebo Controlled Clinical Trial / F. Ghaffarpasand, M. Shahrezaei, M. Dehghankhalili // *Bulletin of Emergency & Trauma*. - 2016. - V. 4. - № 3. - P. 134.
72. Giusti, I. Identification of an optimal concentration of platelet gel for promoting angiogenesis in human endothelial cells / I. Giusti, A. Ruggetti, S. D'Ascenzo, D. Millimaggi, A. Pavan, L. Dell'Orso, V. Dolo // *Transfusion*. - 2009. - V. 49. - № 4. - P. 771–778.
73. Golm, D. Why does early childhood deprivation increase the risk for depression and anxiety in adulthood? A developmental cascade model / D. Golm, B. Maughan, E. Barker, J. Hill, M. Kennedy, N. Knights, J. Kreppner, R. Kumsta, W. Schlotz, M. Rutter, E. Sonuga-Barke // *Journal of child psychology and psychiatry, and allied disciplines*. - 2020. - V. 61. - № 9. - P. 1043–1053.
74. Gomoll, A. Internal fixation of unstable Cahill Type-2C osteochondritis dissecans lesions of the knee in adolescent patients. / A. Gomoll, K. Flik, J. Hayden, B. Cole, C. Bush-Joseph, B. Bach // *Orthopedics*. - 2007. - V. 30. - № 6. - P. 487–490.
75. Green, W. Osteochondritis dissecans in children. / W. Green, H. Banks // *The Journal of bone and joint surgery. American volume*. - 1953. - V. 35-A. - № 1. - P. 26–47.
76. Gruber, R. Platelets stimulate proliferation of bone cells: Involvement of platelet-derived growth factor, microparticles and membranes / R. Gruber, F. Varga, M. Fischer, G. Watzek // *Clinical Oral Implants Research*. - 2002. - V. 13. - № 5. - P. 529–535.
77. Gudas, R. A prospective, randomized clinical study of osteochondral autologous transplantation versus microfracture for the treatment of osteochondritis dissecans in the knee joint in children / R. Gudas, R. Simonaityte, E. Cekanauskas, R. Tamosiūnas // *Journal of Pediatric Orthopaedics*. - 2009. - V. 29. - № 7. - P. 741–748.
78. Gunton, M. Drilling juvenile osteochondritis dissecans: Retro- or transarticular? / M. Gunton, J. Carey, C. Shaw, M. Murnaghan // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. - 2013. - V. 471. - № 4. - P. 1144–1151.
79. Haeri Hendy, S. Juvenile Osteochondritis Dissecans of the Knee: Does Magnetic Resonance Imaging Instability Correlate With the Need for Surgical Intervention? / S. Haeri Hendy, D. de Sa, K. Ainsworth, O. Ayeni, N. Simunovic, D. Peterson // *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. - 2017. - V. 5. - № 11. - P. 2325967117738516

80. Hall, M. Platelet-rich plasma: Current concepts and application in sports medicine / M. Hall, P. Band, R. Meislin, L. Jazrawi, D. Cardone // *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. - 2009. - V. 17. - № 10. - P. 602–608.
81. Harding, W. 3rd Diagnosis of osteochondritis dissecans of the femoral condyles: the value of the lateral x-ray view. // *Clinical orthopaedics and related research*. - 1977. - № 123. - C. 25–26.
82. Hashimoto, Y. Bilateral osteochondritis dissecans of the lateral femoral condyle following bilateral total removal of lateral discoid meniscus: A case report / Y. Hashimoto, G. Yoshida, T. Tomihara, T. Matsuura, S. Satake, K. Kaneda, N. Shimada // *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. - 2008. - V. 128. - № 11. - P. 1265–1268.
83. Hefti, F. Osteochondritis dissecans: a multicenter study of the European Pediatric Orthopedic Society. / F. Hefti, J. Beguiristain, R. Krauspe, B. Möller-Madsen, V. Riccio, C. Tschauer, R. Wetzel, R. Zeller // *Journal of pediatric orthopedics. Part B*. - 1999. - V. 8. - № 4. - P. 231–45.
84. Hevesi, M. Osteochondritis Dissecans in the Knee of Skeletally Immature Patients: Rates of Persistent Pain, Osteoarthritis, and Arthroplasty at Mean 14-Years' Follow-Up / M. Hevesi, T. Sanders, A. Pareek, T. Milbrandt, B. Levy, M. Stuart, D. Saris, A. Krych // *Cartilage*. - 2018. - V. 3. - N. 11. - P. 291-299.
85. Heywood, C. Correlation of magnetic resonance imaging to arthroscopic findings of stability in juvenile osteochondritis dissecans / C. Heywood, M. Benke, K. Brindle, K. Fine // *Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery*. - 2011. - V. 27. - № 2. - P. 194–199.
86. Houghton, K. Review for the generalist: Evaluation of anterior knee pain // *Pediatric Rheumatology*. - 2007. - V. 5. - N 8. - P. 1-10.
87. Hughes, J. Juvenile osteochondritis dissecans: A 5-year review of the natural history using clinical and MRI evaluation / J. Hughes, J. Cook, M. Churchill, M. Warren // *Pediatric Radiology*. - 2003. - V. 33. - № 6. - P. 410–417.
88. Hughston, J. Osteochondritis dissecans of the femoral condyles. / J. Hughston, P. Hergenroeder, B. Courtenay // *The Journal of bone and joint surgery. American volume*. - 1984. - V. 66. - № 9. - P. 1340–1348.
89. Hussain, W. Human growth hormone and the development of osteochondritis dissecans lesions / W. Hussain, H. Hussain, M. Hussain, S. Ho // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. - 2011. - V. 19. - № 12. - P. 2108–2110.
90. Iqbal, J. Platelet-rich plasma for the replenishment of bone / J. Iqbal, S. Pepkowitz, E. Klapper // *Current Osteoporosis Reports*. - 2011. - V. 9. - № 4. - P. 258–263.
91. Irani, R. A possible explanation of the pathogenesis of osteochondritis dissecans / R. Irani, D. Karasick, S. Karasick // *Journal of Pediatric Orthopaedics*. - 1984. - V. 4. - № 3. - P. 358–360.

92. Ivanov, Y. Validation and cultural adaptation of the russian version of the Pedi-IKDC questionnaire / Y. Ivanov, A. Eltsin, D. Mininkov // *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. - 2021. - V. 9. - № 2. - P. 143–151.
93. Jackson, G. Type IX collagen gene mutations can result in multiple epiphyseal dysplasia that is associated with osteochondritis dissecans and a mild myopathy / G. Jackson, D. Marcus-Soekarman, I. Stolte-Dijkstra, A. Verrips, J. Taylor, M. Briggs // *American Journal of Medical Genetics, Part A*. - 2010. - V. 152. - № 4. - P. 863–869.
94. Jacobi, M. Association between mechanical axis of the leg and osteochondritis dissecans of the knee: Radiographic study on 103 knees / M. Jacobi, P. Wahl, S. Bouaicha, R. Jakob, E. Gautier // *American Journal of Sports Medicine*. - 2010. - V. 38. - № 7. - P. 1425–1428.
95. Jacobs, J. A review of arthroscopic classification systems for osteochondritis dissecans of the knee / J. Jacobs, N. Archibald-Seiffer, N. Grimm, J. Carey, K. Shea // *Clinics in Sports Medicine*. - 2014. - V. 33. - № 2. - P. 189–197.
96. Jans, L. Ossification variants of the femoral condyles are not associated with osteochondritis dissecans / L. Jans, J. Jaremko, M. Ditchfield, K. Verstraete // *European Journal of Radiology*. - 2012. - V. 81. - № 11. - P. 3384–3389.
97. Jans, L. Musculoskeletal MRI differentiates femoral condylar ossification evolution from osteochondritis dissecans. A new sign / L. Jans, J. Jaremko, K. Verstraete // *European Radiology*. - 2011. - V. 21. - № 6. - P. 1170–1179.
98. Johnson, L. Osteochondritis dissecans of the knee: Arthroscopic compression screw fixation / L. Johnson, G. Uitvlugt, M. Austin, D. Detrisac, C. Johnson // *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*. - 1990. - V. 6. - № 3. - P. 179–189.
99. Jürgensen, I. Arthroscopic versus conservative treatment of osteochondritis dissecans of the knee: value of magnetic resonance imaging in therapy planning and follow-up. / I. Jürgensen, G. Bachmann, I. Schleicher, H. Haas // *Arthroscopy: the journal of arthroscopic & related surgery: official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association*. - 2002. - V. 18. - № 4. - P. 378–386.
100. Kamei, G. Characteristic shape of the lateral femoral condyle in patients with osteochondritis dissecans accompanied by a discoid lateral meniscus / G. Kamei, N. Adachi, M. Deie, A. Nakamae, T. Nakasa, H. Shibuya, A. Okuhara, T. Niimoto, H. Kazusa, S. Ohkawa, K. Takazawa, A. Eguchi, M. Ochi // *Journal of Orthopaedic Science*. - 2012. - V. 17. - № 2. - P. 124–128.
101. Kawasaki, K. Drilling from the intercondylar area for treatment of osteochondritis dissecans of the knee joint / K. Kawasaki, Y. Uchio, N. Adachi, J. Iwasa, M. Ochi // *Knee*. - 2003. - V. 10. - № 3. - P. 257–263.

102. Kawase, T. Platelet-rich plasma and its derivatives as promising bioactive materials for regenerative medicine: basic principles and concepts underlying recent advances // *Odontology*. - 2015. - V. 103. - № 2. - P. 126–135.
103. Kessler, J. The demographics and epidemiology of osteochondritis dissecans of the knee in children and adolescents / J. Kessler, H. Nikizad, K. Shea, J. Jacobs, J. Bebachuk, J. Weiss // *American Journal of Sports Medicine*. - 2014. - V. 42. - № 2. - P. 320–326.
104. Kijowski, R. Juvenile versus adult osteochondritis dissecans of the knee: Appropriate MR imaging criteria for instability / R. Kijowski, D. Blankenbaker, K. Shinki, J. Fine, B. Graf, A. De Smet // *Radiology*. - 2008. - V. - 248. - № 2. - P. 571–578.
105. Kilcoyne, K. Bilateral Combined Discoid Lateral Menisci and Lateral Femoral Condyle Osteochondritis Dissecans Lesions in a Division I Varsity Athlete: A Case Report / K. Kilcoyne, J. Dickens, J. Rue, D. Keblish // *Journal of Knee Surgery*. - 2012. - V. 26. - N 1. - P. 58–62.
106. Kiliç, S. Osteochondritis dissecans in a patient with hyperimmunoglobulin E syndrome. / S. Kiliç, O. Sanal, I. Tezcan, F. Ersoy // *The Turkish journal of pediatrics*. - 2002. - V. 44. - № 4. - P. 357–359.
107. Koch, S. Cartilage and bone morphology in osteochondritis dissecans. / S. Koch, W. Kampen, H. Laprell // *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA*. - 1997. - V. 5. - № 1. - N. 42–45.
108. Kocher, M. Management of osteochondritis dissecans of the knee: Current concepts review / M. Kocher, R. Tucker, T. Ganley, J. Flynn // *American Journal of Sports Medicine*. - 2006. - V. 34. - № 7. - P. 1181–1191.
109. König, F. The classic: On loose bodies in the joint / F. König, R. Brand // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. - 2013. - V. 471. - № 4. - P. 1107–1115.
110. Korucu, I. Regenerative effects of hyperbaric oxygen therapy and platelet-rich plasma on the osteochondral defects of rats / I. Korucu, A. Kekeç, A. Arslan, P. Oltulu, E. Korucu, M. Özer // *Joint Diseases and Related Surgery*. - 2020. - V. 31. - № 2. - P. 260–266.
111. Kraeutler, M. Microfracture Versus Autologous Chondrocyte Implantation for Articular Cartilage Lesions in the Knee: A Systematic Review of 5-Year Outcomes / M. Kraeutler, J. Belk, J. Purcell, J.E. McCarty // *American Journal of Sports Medicine*. - 2018. - V. 46. - № 4. - P. 995–999.
112. Krause, M. Healing predictors of stable juvenile osteochondritis dissecans knee lesions after 6 and 12 months of nonoperative treatment / M. Krause, A. Hapfelmeier, M. Möller, M. Amling, K. Bohndorf, N. Meenen // *American Journal of Sports Medicine*. - 2013. - V. 41. - № 10. - P. 2384–2391.
113. Krijgsveld, J. Thrombocidins, microbicidal proteins from human blood platelets, are C- terminal deletion products of CXC chemokines / J. Krijgsveld, S. Zaat, J. Meeldijk, P. van Veelen, G. Fang, B.

- Poolman, E. Brandt, J. Ehlert, A. Kuijpers, G. Engbers, J. Feijen, J. Dankert // *Journal of Biological Chemistry*. - 2000. - V. 275. - № 27. - P. 20374–20381.
114. Kröger, L. Osteochondral lesions in children with juvenile idiopathic arthritis / L. Kröger, E. Piippo-Savolainen, E. Tyrväinen, P. Penttilä, H. Kröger // *Pediatric Rheumatology*. - 2013. - V. 11. - № 1. - P. 18.
115. Lambers, K. Arthroscopic lift, drill, fill and fix (LDFF) is an effective treatment option for primary talar osteochondral defects / K. Lambers, J. Dahmen, M. Reilingh, C. van Bergen, S. Stufkens, G. Kerkhoffs // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. - 2020. - V. 28. - № 1. - P. 141–147.
116. Landesberg, R. Quantification of Growth Factor Levels Using a Simplified Method of Platelet-Rich Plasma Gel Preparation. / R. Landesberg, M. Roy, R. Glickman // *J Oral Maxillofac Surg*. - 2000. - V. 58. - N. 3. - P. 297-300.
117. Lansdown, D. Platelet-Rich Plasma: Formulations, Preparations, Constituents, and Their Effects / D. Lansdown, L. Fortier // *Operative Techniques in Sports Medicine*. - 2017. - V. 25. - № 1. - P. 7–12.
118. Le, A. Current Clinical Recommendations for Use of Platelet-Rich Plasma / A. Le, L. Enweze, M. DeBaun, J. Dragoo // *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*. - 2018. - V. 11. - № 4. - P. 624–634.
119. Lee, J. Synovial membrane-derived mesenchymal stem cells supported by platelet-rich plasma can repair osteochondral defects in a rabbit model / J. Lee, H. Min, H. Park, S. Lee, S. Seong, M. Lee // *Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery*. - 2013. – V. 29 - № 6. - C. 1034–1046.
120. Lei, H. The effect of anticoagulants on the quality and biological efficacy of platelet-rich plasma / H. Lei, L. Gui, R. Xiao // *Clinical Biochemistry*. - 2009. - V. 42. - № 13–14. - P. 1452–1460.
121. Leland, D. Does Internal Fixation for Unstable Osteochondritis Systematic Review / D. Leland, C. Bernard, C. Camp // *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*. - 2019. - V. 35. - № 8. - P. 2512–2522.
122. Lindén, B. The incidence of osteochondritis dissecans in the condyles of the femur // *Acta Orthopaedica*. - 1976. - V. 47. - № 6. - P. 664–667.
123. Lintz, F. Hybrid fixation: Evaluation of a novel technique in adult osteochondritis dissecans of the knee / F. Lintz, N. Pujol, C. Pandeirada, P. Boisrenoult, P. Beaufils // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. - 2011. - V. 19. - № 4. - P. 568–571.
124. Logan, K. Organized Sports for Children, Preadolescents, and Adolescents / K. Logan, S. Cuff // *Pediatrics*. - 2019. - V. 143. - № 6. - P. e20190997.
125. Mackie, I. Arthroscopic use of the Herbert screw in osteochondritis dissecans. / I. Mackie, D. Pemberton, M. Maheson // *The Journal of bone and joint surgery. British volume*. - 1990. - V. 72. - № 6. - P. 1076.

126. Maier, G. Vitamin D deficiency: The missing etiological factor in the development of juvenile osteochondrosis dissecans? / G. Maier, D. Lazovic, U. Maus, K. Roth, K. Horas, J. Seeger // *Journal of Pediatric Orthopaedics*. - 2019. - V. 39. - № 1. - P. 51–54.
127. Makino, A. Arthroscopic fixation of osteochondritis dissecans of the knee: Clinical, magnetic resonance imaging, and arthroscopic follow-up / A. Makino, D. Muscolo, M. Puigdevall, M. Costa-Paz, M. Ayerza // *American Journal of Sports Medicine*. - 2005. - V. 33. - № 10. - P. 1499–1504.
128. Malhotra, R. Role of autologous platelet-rich plasma in treatment of long-bone nonunions: a prospective study / R. Malhotra, V. Kumar, B. Garg, R. Singh, V. Jain, P. Coshic, K. Chatterjee // *Musculoskeletal Surgery*. - 2015. - V. 99. - № 3. - P. 243–248.
129. Mandrekar, J. Receiver Operating Characteristic Curve in Diagnostic Test Assessment // *Journal of Thoracic Oncology*. - 2010. - V. 5. - № 9. - P. 1315–1316.
130. Marcazzan, S. Del Efficacy of platelets in bone healing: A systematic review on animal studies / S. Marcazzan, R. Weinstein, M. Fabbro // *Platelets*. - 2018. - V. 29. - № 4. - P. 326–337.
131. Mariani, E., Pulsatelli L. Platelet concentrates in musculoskeletal medicine / E. Mariani, L. Pulsatelli // *International Journal of Molecular Sciences*. - 2020. - V. 4. - № 21. - P. 317–322
132. Marmotti, A. PRP and Articular Cartilage: A Clinical Update / A. Marmotti, R. Rossi, F. Castoldi, E. Roveda, G. Michielon, G. Peretti // *BioMed Research International*. - 2015. - N 542502.
133. Marot, V. Pediatric Simple Knee Value: a simple patient-reported outcome measure for the knee. / V. Marot, H. Vilette, Y. Dalmas, A. Justo, N. Reina, E. Cavaignac, E. Berard, F. Accadbled // *J Child Orthop*. - 2021. - V. 1. - N 15. - P. 76–80.
134. Marsden, C. The incidence of osteochondritis dissecans. / C. Marsden, G. Wiernik // *Journal of the Royal Army Medical Corps*. - 1956. - V. 102. - № 2. - P. 124–130.
135. Martel, G. Differences in the vascular tree of the femoral trochlear growth cartilage at osteochondrosis-susceptible sites in foals revealed by SWI 3T MRI / G. Martel, S. Kiss, G. Gilbert, N. Anne-Archard, H. Richard, T. Moser, S. Laverty // *Journal of Orthopaedic Research*. - 2016. - V. 34. - № 9. - P. 1539–1546.
136. Martin, P. Inflammatory cells during wound repair: The good, the bad and the ugly / P. Martin, S. Leibovich // *Trends in Cell Biology*. - 2005. - V. 15. - № 11. - P. 599–607.
137. Maruyama, M. Comparison of the Effects of Osteochondral Autograft Transplantation With Platelet-Rich Plasma or Platelet-Rich Fibrin on Osteochondral Defects in a Rabbit Model / M. Maruyama, H. Satake, T. Suzuki, R. Honma, Y. Naganuma, Y. Takakubo, M. Takagi // *American Journal of Sports Medicine*. - 2017. - V. 45. - № 14. - P. 3280–3288.
138. Marx, R. Platelet-rich plasma: Growth factor enhancement for bone grafts / R. Marx, E. Carlson, R. Eichstaedt, S. Schimmele, J. Strauss, K. Georgeff // *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*. - 1998. - V. 85. - № 6. - P. 638–646.

139. Marx, R. Platelet-rich plasma (PRP): What is PRP and what is not PRP? // *Implant Dentistry*. - 2001. - V. 10. - № 4. - P. 225–228.
140. Masquijo, J. Juvenile osteochondritis dissecans (JOCD) of the knee: current concepts review / J. Masquijo, A. Kothari // *EFORT Open Reviews*. - 2019. - V. 4. - № 5. - P. 201–212.
141. McCoy, A. Articular osteochondrosis: A comparison of naturally-occurring human and animal disease / A. McCoy, F. Toth, N. Dolvik, S. Ekman, J. Ellermann, K. Olstad, B. Ytrehus, C. Carlson // *Osteoarthritis and Cartilage*. - 2013. - V. 21. - № 11. - P. 1638–1647.
142. McCullough, R. Dynamic bone scintigraphy in osteochondritis dissecans / R. McCullough, E. Gandsman, H. Litchman, S. Schatz // *International Orthopaedics (SICOT)*. - 1988. - V. 4. - N 12. - P. 317–322.
143. Melo, B. Centrifugation conditions in the L-PrP preparation affect soluble factors release and mesenchymal stem cell proliferation in fibrin nanofibers / B. Melo, A. Luzo, J. Lana, M. Santana // *Molecules*. - 2019. - V. 24. - № 15. - P. 1–14.
144. Minas, T. Advanced techniques in autologous chondrocyte transplantation / T. Minas, L. Peterson // *Clinics in Sports Medicine*. - 1999. - V. 18. - № 1. - P. 13–44.
145. Mine, T. Unusual appearance of an osteochondral lesion accompanying medial meniscus injury / T. Mine, K. Ihara, H. Kawamura, R. Date, K. Chagawa // *Arthroscopy Techniques*. - 2014. - V. 3. - № 1. - P. 111–114.
146. Mistry, H. Autologous chondrocyte implantation in the knee: Systematic review and economic evaluation / H. Mistry, M. Connock, J. Pink, D. Shyangdan, C. Clar, P. Royle, R. Court, L. Biant, A. Metcalfe, N. Waugh // *Health Technology Assessment*. - 2017. - V. 21. - № 6. - P. 291–294.
147. Miura, K. Results of arthroscopic fixation of osteochondritis dissecans lesion of the knee with cylindrical autogenous osteochondral plugs / K. Miura, Y. Ishibashi, E. Tsuda, H. Sato, S. Toh // *American Journal of Sports Medicine*. - 2007. - V. 35. - № 2. - P. 216–222.
148. Mizuta, H. Osteochondritis dissecans of the lateral femoral condyle following total resection of the discoid lateral meniscus / H. Mizuta, E. Nakamura, Y. Otsuka, S. Kudo, K. Takagi // *Arthroscopy*. - 2001. - V. 17. - № 6. - P. 608–612.
149. Moojen, D. Antimicrobial activity of platelet-leukocyte gel against staphylococcus aureus / D. Moojen, P. Everts, R. Schure, E. Overvest, A. van Zundert, J. Knape, R. Castelein, L. Creemers, W. Dhert // *Journal of Orthopaedic Research*. - 2008. - V. 26. - № 3. - P. 404–410.
150. Moretti, B. Extracorporeal shock waves down-regulate the expression of interleukin-10 and tumor necrosis factor-alpha in osteoarthritic chondrocytes / B. Moretti, F. Iannone, A. Notarnicola, G. Lapadula, L. Moretti, V. Patella, R. Garofalo // *BMC Musculoskeletal Disorders*. - 2008. - V. 9. - N 7. - P. 1–7.

151. Mubarak, S. Juvenile osteochondritis dissecans of the knee: etiology. / S. Mubarak, N. Carroll // *Clinical orthopaedics and related research*. - 1981. - № 157. - P. 200–211.
152. Murphy, R. Osteochondral allograft transplantation of the knee in the pediatric and adolescent population / R. Murphy, A. Pennock, W. Bugbee // *American Journal of Sports Medicine*. 2014. V. 42. № 3. P. 635–640.
153. Murray, J. Osteochondritis dissecans of the knee; long-term clinical outcome following arthroscopic debridement / J. Murray, J. Chitnavis, P. Dixon, N. Hogan, G. Parker, E. Parish, M. Cross // *Knee*. - 2007. - V. 14. - № 2. - P. 94–98.
154. Muschler, G. Age- and gender-related changes in the cellularity of human bone marrow and the prevalence of osteoblastic progenitors / G. Muschler, H. Nitto, C. Boehm, K. Easley // *Journal of Orthopaedic Research*. - 2001. - V. 19. - № 1. - P. 117–125.
155. Na, Y. Is implantation of autologous chondrocytes superior to microfracture for articular-cartilage defects of the knee? A systematic review of 5-year follow-up data / Y. Na, Y. Shi, W. Liu, Y. Jia, L. Kong, T. Zhang, C. Han, Y. Ren // *International Journal of Surgery*. - 2019. - V. 68. - № 6. - P. 56–62.
156. Nasreddine, A. The Pediatric International Knee Documentation Committee (Pedi-IKDC) Subjective Knee Evaluation Form / A. Nasreddine, P. Connell, L. Kalish, S. Nelson, M. Iversen, A. Anderson, M. Kocher // *American Journal of Sports Medicine*. - 2017. - V. 45. - № 3. - P. 527–534.
157. Nepple, J. Research in Osteochondritis Dissecans of the Knee: 2016 Update / J. Nepple, M. Milewski, K. Shea // *Journal of Knee Surgery*. - 2016. - V. 29. - № 7. - P. 533–538.
158. Obana, K. Current Trends in Orthobiologics: An 11-Year Review of the Orthopaedic Literature / K. Obana, M. Schallmo, I. Hong, C. Ahmad, C. Moorman, D. Trofa, B. Saltzman // *The American journal of sports medicine*. - 2021. - V. 11. - N 50. - P. 3121-3129.
159. Paletta, G. The prognostic value of quantitative bone scan in knee osteochondritis dissecans. A preliminary experience / G. Paletta, B. Bednarz, C. Stanitski, G. Sandman, D. Stanitski, S. Kottamasu // *American Journal of Sports Medicine*. - 1998. - V. 26. - № 1. - P. 7–14.
160. Parikh, S. The reliability to determine «healing» in osteochondritis dissecans from radiographic assessment / S. Parikh, M. Allen, E. Wall, M. May, T. Laor, A. Zbojnowicz, E. Eismann, G. Myer // *Journal of Pediatric Orthopaedics*. - 2012. - V. 32. - № 6. - P. 35–39.
161. Park, N. Multiple Osteochondritis Dissecans of Knee Joint in a Patient with Wilson Disease, Focusing on Magnetic Resonance Findings / N. Park, H. Kim, S. Yi, B. Min // *Knee Surgery & Related Research*. - 2013. - V. 25. - № 4. - P. 225–229.
162. Pavlovic, V. Platelet Rich Plasma: A short overview of certain bioactive components / V. Pavlovic, M. Ciric, V. Jovanovic, P. Stojanovic // *Open Medicine (Poland)*. - 2016. - V. 11. - № 1. - P. 242–247.

163. Perkins, C. Management of the Failed OCD / C. Perkins, S. Willimon // Current Reviews in Musculoskeletal Medicine. - 2020. - V. 2. - N. 13. - P. 173-179.
164. Peterson, L. Two- To 9-year Outcome After Autologous Chondrocyte Transplantation of the Knee / L. Peterson, T. Minas, M. Brittberg, A. Nilsson, E. Sjögren-Jansson, A. Lindahl // Clin Orthop Relat Res. - 2000. - № 374. - P. 212–234.
165. Petrie, P. Aetiology of osteochondritis dissecans. Failure to establish a familial background // Journal of Bone and Joint Surgery - Series B. - 1977. - V. 59. - № 3. - P. 366–370.
166. Pill, S. Role of magnetic resonance imaging and clinical criteria in predicting successful nonoperative treatment of osteochondritis dissecans in children. / S. Pill, T. Ganley, R. Milam, J. Lou, J. Meyer, J. Flynn // Journal of pediatric orthopedics. - 2003. - V. 23. - № 1. - P. 102–108.
167. Polousky, J. Salvage techniques in osteochondritis dissecans / J. Polousky, J. Albright // Clinics in Sports Medicine. - 2014. - V. 33. - № 2. - P. 321–333.
168. Räber, D. A., Friederich N. F., Hefti F. Long-term follow-up after total meniscectomy: Discoid lateral meniscus in children / D. Räber, N. Friederich, F. Hefti // Journal of Bone and Joint Surgery - Series A. - 1998. - V. 80. - № 11. - P. 1579–1586.
169. Redondo, M. Osteochondritis dissecans of the knee / M. Redondo, A. Beer, A. Yanke // J. Knee Surg. - 2018. - V. 3. - N 3. - P. 231-238.
170. Rejnö, S. Osteochondrosis in the horse. II. Pathology. / S. Rejnö, B. Strömberg // Acta radiologica. Supplementum. - 1978. - N 358. - P. 153–78.
171. Ribbing, S. The Hereditary Multiple Epiphyseal Disturbance and Its Consequences for the Aetogenesis of Local, Malacjas-Particularly the Osteochondrosis Dissecans // Acta Orthopaedica. - 1954. - V. 24. - № 1–4. - P. 286–299.
172. Rodriguez, I. Platelet-rich plasma in bone regeneration: Engineering the delivery for improved clinical efficacy / I. Rodriguez, E. Growney Kalaf, G. Bowlin, S. Sell // BioMed Research International. - 2014. - N 392398.
173. Roffi, A. Platelet-rich plasma for the treatment of bone defects: from pre-clinical rational to evidence in the clinical practice. A systematic review / A. Roffi, B. Di Matteo, G. Krishnakumar, E. Kon, G. Filardo // International Orthopaedics. - 2017. - V. 41. - № 2. - P. 221–237.
174. Roßbach, B. Discrepancy between morphological findings in juvenile osteochondritis dissecans (OCD): a comparison of magnetic resonance imaging (MRI) and arthroscopy / B. Roßbach, A. Paulus, T. Niethammer, V. Wegener, M. Gülecüyüz, V. Jansson, P. Müller, S. Utzschneider // Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. - 2016. - V. 24. - № 4. - P. 1259–1264.
175. Sadr, K. Osteochondral Allograft Transplantation in Patients With Osteochondritis Dissecans of the Knee / K. Sadr, P. Pulido, J. McCauley, W. Bugbee // Am J Sports Med. - 2016. - V. 11. - N 44. - P. 2870-2875.

176. Sánchez, M. Platelet-rich plasma combined with allograft to treat osteochondritis dissecans of the knee: A case report / M. Sánchez, D. Delgado, A. Garate, P. Sánchez, S. Padilla, J. Azofra // *Journal of Medical Case Reports*. - 2019. - V. 13. - № 1. - P. 1-5.
177. Sanders, T. High rate of osteoarthritis after osteochondritis dissecans fragment excision compared with surgical restoration at a mean 16-Year Follow-up / T. Sanders, A. Pareek, M. Obey, N. Johnson, J. Carey, M. Stuart, A. Krych // *American Journal of Sports Medicine*. - 2017. - V. 45. - № 8. - P. 1799-1805.
178. Sanders, T. Nonoperative management of osteochondritis dissecans of the knee: Progression to osteoarthritis and arthroplasty at mean 13-year follow-up / T. Sanders, A. Pareek, N. Johnson, J. Carey, T. Maak, M. Stuart, A. Krych // *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. - 2017. - V. 5. - № 7. - P. 1-7.
179. Sasaki, K. Osteochondral autograft transplantation for juvenile osteochondritis dissecans of the knee: A series of twelve cases / K. Sasaki, T. Matsumoto, T. Matsushita, S. Kubo, K. Ishida, K. Tei, T. Akisue, M. Kurosaka, R. Kuroda // *International Orthopaedics*. - 2012. - V. 36. - № 11. - P. 2243–2248.
180. Schenck, R. Osteochondritis Dissecans / R. Schenck, J. Goodnight // *The Journal of Bone & Joint Surgery*. - 1996. - V. 78. - № 3. - P. 439–56.
181. Schneppendahl, J. Synergistic effects of HBO and PRP improve bone regeneration with autologous bone grafting / J. Schneppendahl, P. Jungbluth, M. Sager, L. Benga, M. Hertel, A. Scholz, M. Wild, M. Hakimi, J. Windolf, J. Grassmann // *Injury*. - 2016. - V. 47. - № 12. - P. 2718–2725.
182. Scott, D. Osteochondritis dissecans of the knee in adults. / D. Scott, C. Stevenson // *Clinical orthopaedics and related research*. - 2003. - V. 76. - P. 82–86.
183. Shahid, M. Platelet-rich plasma (PRP) for knee disorders / M. Shahid, R. Kundra // *EFORT Open Reviews*. - 2017. - V. 1. - N 2. - P. 28–34.
184. Sharma, D. Osteochondritis dissecans — Does platelet rich plasma really help / D. Sharma, N. Kumar, H. Lal, B. Sahu, S. Saikia // *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*. - 2018. - V. 9. - № 2. - P. 153–156.
185. Shea, K. Osteochondritis dissecans development after bone contusion of the knee in the skeletally immature: A case series / K. Shea, J. Jacobs, N. Grimm, R. Pfeiffer // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. - 2013. - V. 21. - № 2. - P. 403–407.
186. Shea, K. Osteochondritis dissecans knee histology studies have variable findings and theories of etiology knee / K. Shea, J. Jacobs, J. Carey, A. Anderson, J. Oxford // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. - 2013. - V. 471. - № 4. - P. 1127–1136.
187. Skagen, P. Osteochondritis dissecans (OCD), an endoplasmic reticulum storage disease? A morphological and molecular study of OCD fragments / P. Skagen, T. Horn, H. Kruse, B. Staergaard,

- M. Rapport, T. Nicolaisen, T. // *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. - 2011. - V. 21. - № 6. - P. 17–33.
188. Smet, A. Osteochondritis dissecans of the knee: Value of MR imaging in determining lesion stability and the presence of articular cartilage defects / A. De Smet, D. Fisher, B. Graf, R. Lange // *American Journal of Roentgenology*. - 1990. - V. 155. - № 3. - P. 549–553.
189. Smet A. Reassessment of the MR criteria for stability of osteochondritis dissecans in the knee and ankle / A. De Smet, O. Ilahi, B. Graf // *Skeletal Radiology*. - 1996. - V. 25. - № 2. - P. 159–163.
190. Smillie, I. Treatment of osteochondritis dissecans. // *The Journal of bone and joint surgery*. British volume. - 1957. - V. 39-B. - № 2. - P. 248–260.
191. Smith, P. Intra-articular Autologous Conditioned Plasma Injections Provide Safe and Efficacious Treatment for Knee Osteoarthritis // *American Journal of Sports Medicine*. - 2016. - V. 44. - № 4. - P. 884–891.
192. Soellner, S. Intraoperative validation of quantitative T2 mapping in patients with articular cartilage lesions of the knee / S. Soellner, A. Goldmann, D. Muelheims, G. Welsch, M. Pachowsky // *Osteoarthritis and Cartilage*. - 2017. - V. 25. - № 11 - P. 1841–1849.
193. Stanitski, C. Juvenile Osteochondritis Dissecans of the Lateral Femoral Condyle after Lateral Discoid Meniscal Surgery / C. Stanitski, J. Bee // *American Journal of Sports Medicine*. - 2004. - V. 32. - № 3. - P. 797–801.
194. Stattin, E. Missense Mutation in the Aggrecan C-type Lectin Domain Disrupts Extracellular Matrix Interactions and Causes Dominant Familial Osteochondritis Dissecans / E. Stattin, F. Wiklund, K. Lindblom, P. Onnerfjord, B. Jonsson, Y. Tegner, T. Sasaki, A. Struglics, S. Lohmander, N. Dahl, D. Heinegård, A. Aspberg // *American Journal of Human Genetics*. - 2010. - V. 86. - № 2. - P. 126–137.
195. Steinwachs, M. Marrow stimulation techniques / M. Steinwachs, T. Guggi, P. Kreuz // *Injury*. - 2008. - V. 39. - № 1. - P. 26–31.
196. Stufkens, S. Cartilage lesions and the development of osteoarthritis after internal fixation of ankle fractures: A prospective study / S. Stufkens, M. Knupp, M. Horisberger, C. Lampert, B. Hintermann // *Journal of Bone and Joint Surgery - Series A*. - 2010. - V. 92. - № 2. - P. 279–286.
197. Sun, Y. The regenerative effect of platelet-rich plasma on healing in large osteochondral defects / Y. Sun, Y. Feng, C. Zhang, S. Chen, X. Cheng // *International Orthopaedics*. - 2010. - V. 34. - № 4. - P. 589–597.
198. Thiele, S. Adult osteochondritis dissecans and focussed ESWT: A successful treatment option / S. Thiele, R. Thiele, L. Gerdesmeyer // *International Journal of Surgery*. - 2015. - V. 24. Part B. - P. 191–194.

199. Thomson, N. Osteochondritis dissecans and osteochondral fragments managed by Herbert compression screw fixation. // *Clinical orthopaedics and related research*. - 1987. - № 224. - P. 71–78.
200. Tohidnezhad, M. Platelets display potent antimicrobial activity and release human beta-defensin 2 / M. Tohidnezhad, D. Varoga, C. Wruck, R. Podschun, B. Sachweh, J. Bornemann, M. Bovi, T. Sönmez, A. Slowik, A. Houben, A. Seekamp, L. Brandenburg, T. Pufe, S. Lippross // *Platelets*. - 2012. - V. 23. - № 3. - P. 217–223.
201. Tóth, F. Novel Application of Magnetic Resonance Imaging Demonstrates Characteristic Differences in Vasculature at Predilection Sites of Osteochondritis Dissecans / F. Tóth, M. Nissi, J. Ellermann, L. Wang, K. Shea, J. Polousky, C. Carlson // *American Journal of Sports Medicine*. - 2015. - V. 43. - № 10. - P. 2522-2527.
202. Toumi, H. The inflammatory response: Friend or enemy for muscle injury? / H. Toumi, T. Best // *British Journal of Sports Medicine*. - 2003. - V. 37. - № 4. - P. 284–286.
203. Twyman R. Osteochondritis dissecans of the knee. A long-term study. / R. Twyman, K. Desai, P. Aichroth // *The Journal of bone and joint surgery. British volume*. - 1991. - V. 73. - № 3. - P. 461–464.
204. Uozumi, H. Histologic findings and possible causes of osteochondritis dissecans of the knee. / H. Uozumi, T. Sugita, T. Aizawa, A. Takahashi, M. Ohnuma, E. Itoi // *The American journal of sports medicine*. - 2009. - V. 37. - № 10. - P. 2003–2008.
205. Uppstrom, T. Classification and assessment of juvenile osteochondritis dissecans knee lesions / T. Uppstrom, E. Gausden, D. Green // *Current Opinion in Pediatrics*. - 2016. - V. 28. - № 1. - P. 60–67.
206. Wall, E. The healing potential of stable juvenile osteochondritis dissecans knee lesions / E. Wall, J. Vourazeris, G. Myer, K. Emery, J. Divine, T. Nick, T. Hewett // *Journal of Bone and Joint Surgery - Series A*. - 2008. - V. 90. - № 12. - P. 2655–2664.
207. Wall, E. Novel radiographic feature classification of knee osteochondritis dissecans: A multicenter reliability study / E. Wall, J. Polousky, K. Shea, J. Carey, T. Ganley, N. Grimm, J. Jacobs, E. Edmonds, E. Eismann, A. Anderson, B. Heyworth, R. Lyon // *American Journal of Sports Medicine*. - 2015. - V. 43. - № 2. - P. 303–309.
208. Wall, E. The Reliability of Assessing Radiographic Healing of Osteochondritis Dissecans of the Knee / E. Wall, M. Milewski, J. Carey, K. Shea, T. Ganley, J. Polousky, N. Grimm, E. Eismann, J. Jacobs, L. Murnaghan, C. Nissen, G. Myer // *American Journal of Sports Medicine*. - 2017. - V. 45. - № 6. - P. 1370-1375.
209. Wang X. Effects of an injectable platelet-rich fibrin on osteoblast behavior and bone tissue formation in comparison to platelet-rich plasma / X. Wang, Y. Zhang, J. Choukroun, S. Ghanaati, R. Miron // *Platelets*. - 2018. - V. 29. - № 1 - P. 48–55.

210. Wechter, J. Proximal tibial morphology and its correlation with osteochondritis dissecans of the knee / J. Wechter, R. Sikka, M. Alwan, B. Nelson, M. Tompkins // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. - 2015. - V. 23. - № 12 - P. 3717–3722.
211. Weibrich, G. Effect of platelet concentration in platelet-rich plasma on peri-implant bone regeneration / G. Weibrich, T. Hansen, W. Kleis, R. Buch, W. Hitzler // *Bone*. - 2004. - V. 34. - № 4. - P. 665–671.
212. Weiss, J. The Incidence of Surgery in Osteochondritis Dissecans in Children and Adolescents / J. Weiss, H. Nikizad, K. Shea, S. Gyurdzhyan, J. Jacobs, P. Cannamela, J. Kessler // *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. - 2016. - V. 4. - № 3 - P. 1–7.
213. Wilson, J. A diagnostic sign in osteochondritis dissecans of the knee. // *The Journal of bone and joint surgery. American volume*. - 1967. - V. 49. - № 3. - P. 477–80.
214. Woodell-may, J. Producing Accurate Platelet Counts for Platelet Rich Plasma: Validation of a Hematology Analyzer and Preparation Techniques for Counting / J. Woodell-May, D. Ridderman, M. Swift, J. Higgins // *J Craniofac Surg*. - 2005. - V. 749. - P. 749–756.
215. Wright, R. Osteochondritis dissecans of the knee: long-term results of excision of the fragment. / R. Wright, M. McLean, M. Matava, R. Shively // *Clinical orthopaedics and related research*. - 2004. - № 424. - P. 239–243.
216. Xie, Y. Effects of PRP and LyPRP on osteogenic differentiation of MSCs / Y. Xie, M. Chen, Y. Chen, Y. Xu, Y. Sun, J. Liang, Y. Fan, X. Zhang // *Journal of Biomedical Materials Research Part A*. - 2019. - V. 108. - N 1. - P. 116-126
217. Yazawa, M. Basic studies on the clinical applications of platelet-rich plasma / M. Yazawa, H. Ogata, T. Nakajima, T. Mori, N. Watanabe, M. Handa // *Cell Transplantation*. - 2003. - V. 12. - N 5. - P. 509-518
218. Yellin, J. The surgical management of osteochondritis dissecans of the knee in the skeletally immature: A survey of the Pediatric Orthopaedic Society of North America (POSNA) membership / J. Yellin, I. Gans, J. Carey, K. Shea, T. Ganley // *Journal of Pediatric Orthopaedics*. - 2017. - V. 37. - № 7. - P. 491–499.
219. Yonetani, Y. Histological evaluation of juvenile osteochondritis dissecans of the knee: a case series / Y. Yonetani, N. Nakamura, T. Natsuume, Y. Shiozaki, Y. Tanaka, S. Horibe // *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA*. - 2010. - V. 18. - № 6. - P. 723–730.
220. Ytrehus, B., Carlson C. S., Ekman S. Etiology and pathogenesis of osteochondrosis / B. Ytrehus, C. Carlson, S. Ekman // *Veterinary Pathology*. - 2007. - V. 44. - № 4. - P. 429–448.

ПРИЛОЖЕНИЕ №1

КОНТРОЛЬНЫЙ ЛИСТ ОСМОТРА ПАЦИЕНТА С РАССЕКАЮЩИМ ОСТЕОХОНДРИТОМ ОБЛАСТИ КОЛЕННОГО СУСТАВА

КОНТРОЛЬНЫЙ ЛИСТ КЛИНИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ПАЦИЕНТА

ФИО: _____
 Возраст: _____
 Пол: _____
 Рост в см: _____
 Вес в кг: _____
 Индекс массы тела: _____
 Важнейшие данные анамнеза: _____

Основные жалобы в настоящий момент: _____

ОРТОПЕДИЧЕСКИЙ СТАТУС

Наличие деформации позвоночника и ее характер: _____
 Уровень надплечий: _____
 Уровень лопаток: _____
 Перекос таза: _____
 Физиологические изгибы позвоночника: _____
 Тибioфemorальные углы: слева _____ справа _____
 Анте/рекурвация сегментов нижних конечностей: слева _____ справа _____
 Продольные своды стоп: слева _____ справа _____
 Тест на разгибание 1-го пальца стопы: слева _____ справа _____
 Походка: _____
 Абсолютная длина нижних конечностей: слева _____ справа _____
 Относительная длина нижних конечностей: слева _____ справа _____

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТЕСТЫ НА КОЛЕННЫЙ СУСТАВ

Симптом Лахмана:
 слева _____ справа _____
 Тест заднего выдвижного ящика:
 слева _____ справа _____
 Тест переднего выдвижного ящика:
 слева _____ справа _____
 Симптом Кларка:
 слева _____ справа _____
 Симптом Bounce :
 слева _____ справа _____
 Тест Wilson:
 слева _____ справа _____
 Тест Thessaly:
 слева _____ справа _____
 Тест McMurrey:
 слева _____ справа _____
 Тест Apley:
 слева _____ справа _____
 Тест на медиальную коллатеральную связку:
 слева _____ справа _____
 Тест на латеральную коллатеральную связку:
 слева _____ справа _____

Объём движений:

Сгибание
 слева _____ справа _____
 Разгибание
 слева _____ справа _____

ЛОКАЛИЗАЦИЯ БОЛЕЗНЕННОСТИ ПРИ ПАЛЬПАЦИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА



ПРИЛОЖЕНИЕ №2

ПОРЯДОК КЛИНИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТЕСТЫ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ ПАТОЛОГИЙ КОЛЕННОГО СУСТАВА

- 1) Осмотр пациента стоя спереди.
 - Оценка перекоса таза.
 - Оценка тиббиофemorальных углов для исключения вальгусной/варусной деформаций коленных суставов.
- 2) Осмотр пациента стоя сбоку.
 - Оценка углов отклонения бедер и голеней для исключения анте- или рекурвации.
 - Оценка наклона таза.
- 3) Осмотр пациента стоя сзади.
 - Оценка продольных сводов стоп.
 - Функциональные пробы стоп (тест на разгибание 1 пальца стопы, тест с опорой на передний отдел стопы).
- 4) Оценка походки пациента. Внимание уделяется повороту стоп кнутри или кнаружи от средней линии при ходьбе, выраженности фаз походки, исключаются патологические варианты походки.
- 5) Осмотр пациента лежа на спине.
 - Оценка относительной и абсолютной длин нижних конечностей
 - Визуальная оценка области коленного сустава (оцениваются наличие или отсутствие сглаженности контуров сустава по сравнению с контралатеральным).
 - Пальпация области коленного сустава в последовательности:
 - (1) верхний полюс, боковые поверхности, нижний полюс надколенника, область прикрепления собственной связки надколенника к нижнему его полюсу, к бугристости большеберцовой кости,
 - (2) точки тела Гоффа по бокам от связки надколенника,
 - (3) точка медиопателлярной складки медиальнее внутреннего края надколенника
 - (4) суставные линии коленного сустава по медиальной и латеральной сторонам
- 6) Оценка функциональных проб на коленный сустав.

Тест Лахмана. Коленный сустав пациента в положении сгибания до 20 градусов. Врач, проводящий обследование, кладет одну руку на голень на уровне бугристости большеберцовой кости. Другая рука расположена на бедре пациента чуть выше коленного сустава и используется как упор. Врач осуществляет движение голени пациента кпереди, наблюдая степень ее смещения (0-15 мм), а также ощущая наличие или отсутствие конечной точки сопротивления движению голени. При отсутствии ощущения сопротивления и одновременном смещении голени более 5 мм тест считается положительным, что свидетельствует о повреждении крестообразной связки.

Тест переднего выдвижного ящика. Выполняется в положении пациента лежа на спине, при согнутой ноге пациента в коленном суставе под углом 90°. Врач располагает руки на верхней трети голени пациента так, что большие пальцы оказываются на бугристости большеберцовой кости, а ладони и остальные пальцы – на задней поверхности голени. Врач осуществляет тягу голени кпереди. Тестирование проводится в трех положениях голени: нейтральном, наружной и внутренней ротации. Положительным тест считается при смещении голени кпереди более, чем на 5 мм, что свидетельствует о повреждении крестообразной связки.

Тест заднего выдвижного ящика. Следует отметить, что перед проверкой теста заднего выдвижного ящика оценивается «симптом западения голени» - при установке пациента в положение лежа на спине, при согнутой ноге пациента в коленном суставе под углом 90°, оценивается разница между нижним полюсом надколенника и бугристостью большеберцовой кости с 2-х сторон. Если присутствует повреждение задней крестообразной связки – разница между указанными ориентирами будет больше, чем с неповрежденной стороны.

Тест заднего выдвижного ящика проводится аналогично предыдущему, однако проводится смещение голени кзади. Положительным тест считается при смещении голени кпереди более, чем на 5 мм, что свидетельствует о повреждении крестообразной связки.

Симптом Кларка. При надавливании на надколенник и одновременном напряжении пациентом четырехглавой мышцы бедра болевой синдром усиливается – это свидетельствует о патологическом процессе суставного хряща надколенника или пателлофemorального тракта.

Симптом Bounce – при расслабленных мышцах бедра и голени пациента врач обхватывает голень пациента и проводит резкое разгибание в коленном суставе с легким переразгибанием – при наличии болевого синдрома обычно имеется патология суставного хряща надколенника или пателлофemorального тракта, либо ущемление тела Гоффа или медиапателлярной складки.

Тест Wilson. Для выполнения теста ногу, согнутую на 90 градусов в коленном суставе, разгибают до 30 градусов с одновременной наружной ротацией голени. В результате этого в связи с трением гребня большеберцовой кости о задний отдел медиального мыщелка бедренной кости появляются болевые ощущения, которые исчезают немедленно при внутренней ротации

голени. Положительный симптом связан с наличием очага в задне-латеральном отделе медиального мыщелка бедренной кости.

Тест Thessaly. Служит для определения повреждения менисков. Пациент становится перед врачом, врач держит пациента за руки. Пациент занимает положение с согнутой в коленном суставе ногой до 20 градусов, вторую ногу (непораженную) поджимает, оставаясь на исследуемой ноге. Врач осуществляет вращение пациента тягой за руки, при этом пятка исследуемой ноги остается на месте. Допустим, что исследуется правая нижняя конечность. При повороте пациента влево голень пациента относительно бедра осуществляет движение кнаружи – при возникновении боли симптом положительный на медиальный мениск. При повороте вправо голень пациента оказывается повернутой кнутри относительно бедра – при возникновении боли симптом положительный на латеральный мениск.

Тест McMurrey. Направлен на выявление повреждений менисков. Врач кладет одну руку на переднюю область коленного сустава пациента, другую на пяточную область. Коленный сустав пациента согнут под углом 90 градусов. Осуществляется имитация осевой нагрузки путем давления одной рукой на нижнюю треть бедра, другой на пяточную область. Одновременно производится разгибание в коленном суставе пациента с внутренней, а затем повторное движение – с наружной ротацией голени. При возникновении боли во время наружной ротации голени – симптом положительный на медиальный мениск, при внутренней ротации – на латеральный мениск.

Тест Apley. Позволяет заподозрить повреждение менисков. Пациент в положении лежа на животе, сгибает исследуемую нижнюю конечность в коленном суставе на 90 градусов. Врач осуществляет давление рукой на пяточную область пациента, после чего одновременно выполняет наружную ротацию и разгибание в суставе, затем – после возврата в исходное положение – внутреннюю ротацию и разгибание. При возникновении боли во время наружной ротации голени – симптом положительный на медиальный мениск, при внутренней ротации – на латеральный мениск.

- 7) Оценка объема движений и болезненности при движениях в суставе с указанием объема максимального разгибания, максимального сгибания в коленном суставе, а также границ движений в суставе в градусах без болевых ощущений.

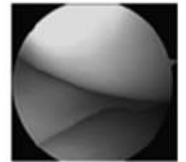
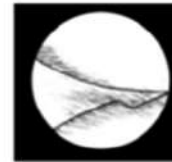
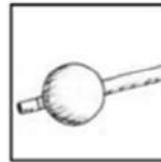
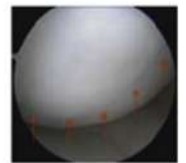
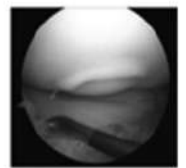
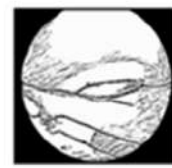
ПРИЛОЖЕНИЕ №3

Артроскопическая классификация очагов рассекающего остеохондрита согласно обществу по изучению рассекающего остеохондрита (ROCK study group)

Стабильные очаги:

Cue ball (неизменный шар) –

Нет видимых признаков очага при осмотре

**Shadow (тень очага) – Умеренное изменение цвета очага с демаркацией****Wrinkle in the rug (гофрирование ковра) – валик по границам очага без повреждения хряща**

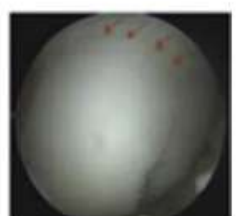
Нестабильные очаги:

Locked door (закрытая дверь) –

Повреждение хряща на периферии очага с фиссурой

**Open door (открытая дверь) –**

Повреждение хряща на периферии с неполным отхождением остеохондрального фрагмента

**Crater (кратер) –**

Остеохондральный дефект мыщелка

III



1. Электронная почта
2. Дата заполнения анкеты
3. ФИО
4. Действующий номер телефона родителя и ФИО родителя
5. Пол
6. Текущий возраст (полных лет)
7. Дата рождения
8. Был ли эпизод травмы?
 - Да
 - Нет
 - Несколько повторяющихся травм в одной и той же области

9. Опишите механизм травмы (травм), если она (они) имела(и) место быть.

10.Обращались ли ранее за мед. помощью в другие учреждения? Да/Нет

11.Опишите полученную ранее медицинскую помощь.

Отметьте все подходящие варианты. В ином случае заполните самостоятельно графу «другое».

Физиотерапия (магнитотерапия на область, электрофорез веществ на область)

Лечебная физкультура (специальные упражнения для конечностей)

Иммобилизация (гипсовая или мягкая повязка, либо эластический наколенник, либо ортез))

Лекарственная терапия (различные препараты - кальций, витамин Д, противовоспалительные препараты (нимесил, аркоксия, нурофен и т.

Другое:

12. Укажите метод физиотерапии, если таковая проводилась

13. В течение какого времени В НЕДЕЛЯХ выполнялась иммобилизация (обездвиживание ноги)?

14. В течение какого времени В НЕДЕЛЯХ вам было запрещено наступать на ногу?

15. Выполнялись ли ранее какие-либо операции в зоне текущего заболевания?

- Да, по поводу этого заболевания
- Да, по другому поводу
- Не выполнялись

Другое:

16. Профессиональное участие в спорте

Да/Нет

17. Вид спорта

18. Какие жалобы вы испытывали по поводу основного заболевания? Выберите все подходящие варианты.

- Боль в суставе
- Ограничение сгибания/разгибания в суставе
- Припухлость сустава
- Блоки в суставе (эпизоды резкого ограничения подвижности в суставе после какого-либо движения)
- Хромота

Другое:

19. В течение какого времени В НЕДЕЛЯХ вы испытывали 1 или несколько симптомов, описанных выше?

20. Сколько прошло времени В НЕДЕЛЯХ с момента травмы и (или) начала симптомов до выполнения МРТ?

РАЗДЕЛ «ШКАЛА PEDI-IKDC»

21. Укажите вариант физической нагрузки, которая НЕ будет доставлять вам боль в коленном суставе (выберите номер ответа).

0. Никакие из действий, мой коленный сустав очень сильно болит в настоящее время
1. Легкая активность – ходьба с обычной скоростью без спешки
 2. Легкие и средние нагрузки – быстрая ходьба и бег трусцой
 3. Тяжелые нагрузки – поднятие веса, катание на лыжах, игра в теннис
 4. Очень тяжелые нагрузки – прыжки с различными приземлениями на ногу, футбол, баскетбол, волейбол

22. Как часто у вас болит коленный сустав в течение последних 4 недель (или с момента травмы, если прошло меньше недель)? Укажите цифру шкале от 1 до 10, где 0 - никогда не болит, 10 - болит постоянно.

Отметьте только один овал.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
никогда не болит	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	болит постоянно

23. Насколько сильно у вас болит коленный сустав в настоящее время? Укажите цифру на шкале от 1 до 10, где 0 - вообще не болит, 10 - болит настолько, что я не могу опираться на эту ногу.

Отметьте только один овал.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
вообще не болит	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	болит настолько, что я не могу опираться

24. В течение последних 4 недель (или с момента травмы, если прошло меньше 4 недель) насколько тяжело вам было сгибать ногу в коленном суставе или вообще двигать ногой? Заполните шкалу от 0 до 4, где 0 - "очень тяжело, практически невозможно", а 4 - абсолютно легко, без каких либо ограничений.

Отметьте только один овал.

0	1	2	3	4	
Очень тяжело, практически невозможно	☐	☐	☐	☐	Абсолютно легко, без каких-либо ограничений

25. В течение последних 4 недель (или с момента травмы, если прошло меньше 4 недель) насколько отечным был ваш коленный сустав (сглаженность контуров коленного сустава по сравнению со здоровым)? Заполните шкалу

от 0 до 4, где 0 - "коленно вообще не отекало", а 4 - "очень сильный отек".

Отметьте только один овал.

	0	1	2	3	4	
Отмечался очень сильный отек (разбухание) коленного сустава	☐	☐	☐	☐	☐	Коленный сустав вообще не отекал

26. Укажите вариант физической нагрузки, которая НЕ будет приводить к отеку (разбуханию) коленного сустава (выберите номер ответа)

- 0. Никакие из действий, мой коленный сустав итак отекавший в покое
- 1. Легкая активность – ходьба с обычной скоростью без спешки
- 2. Легкие и средние нагрузки – быстрая ходьба и бег трусцой
- 3. Тяжелые нагрузки – поднятие штанги, катание на лыжах, игра в теннис
- 4. Очень тяжелые нагрузки – прыжки с различными приземлениями на ногу, футбол, баскетбол, волейбол

27. В течение последних 4 недель (или с момента травмы, если прошло меньше 4 недель) отмечали ли вы ощущение блокирования сустава (например, когда при ходьбе вдруг колено перестает сгибаться/разгибаться и застывает в определенном положении, как будто что-то блокирует движения в нем на некоторое время).

- 0. Никакие из действий, мой коленный сустав итак отекавший в покое
- 1. Легкая активность – ходьба с обычной скоростью без спешки
- 2. Легкие и средние нагрузки – быстрая ходьба и бег трусцой
- 3. Тяжелые нагрузки – поднятие штанги, катание на лыжах, игра в теннис
- 4. Очень тяжелые нагрузки – прыжки с различными приземлениями на ногу, футбол, баскетбол, волейбол

28. В течение последних 4 недель (или с момента травмы, если прошло меньше 4 недель) отмечали ли вы ощущение РЕЗКО возникшей ТУГОПОДИЖНОСТИ в суставе (например, когда при движении в коленном суставе после определенном положении ноги в коленном суставе движение становится тяжелым, трудным, но преодолимым - полного блока движений нет).

Отметьте только один овал.

- ☐ 0 - Да
- ☐ 1 - Нет

29. Укажите вариант физической нагрузки, которая НЕ будет приводить к ощущению нестабильности в коленном суставе (разболтанности сустава).

- 0. Никакие из действий, я ощущаю нестабильность в коленном суставе сразу же, как встаю на него
- 1. Легкая активность – ходьба с обычной скоростью без спешки
- 2. Легкие и средние нагрузки – быстрая ходьба и бег трусцой
- 3. Тяжелые нагрузки – поднятие штанги, катание на лыжах, игра в теннис
- 4. Очень тяжелые нагрузки – прыжки с различными приземлениями на ногу, футбол, баскетбол, волейбол

30. Укажите вариант физической нагрузки, которую вы можете выполнять БОЛЬШУЮ ЧАСТЬ ВРЕМЕНИ.

- 0. Большую часть времени я не могу выполнять ничего из перечисленного ниже
- 1. Легкая активность – ходьба с обычной скоростью без спешки
- 2. Легкие и средние нагрузки – быстрая ходьба и бег трусцой
- 3. Тяжелые нагрузки – поднятие штанги, катание на лыжах, игра в теннис
- 4. Очень тяжелые нагрузки – прыжки с различными приземлениями на ногу, футбол, баскетбол, волейбол

31. Насколько вы испытываете дискомфорт в повседневной жизни? Отметьте варианты.

Отметьте только один овал в каждом ряду.

	4 - без затруднений	3 - иногда затруднительно	2 - всегда с определенным трудностями	1 - очень трудно	0 - не могу это делать
Подняться по лестнице	☐	☐	☐	☐	☐
Спуститься по лестнице	☐	☐	☐	☐	☐
Опереться прямо на пораженное колено	☐	☐	☐	☐	☐
Присесть на корточки	☐	☐	☐	☐	☐
Сидеть на стуле с согнутыми ровно в колене ногами и ступнями полностью опирающимися об пол всей поверхностью	☐	☐	☐	☐	☐
Встать со стула	☐	☐	☐	☐	☐
Бежать	☐	☐	☐	☐	☐
Прыгнуть и приземлиться на пораженную ногу	☐	☐	☐	☐	☐
Быстро начать бежать или быстро остановиться	☐	☐	☐	☐	☐

32. Как хорошо работал ваш коленный сустав до травмы (до начала заболевания)? Оцените по шкале от 0 до 10, где 0 - я был ограничен во всех активностях и практически ничего не мог делать из-за коленного сустава, а

10 - я мог выдержать любую физическую нагрузку на коленный сустав

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

33. Как хорошо работает ваш коленный сустав сейчас? Оцените по шкале от 0 до 10, где 0 - я ограничен во всех активностях и практически ничего не могу делать из-за коленного сустава, а 10 - я мог выдержать любую физическую нагрузку на коленный сустав

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

34. Сами ли вы заполнили анкету или с помощью родителей?

Отметьте только один овал.

- ☐ Самостоятельно
☐ С помощью родителей

РАЗДЕЛ «ШКАЛА SF-36»

35. В целом вы бы оценили состояние Вашего здоровья как:

Отметьте только один овал.

- ☐ 1 - Отличное
☐ 2 - Очень хорошее
☐ 3 - Хорошее
☐ 4 - Посредственное
☐ 5 - Плохое

36. Как бы вы оценили свое здоровье сейчас по сравнению с тем, что было год назад?

Отметьте только один овал.

- ☐ 1 - Значительно лучше, чем год назад
☐ 2 - Несколько лучше, чем год назад
☐ 3 - Примерно так же, как год назад
☐ 4 - Несколько хуже, чем год назад
☐ 5 - Гораздо хуже, чем год назад

37. Следующие вопросы касаются физических нагрузок, с которыми Вы, возможно, сталкиваетесь в течение своего обычного дня. Ограничивает ли Вас состояние Вашего здоровья в настоящее время в выполнении

перечисленных ниже физических нагрузок? Если да, то в какой степени?

	1 - Да, значительно ограничивает	2 - Да, немного ограничивает	3 - Нет, совсем не ограничивает
А. Тяжелые физические нагрузки, такие как бег, поднятие тяжестей, занятие силовыми видами спорта	☐	☐	☐
Б. Умеренные физические нагрузки, такие как передвинуть стол, поработать с пылесосом, собирать грибы или ягоды	☐	☐	☐
В. Поднять или нести сумку с продуктами	☐	☐	☐
Г. Подняться пешком по лестнице на несколько пролетов	☐	☐	☐
Д. Подняться пешком по лестнице на один пролет	☐	☐	☐
Е. Наклониться, встать на колени, присесть на корточки	☐	☐	☐
Ж. Пройти расстояние более одного километра	☐	☐	☐
З. Пройти расстояние в несколько кварталов	☐	☐	☐
И. Пройти расстояние в один квартал	☐	☐	☐
К. Самостоятельно вымыться, одеться	☐	☐	☐

38. Бывало ли за последние 4 недели, что Ваше физическое состояние вызывало затруднения в Вашей работе или другой обычной повседневной деятельности, вследствие чего:

Отметьте только один овал в каждом ряду.

	1 - Да	2 - Нет
А. Пришлось сократить количество времени, затрачиваемого на работу или другие дела	☐	☐
Б. Выполнили меньше, чем хотели	☐	☐
В. Вы были ограничены в выполнении какого-либо определенного вида работы или другой деятельности	☐	☐
Г. Были трудности при выполнении своей работы или других дел (например, они потребовали дополнительных усилий)	☐	☐

39. Бывало ли за последние 4 недели, что Ваше эмоциональное состояние вызывало затруднения в Вашей работе или другой обычной повседневной

деятельности,

вследствие

чего:

Отметьте только один овал в каждом ряду.

	1 - Да	2 - Нет
А. Вам пришлось сократить количество времени, затрачиваемого на работу или другие дела	☐	☐
Б. Выполнили меньше, чем хотели	☐	☐
В. Выполняли свою работу или другие дела не так аккуратно, как обычно	☐	☐

40. Насколько Ваше физическое или эмоциональное состояние в течении последних 4 недель мешало Вам проводить время с семьей, друзьями, соседями или в коллективе?

Отметьте только один овал.

- ☐ 1 - Совсем не мешало
- ☐ 2 - Немного
- ☐ 3 - Умеренно
- ☐ 4 - Сильно
- ☐ 5 - Очень сильно

41. Насколько сильную физическую боль Вы испытывали за последние 4 недели?

Отметьте только один овал.

- ☐ 1 - Совсем не испытывал(а)
- ☐ 2 - Очень слабую
- ☐ 3 - Слабую
- ☐ 4 - Умеренную
- ☐ 5 - Сильную
- ☐ 6 - Очень сильную

42. В какой степени боль в течении последних 4 недель мешала Вам заниматься Вашей нормальной работой, включая работу вне дома и по дому?

Отметьте только один овал.

- ☐ 1 - Совсем не мешала
- ☐ 2 - Немного
- ☐ 3 - Умеренно
- ☐ 4 - Сильно
- ☐ 5 - Очень сильно

43. Следующие вопросы касаются того, как Вы себя чувствовали и каким было Ваше настроение в течение последних 4 недель. Пожалуйста, на каждый вопрос дайте один ответ, который наиболее соответствует Вашим ощущениям. Как часто в течение последних 4 недель:

Отметьте только один овал в каждом ряду.

	1 - Все время	2 - Большую часть времени	3 - Часто	4 - Иногда	5 - Редко	6 - Ни разу
А. Вы чувствовали себя бодрым(ой)?	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Б. Вы сильно нервничали?	☐	☐	☐	☐	☐	☐
В. Вы чувствовали себя таким(ой) подавленным(ой), что ничто не могло Вас взбодрить?	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Г. Вы чувствовали себя спокойным(ой) и умиротворенным(ой)?	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Д. Вы чувствовали себя полным(ой) сил и энергии?	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Е. Вы чувствовали себя упавшим(ей) духом и печальным(ой)?	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ж. Вы чувствовали себя измученным(ой)?	☐	☐	☐	☐	☐	☐
З. Вы чувствовали себя счастливым(ой)?	☐	☐	☐	☐	☐	☐
И. Вы чувствовали себя уставшим(ей)?	☐	☐	☐	☐	☐	☐

44. Как часто в последние 4 недели Ваше физическое или эмоциональное состояние мешало Вам активно общаться с людьми? Например, навещать родственников, друзей и тому подобное.

Отметьте только один овал.

- ☐ 1 - Все время
☐ 2 - Большую часть времени
☐ 3 - Иногда
☐ 4 - Редко
☐ 5 - Ни разу

45. Насколько ВЕРНЫМ или НЕВЕРНЫМ представляется по отношению к Вам каждое из ниже перечисленных утверждений?

Отметьте только один овал в каждом ряду.

	1. Определенно верно	2. В основном верно	3. Не знаю	4. В основном неверно	5. Определенно неверно
А. Мне кажется, что я более склонен к болезням, чем другие	☐	☐	☐	☐	☐
Б. Мое здоровье не хуже, чем у большинства моих знакомых	☐	☐	☐	☐	☐
В. Я ожидаю, что мое здоровье ухудшится	☐	☐	☐	☐	☐
Г. У меня отличное здоровье	☐	☐	☐	☐	☐

РАЗДЕЛ «ШКАЛА SKV»

- 46.Оцените ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ коленного сустава на момент ДО ОПЕРАЦИИ по шкале от 0 до 100 в процентах (на сколько процентов функционирует ваш сустав на момент до операции), где 100% - полное функционирование без ограничений. Впишите ответ в процентах
- 47.Оцените ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ коленного сустава В ДАННЫЙ МОМЕНТ по шкале от 0 до 100 в процентах (на сколько процентов функционирует ваш сустав на текущий момент), где 100% - полное функционирование без ограничений. Впишите ответ в процентах