

Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы  
«Морозовская детская городская больница  
Департамента здравоохранения города Москвы»

*На правах рукописи*

**ПАВЛОВА Дарья Дмитриевна**

**ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ЛЕЧЕНИЮ ПОВРЕЖДЕНИЙ  
МЕНИСКОВ У ДЕТЕЙ**

3.1.11 – детская хирургия

Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:  
Шарков Сергей Михайлович,  
доктор медицинских наук

Москва - 2023

## ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	13
1.1 Особенности анатомии мениска коленного сустава у детей.....	14
1.2 Классификация повреждений.....	17
1.3 Клиническая картина повреждений менисков.....	23
1.4 Инструментальная диагностика повреждений менисков.....	25
1.5 Методы лечения повреждений менисков.....	29
1.5.1 Менискэктомия.....	30
1.5.2 Шов мениска.....	33
1.5.3 Рефиксация корня мениска.....	38
1.5.4 Саусеризация.....	39
1.6 Послеоперационный период.....	40
1.6.1 Реабилитация.....	40
1.6.2 Анкетирование с применением международных оценочных шкал.....	41
Глава 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	43
2.1 Характеристика клинических групп.....	43
2.2 Методы исследования: клинические и инструментальные.....	47
Глава 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ.....	59
3.1 Предоперационное обследование.....	59
3.2 Чувствительность и специфичность МРТ и артроскопии в диагностике повреждений менисков у детей.....	61
3.3 Показания и противопоказания к различным видам оперативного лечения...	65
3.4 Методики проведенных операций.....	66
3.4.1 Менискэктомия.....	66
3.4.2 Шов мениска.....	67
3.4.2.1 Шов мениска «снаружи внутрь» (outside in).....	70
3.4.2.2 Шов «изнутри наружу» (inside out).....	72
3.4.2.3 Шов «все внутри» (all inside).....	77

3.4.3 Саусеризация.....	82
3.4.4 Послеоперационный период после шва мениска и саусеризации.....	83
3.5 Ближайшие результаты собственных наблюдений.....	84
3.6 Отделенные результаты после оперативного лечения.....	91
3.7 Результаты лечения дискоидных менисков.....	113
3.8 Клинический пример.....	113
Глава 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ГИСТОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	120
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	128
ВЫВОДЫ.....	134
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	136
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	137

## **СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ**

ГБУЗ – Государственное бюджетное учреждение здравоохранения

ДГКБ – детская городская клиническая больница

ДЗМ – Департамент здравоохранения г.Москвы

ЗКС – задняя крестообразная связка

ИМТ – индекс массы тела

КДЦ – консультативно-диагностический центр

КТ – компьютерная томография

ЛФК – лечебная физическая культура

ЛМН – ларингеальный масочный наркоз

МКС – медиальная коллатеральная связка

МРТ – магнитно-резонансная томография

ОА – остеоартрит

ПКС – передняя крестообразная связка

G – Gauge, размер иглы

Rg – рентгенограмма

SICOT - International Society of Orthopaedic Surgery and Traumatology  
(Международное общество ортопедической хирургии и травматологии)

## ВВЕДЕНИЕ

### **Актуальность темы исследования**

В условиях растущего интереса к спорту и экстремальным видам отдыха среди населения детского возраста вопрос повреждения менисков коленного сустава не теряет своей актуальности. Однако результаты существующих методов лечения данной патологии далеко не всегда удовлетворительны.

Повреждения менисков наиболее часто возникают при непрямой травме: при ротации бедра при фиксированной голени и одновременном разгибании или сгибании в коленном суставе. Так же повреждение менисков возможно при резком разгибании сустава из согнутого положения, отведении и приведении голени. Намного реже разрыв мениска происходит в результате прямой травмы [9, 11]. Стрессовые нагрузки в виде внезапных ускорений и замедлений со сменой направления движения могут приводить к ущемлению ткани мениска между суставными поверхностями и его разрыву [12].

Эволюция взглядов на хирургическое лечение повреждений менисков прошла путь от тотальной резекции до сохраняющих операций под лозунгом «save the meniscus». В середине XX веков преобладала менискэктомия, причем ряд исследователей даже считали мениски рудиментарными образованиями, которые могут быть удалены без отрицательных последствий [14]. Позже стало известно, что менискэктомия приводит к дегенеративным изменениям коленного сустава и приоритет в лечении повреждений менисков получили сохраняющие операции. Впервые операцию по восстановлению поврежденного мениска выполнил Т. Annandale в 1885г, однако в клиническую практику восстановление мениска вошло только в конце XXв [14, 73].

Основной жалобой после тотальной или парциальной менискэтомии является боль в области оперированного сустава, связанная с физической нагрузкой и носящая прогрессирующий характер. Многоцентровые многолетние исследования среди взрослого населения показали, что в 60% случаев после изолированной менискэктомии отмечается развитие остеоартрита. После

восстановления поврежденного мениска развитие остеоартрита отмечалось в 20% случаев. При этом в случаях комбинированного повреждения (разрыв мениска в сочетании с повреждением передней крестообразной связки) данное осложнение отмечается в 2 раза чаще [63, 114, 123].

Дискоидный мениск – аномалия развития, которая проявляется изменением формы мениска и по данным разных авторов формируется в результате нарушений морфогенеза [142, 143]. Дискоидные мениски можно разделить на симптоматические и бессимптомные. Как следствие наличия другой формы мениска меняется анатомия и других структур коленного сустава, что чаще встречается при латеральных дискоидных менисках. Адаптация к дискоидной форме мениска проявляется в виде гипоплазии наружного мыщелка бедренной кости, вследствие чего происходит увеличение высоты суставной щели в латеральном компартменте коленного сустава. Так же отмечается гипоплазия наружных отделов большеберцовой кости. Подобные изменения характерны для бессимптомных дискоидных менисков.

В случаях, когда такие изменения анатомии не позволяют в полной мере адаптироваться коленному суставу к иной форме мениска, возникает его разрыв и появляется соответствующая симптоматика. По этой причине хирургическому лечению подлежат именно симптоматические дискоидные мениски. Однако в настоящее время в основном выполняется серповидная резекция дискоидного мениска по линии разрыва, которая наиболее часто носит тотальный характер и в долгосрочной перспективе приводит к неудовлетворительным результатам.

Решение вопроса показаний и противопоказаний для шва мениска, зависимость возможности его выполнения от сроков с момента травмы и её тяжести позволит обосновать необходимость восстановления целостности менисков при их повреждениях и минимизировать количество необоснованных менискэктомий, что позволит сократить количество неудовлетворительных результатов лечения данной патологии и профилактировать развитие раннего остеоартрита и, как следствие, деформирующего артроза коленного сустава.

## **Степень разработанности темы**

Согласно существующим на сегодняшний день рекомендациям важным в определении выбора метода лечения повреждений менисков является размер и вид разрыва, сроки с момента травмы и его локализация [5, 30, 79, 80]. В то же время до настоящего времени не сформулированы критерии восстановления посттравматических изменений менисков у детей, что затрудняет выбор хирургической тактики лечения и приводит к расширению показаний для проведения менискэктомий. Не менее важен диагностический компонент данной проблемы, поскольку далеко не всегда выявленные на МРТ изменения менисков нуждаются в хирургическом лечении и наоборот, не выявленный на МРТ разрыв мениска может быть функционально значимым [6, 7, 10, 11, 13, 25, 49, 55, 66, 11].

Решение указанных вопросов представляется очень важным и необходимым, поскольку позволяет обосновать новые подходы к диагностике повреждения менисков у детей и разработке оптимального алгоритма хирургического лечения, позволяющего предупредить развитие остеоартрита.

**Цель исследования:** улучшить результаты хирургического лечения повреждений менисков коленного сустава у детей.

### **Задачи исследования:**

1. Сравнить диагностическую ценность МРТ при различных локализациях повреждений менисков на основании артроскопии
2. Оценить результаты лечения после выполнения тотальной менискэктомии.
3. Изучить морфологические изменения поврежденных менисков у детей.
4. Провести анализ изменений функции коленного сустава и степени выраженности остеоартрита после частичной менискэктомии и после шва мениска в отдаленном периоде наблюдения.
5. Разработать и внедрить в практику способы хирургического лечения повреждений дискоидного мениска I-II типа по Watanabe у детей, в том числе для лечения паракапсулярных разрывов.

## **Научная новизна**

Впервые разработаны показания к хирургическому восстановлению менисков у детей на основании артроскопической картины.

Оценена диагностическая ценность МРТ в отношении выявления повреждений менисков в различных отделах латерального и медиального менисков.

Определены особенности выбора методики восстановления мениска в зависимости от локализации и протяженности разрыва мениска.

Определены морфологические особенности строения дискоидных менисков у детей.

Разработаны способы хирургического лечения повреждений дискоидного мениска I-II типов по Watanabe, в том числе при расположении линии разрыва в паракапсулярной зоне.

Произведена оценка результатов лечения повреждений менисков путем анкетирования у детей с применением адаптированных педиатрических шкал.

## **Теоретическая и практическая значимость**

Выявленная диагностическая ценность МРТ по отношению к повреждениям различных отделов обоих менисков коленного сустава у детей может служить дополнительным критерием в определении тактики лечения.

Анализ функции коленного сустава после шва мениска и частичной менискэктомии не показал значимых отличий. Однако анализ жалоб после данных операций подтвердил более высокую частоту встречаемости и степень выраженности болевого синдрома в группе детей, которым была выполнена частичная менискэктомия.

Установлено, что тотальная менискэктомия всегда приводит к усилению болевого синдрома и нарушению функции коленного сустава, а также способствует быстрому развитию остеоартрита.

Выявленные морфологические особенности строения менисков коленного сустава у детей на разных сроках с момента травмы подтверждают наличие



длительно существующего высокого регенераторного потенциала ткани мениска ребенка вне зависимости от сроков повреждения. Совпадение результатов оценки макроскопической картины с данными морфологических исследований подтверждает достоверность и практичность применения метода визуальной оценки мениска на предмет его жизнеспособности на основании артроскопической картины.

Разработанные и внедренные в клиническую практику способы хирургического лечения повреждений дискоидного мениска I-II типов по Watanabe, в том числе при расположении линии разрыва в паракапсулярной зоне (Патент РФ на изобретение №2751416 «Способ хирургического лечения повреждений дискоидного мениска I-II типа по Watanabe у детей»; Патент РФ на изобретение №2741704 «Способ хирургического лечения паракапсулярных разрывов дискоидного мениска I-II типа по Watanabe у детей»), позволили сохранить, а в некоторых случаях – улучшить функцию коленного сустава после хирургического лечения повреждений дискоидного мениска.

### **Методология и методы исследования**

При выполнении работы был осуществлён тщательный анализ современных научных литературных данных по вопросу хирургического лечения повреждений менисков коленного сустава у детей. Методология исследования включала сравнительный анализ применения менискэктомии, шва мениска и саусеризации в сочетании со швом мениска под артроскопическим контролем. Исследование выполнено с соблюдением принципов доказательной медицины. Дизайн работы представлен в виде открытого одноцентрового двунаправленного (ретроспективного и проспективного) исследования результатов лечения пациентов, которым проводилось различное хирургическое лечение и сравнение результатов между собой. Первую группу составили 88 пациентов, которым был выполнен артроскопический шов мениска. В группу сравнения было включено 32 ребенка, которым проводилась менискэктомия. Третью группу представили 10 пациентов с дискоидными менисками после саусеризации и шва мениска.

Использовались клинические, инструментальные, лабораторные и статистические методы исследования. В отдалённом послеоперационном периоде пациенты проходили анкетирование по шкалам KOOS-Child и Pedi-IKDC. Количественные данные с распределением, отличным от нормального, и порядковые данные сравнивались с помощью критерия Краскела-Уоллеса для независимых выборок и критерия Фридмана для связанных выборок. Качественные данные сравнивались с использованием таблиц сопряженности, критерия хи-квадрат с поправкой Йейтса на непрерывность и точного критерия Фишера, а также критерия Макнемара и критерия Кохрана.

### **Основные положения, выносимые на защиту**

1. Определение показаний для выполнения шва мениска у детей позволяет уменьшить частоту менискэктомий, ухудшающих качество жизни пациентов по причине развития явлений остеоартрита.

2. Выбор вида шва мениска определяется в зависимости от локализации и величины разрыва мениска у детей.

3. Наличие большего количества сосудов в ткани дискоидного мениска на всем протяжении обеспечивает большую вероятность сращения дискоидного мениска, чем обычного мениска.

4. У детей шов мениска в долгосрочной перспективе имеет ряд преимуществ перед менискэктомией, поэтому его следует рассматривать как предпочтительный метод лечения при травмах менисков коленного сустава у детей

### **Степень достоверности результатов**

Достаточный объем выборки, применение современных методов диагностики и лечения, длительный период наблюдения (от 1 до 5 лет) и получение статистически значимых результатов после проведенного анализа позволяют судить о достоверности полученных результатов.

## **Апробация работы**

Диссертационная работа выполнена на базе ГБУЗ Морозовская ДГКБ ДЗМ. Материалы и основные положения исследования доложены и обсуждены на IV Всероссийском конгрессе по травматологии с международным участием «Медицинская помощь при травмах: новое в организации и технологиях» (г. Санкт-Петербург, 15-16 февраля 2019г.); Ежегодной научно-практической конференции «Современные концепции лечения и реабилитации детей с заболеваниями в травмах опорно-двигательного аппарата. Детская артроскопия» (г. Нижний Новгород, 23 мая 2019г.); Ежегодной научно-практической конференции по актуальным вопросам травматологии и ортопедии детского возраста «Турнеровские чтения» (г. Санкт-Петербург, 03-04 октября 2019г.); конференции «Дегенеративные заболевания и травматические повреждения коленного сустава. Гонартроз с болевым синдромом. Взаимодействие поликлинического и стационарного звена. Актуальные вопросы консервативного, оперативного лечения и медицинской реабилитации» (г. Москва, 15 октября 2019г.); XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Цивьяновские чтения» (г. Новосибирск, 29 ноября 2019г.); IV Международной образовательной школе Артромастер (г. Казань, 21 августа 2020г.); Ежегодной научно-практической конференции по актуальным вопросам травматологии и ортопедии детского возраста «Турнеровские чтения» (г. Санкт-Петербург, 08-09 октября 2020г.); VI образовательной форуме детских хирургов России с международным участием (г. Москва, 30-31 октября 2020г.); IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Неотложная детская хирургия и травматология» (г. Москва, 18-20 февраля 2021г.); VI Всероссийском конгрессе по травматологии с международным участием «Медицинская помощь при травмах: новое в организации и технологиях. Роль национальной общественной организации травматологов в системе здравоохранения РФ» (г. Санкт-Петербург, 26-27 февраля 2021г.); Образовательном симпозиуме «European Pediatric Orthopedic Society (EPOS) в

Кургане» (г. Курган, 12-13 июня 2021г.); 41st SICOT Orthopaedic World Congress Hungary (Венгрия, Будапешт, 15-18 сентября 2021г.)

### **Внедрение результатов работы**

Основные положения проведенной работы внедрены в практику отделения травматологии и ортопедии ГБУЗ Морозовская ДГКБ ДЗМ и отделения травматологии и ортопедии ФГБУЗ ЦДКБ ФМБА ДГКБ №38.

### **Публикации результатов исследования**

По теме исследования опубликовано 11 научных работ. Из них 7 статьей опубликовано в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ, среди которых 2 статьи опубликовано в журналах, индексируемых в SCOPUS. По материалам диссертации получено 2 Патента РФ на изобретения по методике наложения шва при восстановлении целостности дискоидного мениска: «Способ хирургического лечения повреждений дискоидного мениска I-II типа по Watanabe у детей» (RU №2751416); «Способ хирургического лечения паракапсулярных разрывов дискоидного мениска I-II типа по Watanabe у детей» (RU №2741704).

### **Личный вклад автора**

Все данные в работе получены при непосредственном участии автора на этапе постановки целей и задач, сборе первичных данных и их обработке, оценки проведенных исследований и выполнении оперативных вмешательств, также статистической обработке, анализе и обобщения полученных результатов, на основании которых были опубликованы научные работы и сформулирована рукопись.

### **Объем и структура диссертации**

Работа изложена на 151 странице печатного текста и состоит из 4 глав, выводов, практических рекомендаций и списка литературы из 148 публикаций, который включает 29 отечественных и 119 зарубежных источников; иллюстрирована 17 таблицами, 59 рисунками и 21 диаграммой.

## Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Травма мениска у детей по данным разных авторов варьирует от 4,6 % до 85% всей патологии коленного сустава [6, 7, 11, 24, 44]. Изолированные травматические изменения мениска чаще встречаются в педиатрической популяции, чем у взрослых пациентов, для которых более характерно наличие повреждений нескольких внутрисуставных структур, включая мениск [90]. По данным Богатова В. Б. изолированные разрывы мениска у детей встречаются в 35,3% случаев всех внутрисуставных повреждений коленного сустава [3]. Разрывы мениска могут комбинироваться с повреждениями других структур коленного сустава: разрывы медиального мениска в сочетании с повреждением гиалинового хряща встречаются в 42,6%, с повреждением передней крестообразной связки – в 24%, с гипертрофированной или хрящевидной медиопателлярной складкой – в 16%, а травма латерального мениска – в 31,1%, 28,3% и 14,6% соответственно [1]. Повреждения менисков могут возникать в условиях хронической нестабильности коленного сустава на фоне повреждения ПКС. У пациентов до 17 лет такие травмы встречаются в 2 раза чаще, чем у более старших пациентов [63, 114, 123].

У детей особенно актуальна такая патология как дискоидный мениск - аномалия, при которой мениск увеличен в размерах и имеет форму утолщенного диска [127, 132]. Частота встречаемости дискоидного мениска варьирует от 0,4 до 17% для латерального и 0,06–0,3% для медиального менисков [141, 145]. Данная патология может протекать бессимптомно (без каких-либо жалоб и клинической картины), что не позволяет оценить истинную частоту встречаемости дискоидного мениска в популяции [130]. Частота повреждений дискоидного мениска выше, чем травмы менисков обычной формы и структуры, что связано с особенностями строения аномального мениска дискоидной формы.

У девочек травмы менисков встречаются чаще, чем у мальчиков [9]. Латеральный мениск повреждается чаще при острой травме и нередко сопровождается разрыв ПКС и МКС [86, 123, 142]. Разрывы медиального мениска чаще хронические и дегенеративные.

## 1.1 Особенности анатомии мениска коленного сустава у детей

Мениски – это фиброзно-хрящевые образования в форме полумесяца, имеющие клиновидное сечение и расположенные между бедренной и большеберцовой костями [42, 62, 94, 104, 121]. Каждый мениск разделен на 3 отдела, передний рог, тело и задний рог [42, 104, 121].

Мениск представляет собой фиброзно-хрящевую ткань, состоящую из коллагена, с вставленными клетками [129, 147]. Эти клетки являются фиброхондроцитами, либо смесью фибробластов и хондроцитов [37, 62, 120, 121, 135]. В структуре менисков преобладает коллаген I типа (составляет примерно 90% от общего коллагена), остальные 10% - коллаген типов II, III, V и VI [37, 61, 121, 129]. Протеогликаны, расположенные между коллагеновыми волокнами, придают менискам способность выдерживать большие сжимающие нагрузки [37, 61, 121, 129]. Вязкоупругие свойства менисков позволяют рассеивать сжимающие нагрузки вдоль периферических волокон, тем самым уменьшая ударные силы на суставной хрящ [94, 137, 147].

Медиальный мениск фиксирован к суставной капсуле крепче, чем латеральный мениск. Также медиальный мениск прикреплен к медиальной коллатеральной связке [63, 68, 114, 130]. Такая фиксация делает медиальный мениск менее подвижным и более подверженным разрыву [63, 121]. Передний рог медиального мениска прикрепляется к плато большеберцовой кости перед переходом передней крестообразной связки. Задний рог прикрепляется к плато большеберцовой кости впереди ЗКС. Мениско-большеберцовая связка, также известная как коронарная связка, и мениско-бедренная связка являются продолжением глубоких волокон медиальной коллатеральной связки, которые прикрепляют медиальный мениск к медиальному плато большеберцовой кости и медиальному мыщелку бедра соответственно [63, 133].

Латеральный мениск имеет менее ограничивающие прикрепления, что обеспечивает большую его подвижность [114]. Передний рог латерального мениска прикрепляется к плато большеберцовой кости и имеет волокна ПКС, которые входят в него в месте переднего прикрепления (корня) [133]. В отличие от

медиального мениска, латеральный мениск не прикреплен к боковой коллатеральной связке [63, 130]. Задний рог латерального мениска стабилизируется передненижним, задневерхним и задненижним подколенно-менисковыми пучками. Передний нижний пучок сливается с подколенно-фибулярной связкой и прикрепляется к шиловидному отростку малоберцовой кости, а задний верхний пучок прикрепляется к задней капсуле сустава. Задний нижний подколенный пучок начинается от нижнего края заднего рога и прикрепляется к медиальному апоневрозу подколенной мышцы [63].

У 66–93% пациентов присутствуют две другие дополнительные задние мениско-бедренные связки. Это переменная присутствующая передняя связка Хамфри (Humphrey) и задняя мениско-бедренная связка Врисберга (Wrisberg), которые проходят кпереди и кзади от ПКС, соответственно [8, 37, 63]. Кроме того, мениски соединяются спереди межменисковой связкой – поперечной связкой колена [63, 72, 121]. Эти мениско-бедренные и межменисковые связки на МРТ могут ошибочно быть приняты за разрывы мениска [25, 63, 72]. При дискоидном мениске III типа связка Wrisberg является единственной стабилизирующей мениск структурой в заднем отделе.

Медиальная, латеральная и средняя коленчатые артерии (являются ветвями подколенной артерии) обеспечивают основную васкуляризацию мениска [130]. Предменисковая капиллярная сеть, возникающая из ветвей этих артерий, берет свое начало в синовиальной и капсулярной тканях по периферии мениска [37, 50, 62, 75]. Периферические 10–30% мениска относительно хорошо васкуляризованы, что дает перспективы для восстановления мениска. Оставшаяся часть мениска (от 65% до 75%) имеет малое количество сосудов [135] и получает питание от синовиальной жидкости посредством диффузии или как результат механического движения [9, 37, 50, 54, 61]. Система микроканалов в менисках, описанная Bird и Sweet, также играет роль в транспортировке питательных веществ [37].

Иннервация коленного сустава осуществляется задней суставной ветвью большеберцового нерва, терминальной частью запирательного нерва и терминальными ветвями бедренного нерва. Латеральная часть капсулы

иннервируется возвратной малоберцовой ветвью общего малоберцового нерва [37, 61]. Эти нервные волокна проникают в капсулу и следуют за кровоснабжением сосудов. Поэтому периферическая часть менисков, передние и задние рога – это те участки, где сосредоточена большая часть нервных волокон. Такая концентрация сенсорных рецепторов в рогах мениска обеспечивает проприоцептивную функцию мениска [37, 62].

Мениски смягчают ударные нагрузки в суставе и защищают гиалиновый хрящ от травматического воздействия, обеспечивают конгруэнтность суставных поверхностей бедренной и большеберцовых костей, выполняют функции распределения осевой нагрузки, а также играют важную роль в обеспечении стабильности коленного сустава [9, 12, 14, 32, 42, 52, 61, 121]. Хотя мениски представляют собой отдельные структуры, они действуют как функциональное продолжение большеберцового плато, увеличивая относительную глубину суставной поверхности большеберцовой кости [37, 94]. Осевая нагрузка на коленный сустав передается на мениски в виде радиального воздействия, которому противодействуют волокна мениска, создавая круговое напряжения, передающееся на корни менисков [100, 133, 143].

Существуют возрастные особенности гистологического строения менисков. Микрососуды у детей достигают внутренней трети мениска [22]. По данным других авторов микрососуды в ткани мениска достигают его средней трети вплоть до 18 лет [4]. Также у детей имеются образования, через которые питательные вещества из синовиальной жидкости доставляются в толщу мениска. В некоторых источниках данные образования называют «питательными каналами». Даже при лоскутных типах разрыва мениска у детей периферический фрагмент сохраняет свою жизнеспособность после 3 месяцев с момента травмы благодаря «питательным каналам», которые обеспечивают автономное питание поврежденному сегменту мениска [4, 22].

Клеточный состав менисков у детей имеет значимые количественные и качественные отличия по сравнению со взрослыми. У детей больше клеточных элементов (палочкоядерные клетки, хондроциты) и микрососудов [137], что влияет



на вероятность регенерации мениска. Мениски имеют большой клеточный состав в области переднего и заднего рогов. У детей, в отличие от взрослых, миграция клеточных элементов из периферических отделов мениска к зоне разрыва отмечается в первые 3 месяца с момента травмы. Это определяет высокий регенераторный потенциал [4].

Жизнеспособность оторванного фрагмента определяется не только по сохранению клеточных элементов и наличию микрососудов, но и по организации коллагена [20]. Так однонаправленная ориентация коллагеновых волокон прогностически даёт большую вероятность на сращение, чем «извитая» структура.

В заживлении менисков есть несколько гистологических особенностей: в зоне восстанавливающего разрыва отсутствует коллагеновая ткань, то есть в данной области не образуется фибриновый сгусток, в который впоследствии мигрируют фибробласты, образующие коллаген. Связано это с фибринолитическими свойствами синовиальной жидкости. Зато для менисков характерна более длительная, чем в экстраартикулярных тканях, фаза пролиферации, во время которой происходит интенсивная миграция клеточных элементов в зону дефекта [4].

## **1.2 Классификация повреждений**

Классификация в лечении любого заболевания играет важную роль, т. к. она позволяет единообразно описывать основные критерии патологии и, как следствие, определить тактику лечения того или иного вида повреждения мениска [16]. Существует большое количество различных классификаций разрывов мениска, учитывающих локализацию повреждения, его вид относительно направления волокон мениска, кровоснабжения поврежденной зоны. Так же существуют более узкие классификации, описывающие разрывы определенных анатомических сегментов менисков и функционально значимых зон.

**Классификация по направлению линии разрыва.** Повреждения мениска чаще всего разделяют на вертикальный, горизонтальный и комбинированный (рис.1 [140]).

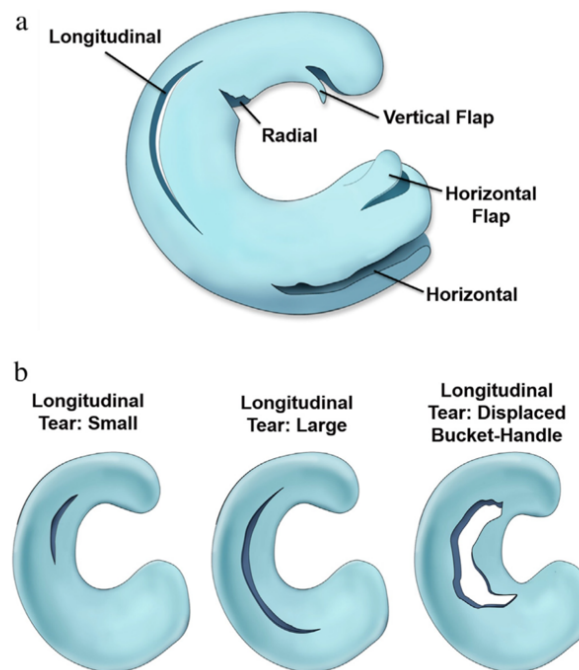


Рисунок 1. Классификация по направлению линии разрыва [140].

Вертикальные разрывы могут быть продольными или радиальными [140, 143]. Протяженные продольные разрывы носят название разрывов по типу «ручки лейки» [33, 104, 121]. Горизонтальные разрывы могут быть представлены полным расщеплением края мениска на 2 слоя, или частичным разделением, что приводит к повреждению, известному как «разрыв откидной створки» [46, 78, 88, 140].

Комбинация продольного разрыва с переходом в радиальный разрыв носит название разрыва по типу «клюва попугая» [33, 84, 88, 121]. Сложные разрывы имеют вертикальную и горизонтальную составляющие и часто связаны с дегенеративными процессами. В педиатрической практике такие изменения могут возникать при сопутствующей системной патологии (гемофилия, ревматоидный артрит, сахарный диабет и др.).

Самым неблагоприятным с точки зрения восстановления является радиальный разрыв. Такое повреждение затрагивает бессосудистую зону мениска, что ухудшает условия регенерации, а также приводит к уменьшению сопротивления кольцевым нагрузкам на мениск [86, 93, 108, 134].

**Классификация по зонам кровоснабжения.** Расположение разрывов мениска с учетом зоны васкуляризации является ключом к выбору успешного вида

лечения. Мениск представляет собой относительно бессосудистую структуру с ограниченным периферическим кровоснабжением [137].

Разрыв мениска может затрагивать зону 1 (красно-красная), которая включает 0–3 мм от менискосиновиального перехода. Зона 2 (красно-белая) находится на расстоянии 3–5 мм от периферии. Зона 3 (бело-белая) расположена далее 5 мм от менискосиновиального перехода [35, 60, 84, 137] (Рис.2 [16]).

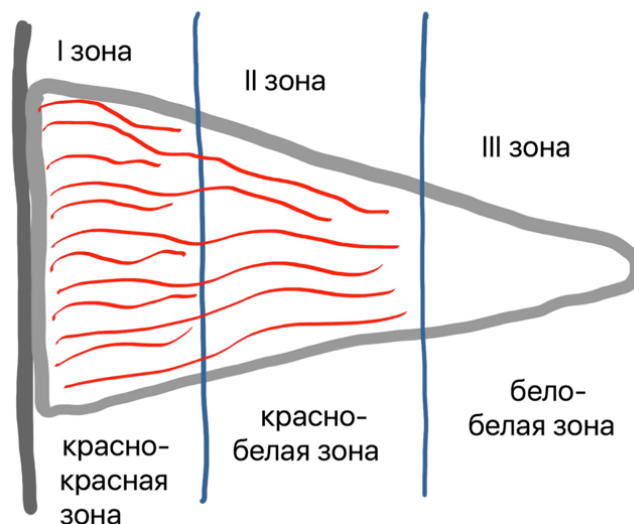


Рисунок 2. Зоны кровоснабжения мениска [16].

Такое разделение по зонам связано с особенностями васкуляризации мениска: чем ближе к капсуле находится зона, тем лучше она кровоснабжается [16]. Таким образом вероятность заживления мениска высока в васкуляризованной красно-красной зоне и крайне низкая в бессосудистой бело-белой зоне [46].

В связи с данными особенностями шов мениска в 1 зоне является более перспективным для восстановления, чем шов в 3 зоне [60]. Это необходимо учитывать при решении вопроса о целесообразности выполнении реконструктивного вмешательства.

**Классификация повреждений рампы мениска.** У медиального мениска выделяют рампу – это зона периферического прикрепления заднего рога медиального мениска с заднемедиальной мениско-большеберцовой связкой (область менискокапсулярного соединения) [47, 102, 131]. Повреждения данной области не всегда визуализируются на МРТ [55] и практически незаметны из

привычных артроскопических передних портов и наиболее доступны визуализации из заднемедиального или транссептального портов [47, 49, 102, 131, 136].

Существует классификация медиальных менискокапсулярных разрывов, включающая 5 типов [131, 136]. Первый тип представлен поражениями, которые являются самыми периферическими и расположены в синовиальной оболочке. Подвижность при пальпации таких повреждений очень незначительная. При 2 типе отмечается частичное повреждение проксимальной части мениска (бедренная сторона). Такие разрывы являются стабильными и сложными в диагностике - при пальпации так же отмечается малая подвижность мениска. Тип 3 - частичное повреждение дистальной части мениска (большеберцовая сторона). Данные разрывы называются так же скрытыми: артроскопически они не видны даже при дополнительном доступе, однако при пальпации отмечается значительная подвижность поврежденной части мениска. При 4 типе отмечается полный разрыв в красно-красной зоне, что сопровождается выраженной мобильностью мениска при пальпации. 5 тип разрыва рампы мениска подразумевает наличие двух линий разрыва в одной плоскости. Выявление первых трех типов разрыва рампы мениска позволяет выполнить своевременное хирургическое лечение и таким образом предотвратить увеличение размера повреждения, вплоть до разрыва по типу «ручки-лейки». Так же определение типа разрыва рампы мениска необходимо для определения направления и локализации накладываемых швов.

**Классификация повреждений корня мениска.** Не менее важным образованием является корень мениска. Данная структура выполняет в основном опорную функцию и участвует в распределении осевых сжимающих нагрузок по плато большеберцовой кости [42, 81]. Биомеханические исследования показали, что профиль нагрузки в коленном суставе нарушается при разрыве корня из-за «выдавливания» мениска, вследствие чего повышается давление на большеберцовую кость [58, 83]. Allaire и соавторы выявили, что разрыв заднего корня медиального мениска соразмерим с тотальной менискэктомией медиального мениска с точки зрения пиковых тибioфemorальных контактных давлений [67, 81, 87, 142].

Полный разрыв заднего корня медиального мениска у взрослых возникает на фоне дегенеративных изменений. Частота данной патологии составляет 9,1–27,8% случаев [58, 107]. У детей полный разрыв заднего корня медиального мениска встречается всего в 2% случаев. Это связано с тем, что у детей намного реже имеются дегенеративные изменения в менисках [142]. Диагностируется данная травма, в основном, артроскопически. Существует классификация LaPrade (2015), описывающая разрывы заднего корня медиального мениска на основании артроскопической картины. Тип 1 (7%) - частичный и стабильный разрыв корня мениска; тип 2 (68%) - полный радиальный разрыв в пределах 9 мм от точки прикрепления мениска. Разрыв типа 2 можно подразделить на три подтипа: 2a (38%) – повреждение, располагающееся в пределах от 0 до <3 мм от точки фиксации корня мениска, 2b (17%) - от 3 до <6 мм и 2c (12%) - от 6 до 9 мм. Тип 3 (6%) представляет собой разрыв в виде «ручки лейки» с переходом на задний рог мениска и полным отрывом корня. Тип 4 (10%) представляет собой сложный косой или продольный разрыв с полным отрывом корня, а тип 5 – это отрыв корня с фрагментом большеберцовой кости [70, 82, 84, 107].

Forkel и Petersen (2012) описали классификацию повреждений заднего рога латерального мениска, согласно которой поражения можно разделить на 3 вида. Тип 1 - отрыв корня в месте прикрепления на плато большеберцовой кости с неповрежденной мениско-бедренной связкой. Тип 2 - радиальный разрыв заднего рога с неповрежденной мениско-бедренной связкой. Тип 3 – полный отрыв заднего рога латерального мениска с разрывом мениско-бедренной связки [82, 97].

Определение типа разрыва имеет значение для выбора вида хирургического лечения: выполнение стандартного шва мениска, стабилизации корня мениска *in situ* или реконструкции мениска за счет рефиксации костного фрагмента.

**Классификация дискоидного мениска.** Латеральный дискоидный мениск встречается чаще, чем медиальный [63, 113]. В 10–20% случаев процесс носит двусторонний характер [8, 63, 145].

Наиболее часто применяется классификация Watanabe, которая описывает 3 варианта дискоидного мениска [8, 63, 113, 127, 132]. Тип I - полный дискоидный

мениск. Он полностью покрывает поверхность тиббиального плато и при этом отсутствует патологическая подвижность мениска. Тип II – это частичный дискоидный мениск или неполный тип. Мениск имеет тонкую структуру и покрывает менее 80% поверхности тиббиального плато. Дискоидный мениск III типа так же называют тип Wrisberg Ligament. Данный вариант аномалии мениска описан только для латерального мениска, характеризуется отсутствием фиксации к задней поверхности тиббиального плато [63]. Единственным стабилизатором заднего отдела дискоидного мениска III типа является менискофemorальная связка Wrisberg [127]. Модифицированная классификация Watanabe включает кольцевидный мениск с соединением между корнями [104, 118, 145].

Хирургическое вмешательство показано при симптоматических дискоидных менисках, то есть при наличии жалоб и клинической картины в виде болевого синдрома, щелчков и рецидивирующих или постоянных блоков коленного сустава [57, 141]. Появление таких жалоб и клиники указывают на возникновение разрыва утолщенной аномальной ткани мениска.

Дискоидный мениск III типа по классификации Watanabe всегда требует хирургического лечения, так как отсутствие фиксации к задней поверхности тиббиального плато является причиной его нестабильности и, как следствие, возникновения выраженных и быстро прогрессирующих дегенеративных изменений.

**Классификация повреждений мениска по Stoller.** Популярная классификация по Stoller, основанная на МР-картине, теряет свою актуальность и информативность, т. к. не описывает в полной мере все необходимые для определения тактики лечения аспекты и не учитывает МР-особенности строения коленного сустава у детей [16]. Согласно классификации Stoller I степень характеризуется наличием неравномерного интраменискового сигнала повышенной плотности, II степень – наличием линейного интраменискового сигнала повышенной интенсивности, не выходящего на поверхность мениска, а III степень повреждения отличается наличием очаговых и линейных сигналов повышенной интенсивности, которые выходят на поверхность мениска [10, 11]. II

степень подразделяется на: Па (линейный аномально высокий сигнал без распространения на суставную поверхность), Пб (аномально высокий сигнал достигает суставной поверхности на одном изображении) и Пс (шаровидный клиновидный аномальный сигнал высокой интенсивности без распространения на суставную поверхность) [33]. III степень так же подразделяется на 2 подтипа: IIIa (линия разрыва выходит на одну суставную поверхность) и IIIb (линия разрыва выходит и на верхнюю, и на нижнюю поверхности мениска) [35]. Таким образом любое интраструктурное повышение сигнала расценивается как патология и на основании этого выделяется четыре степени изменения ткани мениска, где нулевая степень – это нормальный здоровый мениск, первая и вторая степени относят к дегенеративным изменениям, а III степень соответствует разрыву [15]. Однако данная классификация не описывает ни локализацию, ни характер разрыва, его протяженность и перспективы к восстановлению, что не позволяет расценивать её как практически значимую.

Так же стоит заметить, что некоторые анатомические структуры, такие как передняя межменисковая, косая мениско-менисковая, мениско-бедренные связки, сухожилие подколенной мышцы и дистальный отдел передней крестообразной связки имеют некоторые особенности графической МР-интерпретации, сходные с разрывом мениска III степени по классификации Stoller. Данные образования на МРТ могут выглядеть как повышение внутрименискового и околоменискового сигнала, что согласно классификации Stoller расценивается как разрыв мениска. При этом на самом деле вышеописанные структуры являются анатомическими элементами коленного сустава, а не патологией [25].

Таким образом, классификация – ключ к успешному лечению. Она помогает определить объем и вид хирургического вмешательства в зависимости от типа повреждения мениска.

### **1.3 Клиническая картина повреждений менисков**

Клиническая картина разрыва мениска у детей зачастую бывает более стертой, чем у взрослых пациентов, что увеличивает вероятность поздней диагностики [9,

11]. В анамнезе важно обратить внимание на механизм травмы: для повреждений менисков наиболее характерно возникновение жалоб после резкого скручивания на ноге или приседания. Сочетание торсионной и осевой нагрузки является наиболее частой причиной разрыва мениска [119]. В момент травмы отмечается острая боль, после которой появляется хромота, припухлость в области сустава и ограничение движений. По стихании острого периода пациенты могут жаловаться на хруст, щелчки, боль при спуске по лестнице, изменении направления движения во время ходьбы, а также о боли, возникающей в положении максимального сгибания в коленном суставе [57, 119]. При длительно существующем повреждении мениска могут отмечаться проявления синовита: положительный симптом «баллотирования надколенника». Так же во время клинического обследования важно проводить тесты, позволяющие оценить стабильность коленного сустава. Наиболее характерным проявлением повреждения мениска является блок сустава, возникающем в результате ущемления части мениска между суставными поверхностями бедренной и большеберцовой костей [9, 57, 114]. Наиболее часто блок коленного сустава отмечается при разрывах по типу «ручки лейки» [11] и разрывах дискоидного мениска. Так же может определяться боль при пальпации по ходу суставной щели, в основном между боковой связкой коленного сустава и краем собственной связки надколенника с соответствующей повреждению стороне [9, 111]. Пальпаторно может определяться экструзия мениска при разрывах корня медиального мениска и при дискоидных менисках [70]. Описано множество тестов для выявления симптомов разрыва мениска, таких как тест на гиперфлексию и гиперэкстензию, тесты McMurray, Apley, Thessaly, Böhler, Krömer, Payr, Steinmann I и Steinmann II, Bragard, Anderson, Pässler, Fouche, Ege, Finochietto и другие [57, 119].

Первые проявления симптоматического дискоидного мениска могут появляться в возрасте 5–14 лет [8]. Клиническая картина начинается с возникновения периодических болей в области коленного сустава, щелчков и ощущения «чего-то лишнего» внутри сустава, ограничение разгибания [113, 127, 130, 145, 148]. При протяженном повреждении дискоидного мениска I и II типов



может возникать стойкий блок коленного сустава [89]. Дискоидный мениск иногда настолько больших размеров, что его можно пальпировать в положении максимального сгибания в коленном суставе [8]. Дискоидный мениск типа Wrisberg Ligament может быть настолько нестабильным, что его движение внутри сустава может быть заметно визуально при сгибании и разгибании коленного сустава. Пациенты с дискоидными медиальными менисками часто не имеют классических признаков дискоидного мениска [92, 118, 127].

#### **1.4 Инструментальная диагностика повреждений менисков**

Ультразвуковой метод исследования менисков является информативным в неостром периоде травмы, а также является альтернативным вариантом в ситуациях, когда невозможно выполнить МРТ [144]. Результаты ультразвуковой диагностики совпадают с данными артроскопии в 20–75% случаев [24, 114]. При наличии гемартроза диагностическая ценность данного метода сильно уменьшается. УЗИ может использоваться в диагностике дискоидного мениска: отсутствие нормальной треугольной формы, наличие аномально удлиненного и толстого мениска и неоднородного центрального рисунка [144]. Диагностические ошибки при ультразвуковой диагностике патологии латерального мениска связаны с прохождением в данной области сухожилия подколенной мышцы, изображение которого может ложно расцениваться как повреждение мениска [6]. Так же ультразвуковой метод диагностики позволяет у детей с клиническими проявлениями остеоартрита выявить признаки склероза кортикального слоя костей, истончение гиалинового хряща и менисков по сравнению с возрастной нормой [26]. Такая выявленная информация о состоянии коленного сустава может являться важным дополнением к классическому рентгенологическому методу выявления и оценки степени выраженности гонартроза.

Рентгенологический метод обследования не позволяет выявить повреждения менисков в связи с тем, что данная структура является рентген-негативной. Результативность классического рентгенологического исследования в диагностике травматических изменений коленного сустава составляет 7% [10]. Однако

рентгенография позволяет выявить начальные признаки гонартроза: сужение суставной щели, субхондральный склероз, деформация, остеофиты [26]. Для более достоверной оценки рентгенологической картины рекомендуется выполнение рентгенограмм в проекции Розенберга: с опорой на ноги в положении сгибания под углом  $45^\circ$  [76, 106]. Рентгенография является важным методом диагностики не только в пред, но и в послеоперационном периоде: в многоцентровом исследовании Французского общества артроскопии распространенность сужения линии сустава после менискэктомии составляла 22% в медиальном отделе и 40% в латеральном отделе при среднем сроке наблюдения 13 лет [39]. Для оценки тяжести остеоартрита коленного сустава применяется классификация Kellgren-Lawrence [30, 76]. В 1984 Т.Т. Fairbanks впервые описал рентгенологические изменения сустава после менискэктомии [14]. Согласно наблюдениям Богатова В.Б. и др. рентгенологические проявления остеоартрита у подростков выглядят более выражено, чем клинические данные и жалобы самого больного [3]. Так же рентгенография имеет ценность в диагностике дискоидного мениска: при этой патологии определяется расширение суставной щели в соответствующем компартменте сустава, прямоугольная форма латерального мыщелка бедренной кости и уплощение плато большеберцовой кости с явлениями склероза [113, 145].

Магнитно-резонансная томография (МРТ) обладает высокой диагностической эффективностью оценки повреждений внутрисуставных структур [33, 110]. В норме мениск выглядит в форме треугольника, который виден на поперечных сагиттальных и коронарных срезах [104, 140]. Сагиттальные изображения через тело и корональные изображения через передние и задние рога имеют вид галстука-бабочки [45, 104]. На МРТ повреждения менисков визуализируются в виде линейных горизонтальных и вертикальных сигналов, изменение формы мениска, дислокация его части и наличие жидкости в суставе [11]. Преимуществом МР-диагностики является возможность выявления повреждений, не достигающих суставной поверхности мениска: дегенеративных изменений [33], которые не нуждаются в хирургическом лечении. Разрыв мениска, требующий хирургического лечения, представляет собой аномальный сигнал,

который выходит на границы мениска: разрыв виден как минимум на 2 последовательных срезах или на 2 изображениях, полученных в разных плоскостях («правило двух касаний») [86].

Некоторые анатомические структуры, такие как передняя межменисковая (поперечная связка колена), косая мениско-менисковая, мениско-бедренные связки, сухожилие подколенной мышцы и дистальный отдел передней крестообразной связки могут выглядеть как повышение внутрименискового и околоменискового сигнала, что ложно может расцениваться как разрыв мениска и приводить к грубым диагностическим ошибкам [25, 72, 104, 121, 126]. Так же затруднять МР-диагностику разрыва латерального мениска может наличие повреждения ПКС, что связано с анатомией этих структур (тесная связь с мениско-бедренной связкой) и возможными артефактами [110, 123].

Менискофemorальная связка может делиться на 2 пучка: связка Humphrey и связка Wrisberg, один из которых проходит спереди, а другой – сзади ЗКС [110, 121, 126]. Эти связи следует отличать от смещенных фрагментов менисков [8, 104].

Признаком разрыва по типу «ручки лейки» является симптом «двойной задней крестообразной связки», когда в результате разрыва мениск смещается в межмышцелковую ямку бедренной кости и прилежит к задней крестообразной связке [13, 84, 88, 140]. Ещё одним характерным для повреждения мениска по типу «ручки-лейки» МР-признаком является симптом «двойного заднего рога» [88]. Meniscal flounce представляет собой свободный край мениска, имеющий волнистый ход, и является вариантом нормы [25, 104].

Дискоидный мениск диагностируется, когда размер тела мениска на среднем корональном изображении составляет 15 мм и более, или когда имеется три или более изгибов мениска [104]. При наличии клинической картины симптоматического дискоидного мениска более 6 месяцев на МРТ можно выявить признаки хондромаляции [113].

Экструзия мениска является одним из МР-критериев повреждения заднего рога. Экструзия определяется как смещение тела мениска более чем на 3 мм за край большеберцового плато [42, 45, 51, 70]. Важно помнить, что экструзия также

встречается при радиальных разрывах в других частях мениска, сложных разрывах и выраженном ОА [45, 51]. МР-признаком повреждения корня мениска так же является скопление жидкости в области корня мениска и отсутствие идентифицируемого мениска на сагиттальном срезе, известное как «симптом призрака» [70].

Косвенным признаком разрыва мениска является наличие параменисковой кисты [121, 140]. МРТ имеет низкую диагностическую чувствительность по отношению к повреждениям рампы мениска [49].

Объективная оценка сращения мениска в послеоперационном периоде затруднена, так как МР-сигналы, похожие на разрыв, могут сохраняться в течение нескольких лет после операции [111]. На МРТ дифференцировать «функциональную рубцовую ткань» от несросшегося разрыва зачастую невозможно даже 3-Т МРТ [66]. Для этого может применяться МРТ-артрография, которая используется для выявления повторных разрывов ранее восстановленного мениска, т. к. позволяет дифференцировать рубцовую ткань от повторной повреждения [53, 111, 114]. Процесс заживления по данным МРТ-артрографии и КТ-артрографии можно классифицировать по критериям Хеннинга в зависимости от заживления толщины мениска. Мениск считается зажившим, если он заживает на всю толщину разрыва; не полностью зажившим, если он зажил не менее чем на 50% толщины разрыва; несращение мениска определялся как заживление менее 50% толщины в любой точке по длине линии разрыва [111, 115, 125]. Группа авторов, используя либо повторную артроскопию, либо КТ-артрографию, обнаружила, что 66% этих неудачных восстановлений были клинически бессимптомными [66].

В отличие от взрослых, у детей и подростков существуют трудности в верификации полученных данных, что связано с возрастными особенностями, влияющими на формирование изображения. Достоверность МР-картины по сравнению с результатами артроскопии составляет около 89–95,25% [6, 10, 11, 13]. У детей чувствительность метода при диагностике травм мениска составляет 66–83%, специфичность 89–95,1% [6, 11, 44, 123]. Чем меньше возраст ребенка, тем

ниже информативность исследования [123]. По данным M.S. Kocher et al. (2001) диагностическая ценность МРТ коленного сустава у детей до 12 лет сопоставима с данными клинического обследования [24]. Сложности МР-диагностики в детской практике связаны с трактовкой нормы и патологии на основании существующих «взрослых» критериях интерпретации результатов исследования [7]. Ложноположительные результаты в основном касаются заднего рога менисков, т. к. данная область у детей является гипervasкуляризованной, в которой могут сохраняться внутрименисковые сосуды [44, 45, 130]. В таких ситуациях сигнал не достигает суставной поверхности мениска [45].

Артроскопия является методом окончательной верификации диагноза и позволяет одномоментно выполнить малоинвазивное лечение. В ряде публикаций данный метод диагностики называется «золотым стандартом» [6, 9, 21]. Однако и здесь имеются особенности: например, дискоидный мениск I типа покрывает всё плато большеберцовой кости и ошибочно может быть принят за суставную поверхность [8].

С учетом современных возможностей неинвазивных методов обследования в детской практике следует ограничить показания для проведения диагностической артроскопии и по возможности выполнять данную операцию исключительно с лечебной целью или после реконструкции мениска в позднем послеоперационном периоде в ситуациях, когда после неинвазивного дообследования остаются сомнения в состоятельности шва [111, 125].

### **1.5 Методы лечения повреждений менисков**

Консервативное лечение травм менисков применяется при наличии незначительных по размеру разрывов при отсутствии клинических проявлений и дегенеративные повреждения, которые не выходят на суставную поверхность мениска по данным МРТ [57, 114]. Так же консервативное лечение показано при наличии дегенеративных повреждений менисков у старшей возрастной группы взрослых пациентов. Повреждения мениска протяженностью более 1 см самостоятельно не восстанавливаются [4]. Существуют следующие хирургические

методы лечения повреждений менисков коленного сустава: менискэктомия, шов мениска (с аугментацией и без неё), трансплантация мениска и использование протезов менисков [129, 143]. При выборе тактики хирургического лечения учитывают тип разрыва мениска, зону повреждения (её кровоснабжение), протяженность разрыва, стабильность как разрыва, так и коленного сустава. У детей и пациентов молодого возраста преимущественно выполняется восстановление целостности мениска, в то время как у пациентов пожилого возраста чаще производят менискэктомию. Протяженные разрывы (более 1,5 см) требуют хирургического лечения [13]. У взрослых пациентов повреждения в белой зоне чаще подвергаются парциальной менискэктомии, в то время как повреждения в красной зоне являются показанием для выполнения шва мениска. При наличии сопутствующих повреждений других внутрисуставных структур (ПКС, хрящ) необходимо выполнять не только шов мениска, но и реконструктивные вмешательства, направленные на восстановление этих анатомических образований [13, 138, 146].

Milachowski с соавторами в 1984 году впервые выполнил трансплантацию аллогенного мениска взрослому человеку [12, 14, 106]. Данный метод может применяться у пациентов после тотальной менискэктомии с постменискэктомическим синдромом, при условии отсутствия нестабильности коленного сустава, без осевых деформаций конечности и минимальными дегенеративными изменениями коленного сустава [12]. В доступной нам литературе данных о трансплантации мениска у детей найти не удалось, т.к. одним из противопоказаний к трансплантации мениска помимо ожирения, воспалительных артритов, нарушений оси конечности более  $10^0$ , изменений хряща III-IV степени по Outerbridge и нестабильности сустава является незрелость скелета [14, 106].

### **1.5.1 Менискэктомия**

Резекция по-прежнему остается наиболее распространенным видом лечения повреждений менисков коленного сустава [23]. Ввиду быстроты и технической

простоты удаление мениска (менискэктомия) является одной из самых распространенных операций в мире [5, 38, 39, 59]. Менискэктомия может быть частичной и тотальной. Частичная менискэктомия, в сравнении с тотальной, оказывает меньшее негативное влияние на дегенерацию суставного хряща [38]. Однако, и после частичной менискэктомии ударные нагрузки на хрящ превышают норму [12]. Для пациентов взрослой возрастной группы показаниями для менискэктомии являются: множественные дегенеративные разрывы, радиальные разрывы, застарелые разрывы по типу «ручки лейки» [9].

Преимуществом артроскопической менискэктомии является отсутствие необходимости длительной иммобилизации коленного сустава, однако при большом объеме резекции рекомендуется ограничение сгибания в коленном суставе не более 90 градусов и исключение осевой нагрузки на оперированную конечность до 10-12 дней [13]. Частичная менискэктомия даёт хороший краткосрочный результат и более низкую частоту повторных операций, в отличие от вмешательств по поводу восстановления мениска. Однако в долгосрочной перспективе менискэктомия оказывает негативное влияние на суставной хрящ. В исследовании Jaureguito и соавторов по оценке долгосрочных функциональных, клинических и рентгенографических результатов после артроскопической частичной менискэктомии было сообщено о 92% хороших / отличных результатах сразу после операции и только о 62% хороших результатов через 5–8 лет после менискэктомии [38].

После частичной резекции площадь контакта между сочленяющимися поверхностями уменьшается на 12%, после тотальной менискэктомии – на 50%. Давление в зоне контакта между суставными поверхностями возрастает до 350% [9, 15, 53, 106]. По данным M.E. Varatz et al. при удалении медиального мениска площадь соприкосновения между большеберцовой и бедренной костями уменьшается на 75%, а давление в области их контакта увеличивается на 235% [14, 95, 143]. Тотальная менискэктомия латерального мениска приводит к уменьшению общей площади контакта на 45–50% и увеличению пикового контактного давления на 235–335% [106]. Ряд авторов утверждает, что наличие мениска в наружном

компарimente коленного сустава важнее по причине выпуклой формы латеральной части плато большеберцовой кости [134], в связи с чем повреждение заднего рога латерального мениска повышает контактное давление на 479% [32, 81, 100, 112]. Есть мнение, что разрывы переднего рога латерального мениска значительно увеличивают тибioфеморальное контактное давление как в медиальном, так и в латеральном отделах коленного сустава [96].

Публикации последних лет показали связь между удалением мениска и развитием остеоартрита [32, 33, 59, 107, 125, 129]. Остеоартрит – хроническое невоспалительное заболевание суставов, развивающееся в результате различных причин, приводящее к изменениям в суставном хряще и субхондральной кости, а также сопровождающееся вторичным воспалительным процессом в суставе [26, 76]. Т.Ж. Fairbanks был первым, кто обратил внимание на такую важную функцию менисков как защита хряща, и пагубные последствия менискэктомии [19]. Удаление части мениска приводит к уменьшению конгруэнтности суставных поверхностей, проявлениям нестабильности и перегрузки суставного хряща [23]. Остеоартрит является наиболее распространенной причиной инвалидности по заболеваниям опорно-двигательного аппарата в развитых странах [2, 26, 29]. Остеоартрит снижает качество жизни [5] и является основной причиной эндопротезирования коленного сустава. Описаны убедительные доказательства того, что полная или частичная менискэктомия является разрушительной процедурой для детей, так как следствием такого лечения может стать развитие раннего остеоартрита [41, 79, 80, 90, 91, 99, 109]. Чем больше удаляется ткани поврежденного мениска и чем моложе возраст пациента, тем тяжелее и раньше наступают явления остеоартроза [3, 109].

Нарушение конгруэнтности суставных поверхностей, функции распределения и поглощения стрессовых осевых нагрузок, статической и динамической стабилизации коленного сустава неизменно приводят к развитию постменискэктомического синдрома, который является предвестником гонартроза [5, 27].



В связи с этим современные тенденции в лечении патологии менисков заключаются в проведении органосохраняющих вмешательств, а именно в восстановлении структуры поврежденного сегмента путем его сшивания с применением различных методик [54].

### **1.5.2 Шов мениска**

G.R. Varret с соавторами при сроке наблюдения менее 1 года после шва мениска получил удовлетворительные результаты в 81-92% случаев. При исследовании среднесрочных результатов в течение не менее 2,5 лет хорошие результаты были получены в 83% случаев [15]. По данным литературы, посвященным отдаленным результатам восстановления мениска, частота остеоартрита колеблется от 8 до 35% [117].

При восстановлении поврежденного сегмента мениска выполняется его шов с применением различных методик и их комбинаций [15]. По результатам данных разных коллективов автором благоприятный результат в отдаленном послеоперационном периоде после менискорафии отмечается у 70-93% пациентов [12, 30, 117]. По данным литературы число повторных оперативных вмешательств по поводу несостоятельности шва мениска колеблется от 0 до 43,5% [23, 71, 116, 117]. Существуют исследования, согласно которым объем менискэктомии после неэффективности шва мениска меньше, чем при первичной резекции мениска [116]. Частота встречаемости рентгенологических дегенеративных изменений в области коленного сустава после шва мениска ниже, чем после менискэктомии [75]. Таким образом хоть хирургическое восстановление мениска характеризуется более высоким риском необходимости повторных операций по сравнению с тотальной или частичной менискэктомией, при этом шов мениска приводит к улучшению долгосрочных результатов, более высокому уровню активности в позднем послеоперационном периоде и замедляет прогрессирование остеоартрита [96, 101].

Существуют разногласия относительно показаний и противопоказаний для выполнения шва мениска. Согласно литературным данным у взрослых при

хирургическом восстановлении разрыва мениска в красной зоне в условиях стабильного коленного сустава клинически наступает несостоятельность шва в 10–25% [4, 5]. Связано это с тем, что с возрастом ткань мениска становится бедна клеточным составом и это приводит к ранней дегенерации менисков и риску несращений [4]. При этом по результатам других исследований определяются хорошие результаты после восстановления мениска даже в бессосудистой белой зоне [50, 54, 64, 75, 86].

Показаниями для шва мениска при свежих травматических разрывах у взрослых пациентов являются [5, 30]: а) полный вертикальный продольный разрыв длиной более 10 мм; б) расположение разрыва на расстоянии не далее 4 мм от капсулы сустава; в) наличие признаков нестабильности при диагностической пробе; г) отсутствие вторичных дегенеративных изменений; д) отсутствие артроскопических признаков повреждения суставного хряща выше 2 степени; е) стабильный коленный сустав; ж) активный образ жизни.

У взрослых пациентов прогностически хорошими факторами восстановления мениска являются: поражение латерального мениска (заживление происходит лучше, чем в медиальном мениске), поражение красно-красной или красно-белой зоны, небольшой размер разрыва, одномоментная реконструкция ПКС и время от травмы до операции <12 недель [85, 124]. Плохими прогностическими признаками являются: а) высокий ИМТ б) разрыв по типу «ручки лейки» в) радиальные разрывы г) сроки с момента травмы >12 недель [86, 124].

В педиатрической практике шов мениска дает более успешные результаты [79, 80]. Важное значение имеют гистологические особенности менисков у детей [69]. Наличие жизнеспособных клеток в поврежденных фрагментах менисков через несколько месяцев с момента травмы показывает уникальную способность ткани детского мениска к регенерации. Не менее уникально и такое явление: по данным гистологических исследований у детей в первые 3 месяца с момента травмы отмечается миграция клеточных элементов из периферических отделов мениска к зоне разрыва. Все это определяет высокий регенераторный потенциал. Через 3 месяца с момента травмы количественный состав клеточных элементов

уменьшается [4], однако важно отметить, что данные структуры не подвергаются полной дегенерации. Поэтому даже при лоскутных типах разрыва мениска у детей периферический фрагмент сохраняет свою жизнеспособность после 3 месяцев с момента травмы по причине наличия у детей «питательных каналов», которые обеспечивают автономное питание поврежденному сегменту мениска без сосудистого русла [4, 22]. По результатам наблюдений у детей сроки с момента травмы не влияют на эффективность шва мениска [3]. Имеются данные, что и у взрослых сроки с момента травмы не влияют на вероятность восстановления мениска после его шва [138], так же как и возраст пациента [146].

Согласно данным Y.Uchio et all при выполнении обработки зоны разрыва менисковым рашпилем в 76% случаев отмечалось восстановление структуры мениска в условиях состоятельности швов, что было подтверждено проведением повторных артроскопий на сроках от 2 до 31 месяца с момента первой операции (средний срок 21 месяц) [138]. Надежная стабилизация зоны разрыва мениска имеет крайне важное значение, так как в процессе регенерации мениска отсутствует стадия формирования мостовидного рубца. Именно поэтому разрывы мениска размером более 1 см самостоятельно не восстанавливаются.

G. Lucas et all проводили исследование, целью которого являлась оценка результатов артроскопического восстановления изолированных разрывов мениска у детей. Для этого проводилась пред и послеоперационная оценка результатов артроскопического шва мениска по шкалам Тегнера и Лисхольма. Были выявлены значительные отличия результатов анкетирования по обеим шкалам ( $P = 0.0003$ ). Клинически и по данным контрольных МРТ получены хорошие и отличные результаты у 70% пациентов [90].

Шов мениска можно выполнять открыто и артроскопически. Показанием для восстановления мениска открытым способом могут являться горизонтальные разрывы менисков у молодых взрослых пациентов [122], однако в последнее время предпочтительнее использование малоинвазивных методик.

Хороший обзор крайне важен для восстановления структуры мениска, т. к. качественная визуализация дает возможность оценить истинные размеры

повреждения и его тип, адекватно обработать зону разрыва и сшить мениск непосредственно под контролем оптики [136]. «Освежение» краев разрыва является одним из обязательных этапов восстановления мениска, особенно при несвежих повреждениях [85]. Рекомендуемое расстояние между швами 0,5-1,0 см [32, 55, 85].

При восстановлении задних отделов медиального мениска рекомендуется выполнять релиз глубокой ветви медиальной коллатеральной связки [31, 47, 85, 98, 128]. Это позволяет улучшить обзор зоны повреждения заднего рога и менискокапсулярного перехода, а также минимизировать ятрогенные повреждения суставного хряща [128]. Alabi et all так же рекомендуют выполнение релиза при восстановлении повреждений медиального мениска по типу «ручки лейки» [34]. P. Beaufils и N. Pujol советуют сначала сшивать повреждения задних отделов мениска, а затем смещаться кпереди. Исключением являются повреждения по типу «ручки лейки» [40].

Существуют различные техники шва мениска, которые отличаются способом заведения шовного материала в сустав и его фиксации. Выделяют три основных методики шва мениска: «снаружи внутрь» (outside in), «изнутри наружу» (inside out) и «все внутри» (all inside) [65, 74, 96]. При наложении шва по технологии «снаружи внутрь» прошивающая игла проходит снаружи сустава внутрь, отсюда и название методики [30]. Далее через иглу проводится шовный материал. После проведения всех фиксирующих нитей формируются лигатуры на капсуле сустава [18, 94]. Применение методики «снаружи внутрь» при реконструкции задних отделов менисков сопровождается высокой вероятностью повреждения подколенной артерии и ее ветвей, повреждение подкожного нерва и общего малоберцового нерва, глубоких вен [74, 94, 100].

«Изнутри наружу» или «Inside-Out» - техника, при которой прошивающая игла проходит из сустава наружу [18]. Для этого используются специальные канюли-направители с разной степенью изогнутости [94]. Принцип расположения швов аналогичен. По данным разных авторов положение коленного сустава при формировании узлов отличается. Так J. Chala и коллектив авторов [48] рекомендует

сгибать коленный сустав до 90° перед формированием узлов, т.к. данный прием позволяет адекватно сопоставить поврежденные элементы мениска и минимизировать вероятность повреждения чувствительных ветвей n.saphenus. В свою очередь В.Р. Waterman и В.Д. Owens нейропротективной целью советуют проводить прошивающие нити в положении сгибания коленного сустава около 90 градусов, а завязывать лигатуры рекомендуют в положении практического полного разгибания [28].

По мнению ряда авторов не рекомендуется применять методику «изнутри наружу» для восстановления заднего рога мениска, поскольку такая тактика сопряжена с риском возникновения неврологических осложнений, особенно в медиальном отделе [18, 40]. Другой коллектив авторов (J. Chahla et all) считает, что методика «изнутри наружу» наиболее применима для шва заднего рога и тела менисков, разрыв рампы мениска и восстановления разрывов по типу «ручки-лейки». При этом так же существует вероятность повреждения подколенной артерии и ее ветвей, повреждение подкожного нерва и общего малоберцового нерва, развитие сгибательной контрактуры коленного сустава и тромбоза глубоких вен [30, 36, 48, 65, 74, 103]. Многие авторы в настоящее время рекомендуют с протективной целью выполнять заднемедиальный и заднелатеральный дополнительные доступы и использовать крючки для отведения и защиты анатомически важных структур [28, 36, 65, 103]. Избегание разреза позади сухожилия длинной головки двуглавой мышцы бедра так же может помочь защитить общий малоберцовый нерв [36]. Преимуществом метода является его высокая манипуляционная возможность выбора точек прохождения прошивающей нити, меньшее ятрогенное повреждение мениска, возможность наложения большего количества швов и меньшая стоимость имплантата [103].

Наиболее безопасной методикой является «все внутри», что особенно актуально при восстановлении заднего рога мениска [18, 23]. Реконструкция с применением данной техники выполняется с помощью специальных сшивающих аппаратов, позволяющих выполнить шов полностью внутри сустава без выведения прошивающих нитей наружу, что позволяет снизить вероятность развития

осложнений [77]. Шов мениска по методике «All-inside» является быстрой, удобной и наиболее безопасной, но требует наличия специального одноразового инструментария, что заметно повышает стоимость такой операции. Среди осложнений методики «все внутри» в литературе описаны осложнения в виде миграции якорных фиксаторов, повреждение хряща сшивающим аппаратом и его «поломка» в полости сустава [23, 65, 74]. Так же описано такое осложнение как нейропатия малоберцового нерва, однако его встречаемость ниже, чем при использовании других техник шва мениска [146]. Существует мнение, что при использовании метода «изнутри-наружу» размер отверстий в мениске во время прохождения шва меньше, чем во время применения техники «все изнутри», что позволяет наложить большее количество швов без значительного ятрогенного повреждения мениска [55, 64, 65, 103].

Помимо специфических осложнений для каждого вида шва мениска, описаны общие для всех видов реконструкции мениска осложнения: гематома в послеоперационной области, контрактура коленного сустава, киста в области лигатур [71, 73].

### **1.5.3 Рефиксация корня мениска**

S. Pache, G. Moatshe и R.F. Laprade считают, что у молодых пациентов даже хронические и дегенеративные повреждения заднего корня мениска являются показанием для хирургического восстановления [56, 97, 107].

Транссоссальный шов наиболее часто используется для реконструкции повреждений корня заднего рога медиального мениска [42, 108], хотя описано применение такой методики и при лечении радиальных разрывов тела мениска [43, 86].

Рефиксация заднего корня с использованием кортикальной стабилизации на передней поверхности большеберцовой кости позволяет выполнить анатомичную фиксацию поврежденного сегмента, поскольку смещение корня мениска более 3 мм может быть причиной сохранения болей и несостоятельности шва [58]. Так же

нередко происходит не просто разрыв ткани мениска, а его полный отрыв от точки фиксации нередко с костным фрагментом [97]. Данная методика позволяет восстанавливать и такие повреждения.

После оценки типа повреждения корня мениска выполняется декортикация в зоне, где планируется рефиксация корня мениска. С помощью специального направителя формируется большеберцовый канал. Далее корень мениска прошивается внутри сустава и все нити, фиксирующие мениск, погружаются в большеберцовый канал с помощью проводника. Следующим этапом выполняется фиксация на пуговице или с помощью анкера на передней поверхности голени [56]. При сохраняющейся экструзии мениска ряд авторов предлагает фиксацию анкерными системами по принципу восстановления радиальных разрывов мениска, но вместо транстибиальной техники мениски используется якорная [87]. Реабилитационная программа не отличается от алгоритмов восстановительного лечения после других видов шва мениска.

#### **1.5.4 Саусеризация**

Хирургическое вмешательство показано при симптоматических дискоидных менисках, то есть при наличии жалоб и клинической картины в виде болевого синдрома, щелчков и рецидивирующих или постоянных блоков коленного сустава [57, 92, 141]. Появление таких жалоб и клиники указывают на возникновение разрыва утолщенной аномальной ткани мениска [99, 141]. В настоящее время большинство авторов рекомендуют выполнять не тотальную резекцию дискоидного мениска, а саусеризацию - парциальную серповидную резекцию с приданием мениску «физиологической» формы полумесяца и выполнении шва в зоне повреждения [8, 63, 127, 141, 148]. При хирургическом лечении дискоидного мениска I и II типов допустимо выполнение только парциальной резекции утолщенной части мениска при отсутствии разрыва в красной зоне [89]. Дискоидный мениск III типа всегда требует выполнения шва в заднем отделе.

## 1.6 Послеоперационный период

### 1.6.1 Реабилитация

При составлении индивидуальной программы реабилитации следует учитывать предоперационный статус пациента и наличие сопутствующей патологии. У взрослых пациентов стратегия и скорость разработки оперированной конечности определяются примененной хирургической техникой, локализацией повреждения, наличия сопутствующей внутрисуставной патологии [12].

I фаза послеоперационной реабилитации (с 0 по 6 недели): фиксация оперированной конечности в положении полного разгибания шарнирным ортезом. Ортез используется в течение первых 4-6 недель после шва мениска. Основной акцент выполняется на достижение полного разгибания в коленном суставе и сгибания в пределах рекомендованного диапазона. При разгибании мениск оттесняется к капсуле, а при сгибании происходит смещение фрагментов мениска в обратном направлении [12, 55]. На данных сроках следует избегать упражнений на активное сгибание против субъективного ощущения сопротивления. Ряд авторов с целью ранней реабилитации рекомендуют ограничивать сгибание в первые 4-6 недель до 90 градусов, а далее убирать ограничитель [96, 98, 106].

Ходьбу с опорой на оперированную конечность рекомендуется ограничить на 4-6 недель [14, 71, 96]. Через 4-6 недель после операции ограничитель сгибания на ортезе можно установить на 60 градусов, обеспечив возможность более полноценной ходьбы [12]. Для развития силы проксимальной группы мышц бедра выполняют подъемы выпрямленной ноги в разных плоскостях. Допустимо использование утяжелителей.

По достижении сгибания в коленном суставе 90 градусов добавляются упражнения на велотренажере. Так же на данном этапе при наличии болевого синдрома возможности применение физиотерапии: электромиостимуляция мышц бедра, фонофорез с гидрокортизоном, электрофорез с лидазой.

II фаза послеоперационной реабилитации (с 6 по 14 недели). Данный этап реабилитации посвящен восстановлению полного объема движений в коленном суставе и увеличению мышечной силы, обучение правильному стереотипу походки



[12, 79]. Во второй фазе реабилитации разрешены занятия в бассейне, упражнения на растяжку (активно-пассивные упражнения до комфортного сопротивления). Программа постепенно усложняется за счет перехода к балансировочным упражнениям и упражнениям с эластичными лентами. На данном этапе запрещены прыжки и бег, длительный спуск по лестнице вниз.

III фаза послеоперационной реабилитации (с 14 по 22 недели). Данный этап направлен на оптимизацию функциональных возможностей и подготовку пациента к безопасному возвращению в спорт и/или активному образу жизни [55, 94]. При отсутствии болевого синдрома и полном объеме движений в коленном суставе на сроках 6 месяцев после операции разрешен бег, прыжки, скручивания [105, 106]. Постепенно расширяется комплекс упражнений на увеличение силы и гибкости, а также на баланс. Увеличение нагрузок должно сопровождаться отсутствием жалоб пациента на боль, нестабильность, блок сустава и т. д.

### **1.6.2 Анкетирование с применением международных оценочных шкал**

В послеоперационном периоде оценить эффективность шва мениска возможно только в сочетании всех возможных методов анализа: клинический осмотр, рентгенография и МРТ, а также анкетирования с применением международных оценочных шкал (IKDC, KOOS и др). Опросники измеряют боль, симптомы и физическую активность в повседневной и спортивной деятельности [139]. Существуют анкеты Pedi-IKDC и KOOS-Child, которые адаптированы для детей [139]. Стоит отметить, что после сшивания мениск уменьшается в ширину на 9–15%, что необходимо учитывать при оценке отдаленных результатов лечения при помощи инструментальных методов диагностики [15]. В исследовании A. Schmitt после шва мениска по методике «все внутри» отмечается полное восстановление функции коленного сустава как по результатам анкетирования (IKDC, KOOS), так и по данным МРТ в послеоперационном периоде у 17 из 19 оперированных детей. В двух случаях отмечалась несостоятельность шва. Так же отмечался 1 случай ограничения сгибания в коленном суставе, которое полностью было купировано после курса физиотерапии [125].

Таким образом, по литературным данным существует высокий интерес к проблеме лечения повреждений мениска коленного сустава, что подтверждает актуальность вопроса, а артроскопический шов в качестве лечения повреждений мениска коленного сустава зарекомендовал себя как эффективный метод у взрослых пациентов. Существует высокий интерес к лечению повреждений мениска коленного сустава, что подтверждает актуальность проблемы. Однако проблема лечения повреждений менисков у детей освещена скудно и многие вопросы остаются нерешенными. Возрастные особенности затрудняют объективную диагностику повреждений менисков. Отсутствие четких диагностических критериев повреждения менисков коленного сустава у детей на основании неинвазивных методов исследования является как причиной несвоевременного выявления данной патологии, так и гипердиагностики подобных травм коленного сустава в педиатрической группе пациентов. В настоящее время нет единого мнения о показаниях к проведению менискэктомии и возможностях восстановления мениска коленного сустава у детей с целью профилактики раннего остеоартрита. Так же отсутствует четкий алгоритм выбора оперативного лечения различных видов травм мениска коленного сустава в педиатрической практике. Отсутствует алгоритм лечения симптоматических дискоидных менисков в зависимости от его вида по классификации Watanabe и типа повреждения. Все вышеописанные аспекты стали причиной для проведения данного исследования.

## Глава 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1 Характеристика клинических групп

В исследование включены 130 пациентов в возрасте от 8 до 17 лет (таб.1). В рамках данного исследования был проведен ретроспективный анализ историй болезней пациентов, которым была выполнена менискэктомия до октября 2018 года и проспективный анализ историй болезней пациентов, которые были оперированы по поводу повреждений менисков коленного сустава на базе отделения травматологии и ортопедии ГБУЗ Морозовская ДГКБ ДЗМ в период с октября 2018 по декабрь 2020 гг.

Таблица 1. Распределение пациентов по возрастам

Вид патологии	8–13 лет		14–17 лет		Всего	
	абс	%	абс	%	абс	%
Разрыв мениска	19	14,6	97	74,6	116	89,2
Дискоидный мениск	8	6,2	6	4,6	14	10,8
Всего	27	20,8	103	79,2	130	100

Как видно из таблицы 1 пациенты с повреждением менисков коленного сустава чаще оперировались в возрасте 14 лет и старше (79,2%). Симптоматический дискоидный мениск встречался незначительно чаще в группе пациентов до 13 лет (6,2%). Медианный возраст пациентов составил 15 (14,0;17,0) лет.

Распределение по полу среди пациентов с разрывами менисков коленного сустава и детей с пороком развития мениска было практически равномерным: разрыв мениска коленного сустава встречался незначительно чаще среди мальчиков (таб.2).

Таблица 2. Распределение пациентов по полу.

Вид патологии	Мальчики		Девочки		Всего	
	абс	%	абс	%	абс	%
Разрыв мениска	60	46,2	56	43,1	116	89,2
Дискоидный мениск	8	6,2	6	4,6	14	10,8
Всего	68	52,3	62	47,7	130	100

Помимо повреждений менисков коленного сустава, мы столкнулись с наличием повреждений других внутрисуставных структур: передняя крестообразная связка и хрящ мыщелков бедра, плато большеберцовой кости и надколенника (таб.3).

Таблица 3. Частота повреждений ПКС и внутрисуставного хряща

Поврежденная структура коленного сустава	Количество	%	Всего пациентов	%
Разрыв ПКС	40	30,8	130	100
Хондромалация	26	20	130	100

Все пациенты были распределены на 3 группы в зависимости от проведенного оперативного вмешательства: шов мениска, менискэктомия и саусеризация в сочетании со швом мениска (диаграмма 3). При разрыве нормального мениска выполнялся изолированный шов мениска или менискэктомия. У детей с симптоматическими дискоидными менисками в ретроспективной группе проводилась менискэктомия по линии разрыва, в проспективной группе – саусеризация со швом мениска. Распределение возраста является одинаковым для всех видов операций по критерию Краскала-Уоллиса,

значимость  $<0,001$ . Диаграмма 1 показывает, что основная группа (дети, которым выполнен артроскопический шов мениска) и группа сравнения (дети, которым проводилась менискэктомия) сопоставимы и полученные результаты будут статистически значимыми. Саусеризация проводилась детям в возрасте 13 лет и младше.

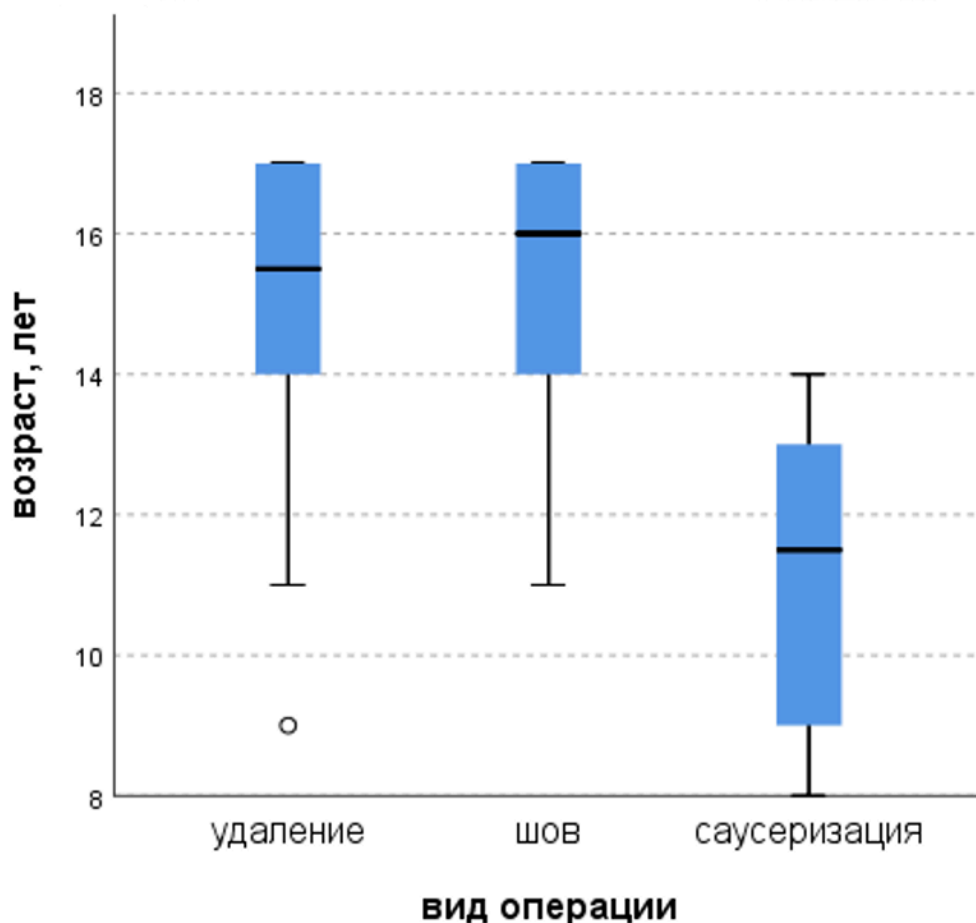


Диаграмма 1. Диаграмма размаха возраста пациентов в зависимости от вида операции.

Анализ поврежденных структур коленного сустава показал, что у 69,2% пациентов ПКС была интактна и у 30,8% пациентов – повреждена. У 80% пациентов внутрисуставной хрящ был неизменным, в то время как у 20% детей отмечалась хондромалиция I–IV степени той или иной локализации (таб.3, диаграмма 2).

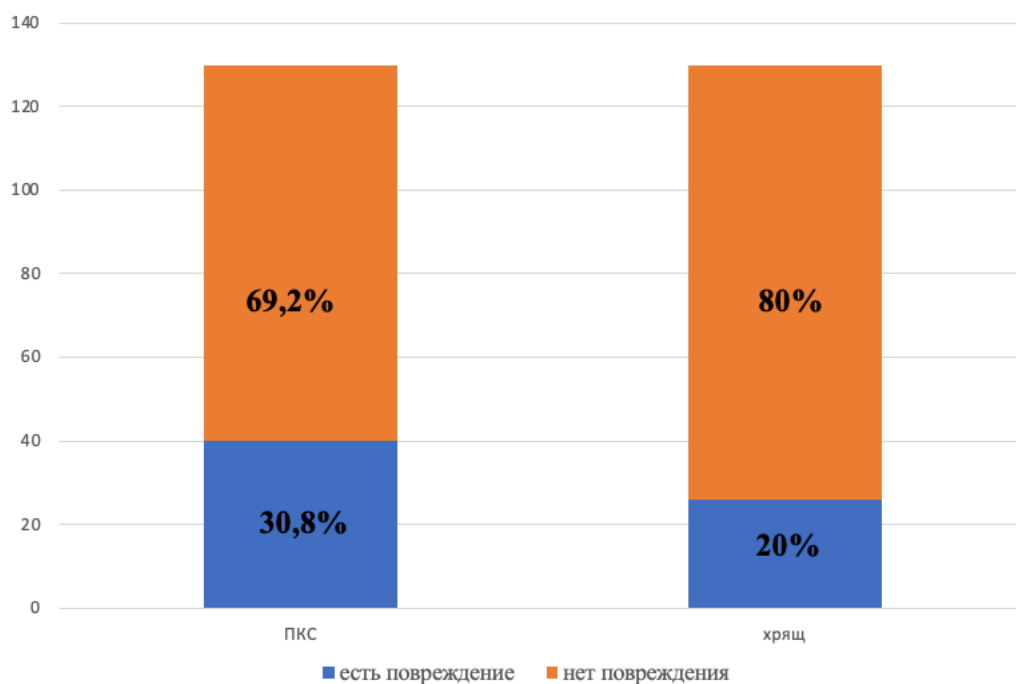


Диаграмма 2. Частота повреждений ПКС и внутрисуставного хряща

Основную группу составили 88 пациентов (67,7%), которым был выполнен артроскопический шов мениска (диаграмма 3). В группу сравнения вошло 32 ребенка (24,6%), которым проводилась менискэктомия. Дополнительную группу представили 10 пациентов (7,7%), которым была выполнена саусеризация в сочетании со швом мениска (диаграмма 3).

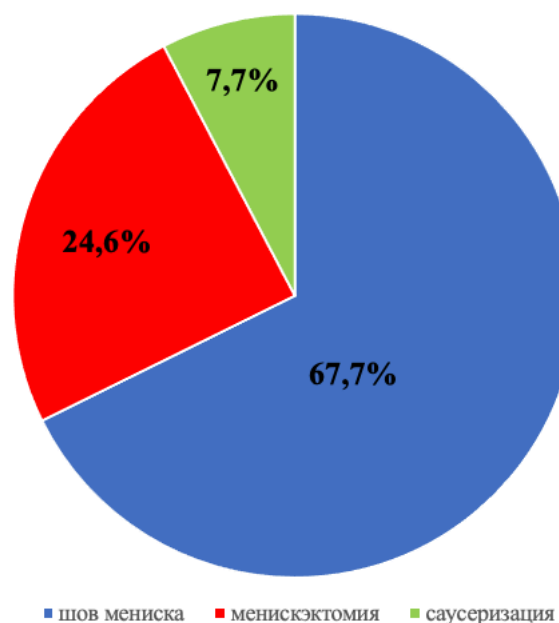


Диаграмма 3. Распределение по виду операции

Всем детям (n=22), которые были оперированы до октября 2018 года, была выполнена менискэктомия независимо от вида и локализации повреждения, степени выраженности дегенеративных изменений и сроков с момента травмы (ретроспективный анализ). Дети, составившие проспективную группу наблюдений и оперированные в период с октября 2018 по декабрь 2020 гг, разделились следующим образом: 81,4% пациентов выполнен артроскопический шов мениска, 9,3% пациентов проведена менискэктомия и 9,3% выполнена саусеризация со швом дискоидного мениска.

При выявлении во время артроскопии травмы других внутрисуставных структур в зависимости от тяжести сопутствующего повреждения реконструктивные операции по их восстановлению выполнялись или одномоментно, или вторым этапом после окончания послеоперационной реабилитации. Критериями исключения стали: повреждения менисков обоих коленных суставов у 1 пациента; необходимость одномоментного выполнения резекции мениска и его шва в 1 коленном суставе (кроме детей с дискоидными менисками); повторная травма мениска на этапах реабилитации; дети, которым шов мениска дополнялся аугментацией коллагеновой мембраной. Данное исследование выполнено с соблюдением Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека в качестве субъекта» с изменениями от 2000г.

## **2.2 Методы исследования: клинические и инструментальные**

На предоперационном этапе обследование включало:

- 1) сбор анамнеза и клинический осмотр пациента
- 2) инструментальные методы исследования с целью подтверждения диагноза, определения вида и тяжести повреждения
- 3) выбор метода лечения

Во время сбора анамнеза особое внимание уделялось таким вопросам как наличие факта травмы в анамнезе и, если таковая была, её сроки. Так же отмечалось

есть ли у пациента жалобы на отек и боль в области коленного сустава, хруст, периодические блоки и нестабильность коленного сустава.

### **Рентгенография**

При клиническом осмотре визуально оценивалось наличие или отсутствие отека, болезненности и блока коленного сустава, симптом «переднего выдвигаемого ящика», симптом «баллотирования надколенника». Анализ жалоб и клинической картины до операции проводился только у проспективной группы пациентов.

Среди инструментальных методов исследования использовались рентгенологическая диагностика (рентгенография коленного сустава в двух проекциях или КТ) и МРТ. УЗИ как метод диагностики в данной работе не применялось. Рентгенодиагностика проводилась с целью исключения костно-травматических изменений и выявления признаков гонартроза (сужение суставной щели, субхондральный склероз, деформация, остеофиты) (рис.3).



Рисунок 3. Рентгенограмма обоих коленных суставов. Данных за костно-травматические изменения и остеоартроз нет.

Так же рентгенография применялась в диагностике дискоидного мениска (расширение суставной щели коленного сустава на стороне дискоидного мениска, прямоугольная форма латерального мыщелка бедренной кости и уплощение плато большеберцовой кости с явлениями склероза, наличие уплотнения мягких тканей в латеральном отделе коленного сустава) (рис.4).





Рис. 4. Рентгенограмма правого коленного сустава у ребенка с дискоидным латеральным мениском.

Как правило, рентгенография проводилась на амбулаторном этапе как первичный метод диагностики. Для выполнения данного исследования использовались разные рентгенологические установки.

### **Компьютерная томография**

Компьютерная томография выполнялась в случае обращения пациента в экстренном порядке с клиникой гемартроза или блока коленного сустава с целью исключения перелома и наличия свободных костно-хрящевых фрагментов в полости коленного сустава (рис.5).

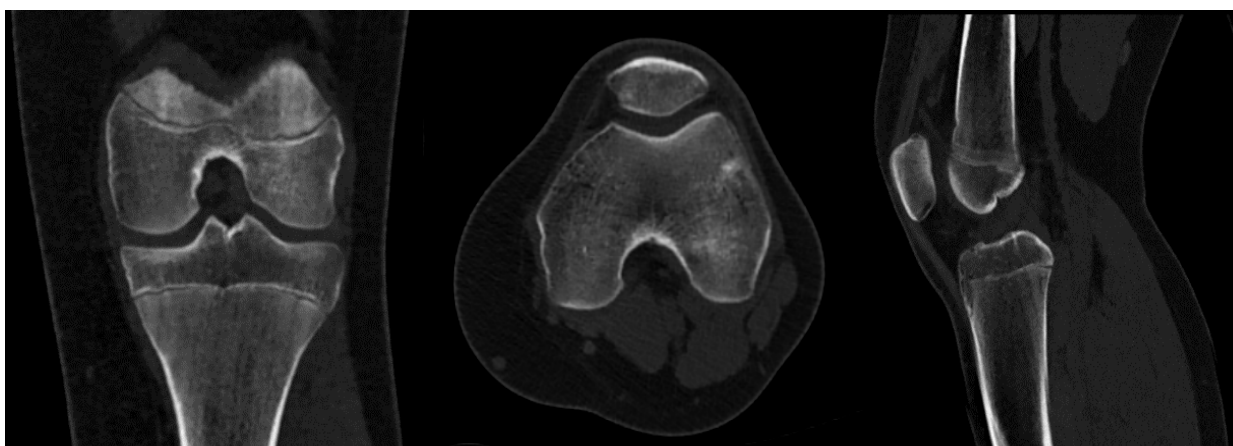


Рисунок 5. Компьютерная томограмма ребенка с блоком левого коленного сустава. Свободные костно-хрящевые фрагменты, переломы не определяются.

Взаимоотношение костей, образующих коленный сустав, правильное. Данных за остеоартроз и косвенных признаков наличия дискоидного мениска не выявлено.

Так же компьютерная томография, как и рентгенография, позволяет выявить ранее описанные косвенные признаки дискоидного мениска (рис.6). КТ выполнялась на аппарате Brilliance с толщиной срезов 0,3 мм без контрастного усиления.



Рисунок 6. Рентгенография правого коленного сустава у ребенка с дискоидным латеральным мениском: определяется расширение суставной щели коленного сустава на стороне дискоидного мениска, прямоугольная форма латерального мыщелка бедренной кости и уплощение плато большеберцовой кости.

### **Магнитно-резонансная томография**

МРТ позволяла выявить наличие повреждения менисков коленного сустава, оценить тип, сложность, локализацию разрыва, а также является ли мениск дискоидным (рис.7).

При оценке МР-изображений в случае выявления аномального сигнала, который выходит на границы мениска, применялось «правило двух касаний»: выявленный усиленный сигнал, интерпретируемый как разрыв мениска, необходимо визуализировать на 2 последовательных срезах или на 2 изображениях, полученных в разных плоскостях. Так же при интерпретации МР-

изображений оценивались все известные симптомы повреждения мениска: «двойной задней крестообразной связки», «двойного заднего рога», экструзия мениска и степень её выраженности, «симптом призрака», наличие параменисковой кисты (рис.8).

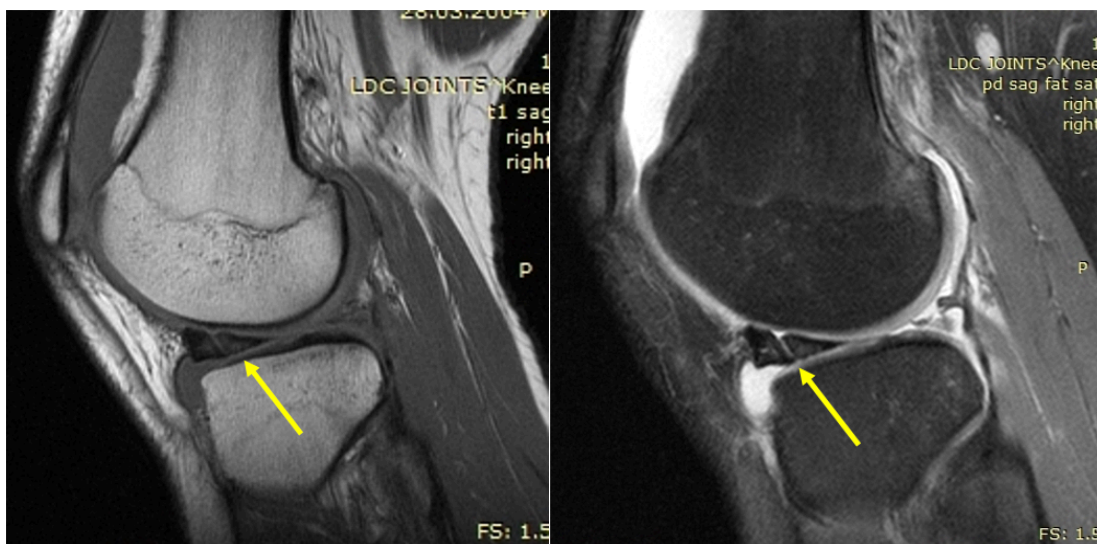


Рисунок 7. Магнитно-резонансная томограмма правого коленного сустава. Разрыв латерального мениска по типу «ручки лейки»: задний рог латерального мениска смещен в передний отдел.



Рисунок 8. Магнитно-резонансная томограмма правого коленного сустава. Горизонтальный разрыв тела латерального мениска с формированием параменисковой кисты.

МР-подтверждением наличия дискоидного мениска являлось увеличение размера тела мениска на среднем корональном изображении (до 15 мм и более), и наличие трех и более изгибов мениска (рис.9). Симптоматические дискоидные мениски на МРТ имели признаки разрыва, описанные ранее для повреждения мениска обычной формы.

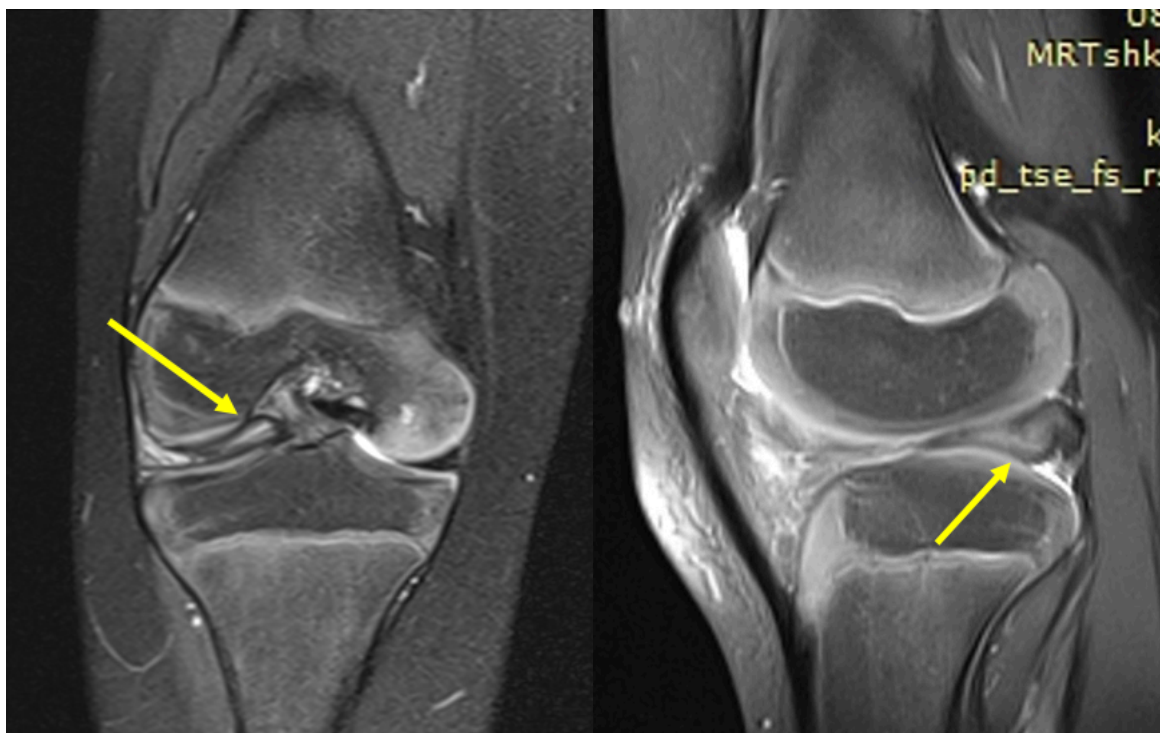


Рисунок 9. Магнитно-резонансная томограмма правого коленного сустава у ребенка с множественными повреждениями латерального дискоидного мениска.

МР-диагностика проводилась всегда амбулаторно. Исследования выполнялись на разных МР-аппаратах от 1,5 до 3 Т. МРТ до операции не проводилась в тех случаях, когда ребенок поступал в стационар в экстренном порядке с клиникой стойкого неразрешающегося блока коленного сустава. Так же иногда разрыв мениска являлось интраоперационной находкой при выполнении артроскопии коленного сустава по поводу повреждения другой внутрисуставной структуры.

### **Диагностическая артроскопия**

Всем детям выполнялась артроскопия, что являлось одновременно методом и окончательной верификации диагноза, и лечения (рис.10).



Рисунок 10. Артроскопия левого коленного сустава, обзор из переднемедиального порта. Разрыв латерального мениска по типу «ручки лейки».



Рисунок 11. Артроскопия правого коленного сустава, обзор из переднелатерального порта. Вертикальный разрыв тела медиального мениска.

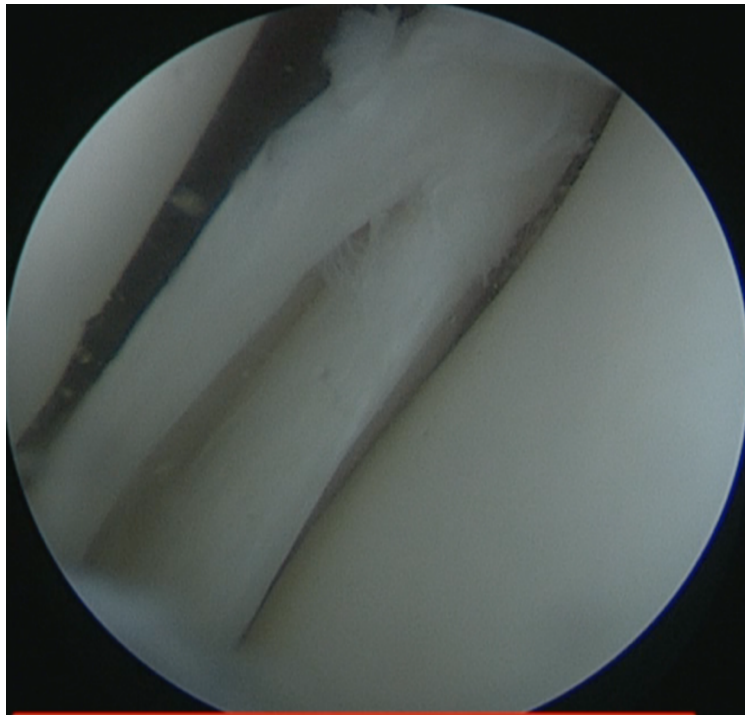


Рисунок 12. Артроскопия правого коленного сустава, обзор из переднелатерального порта. Горизонтальный разрыв заднего рога латерального мениска.

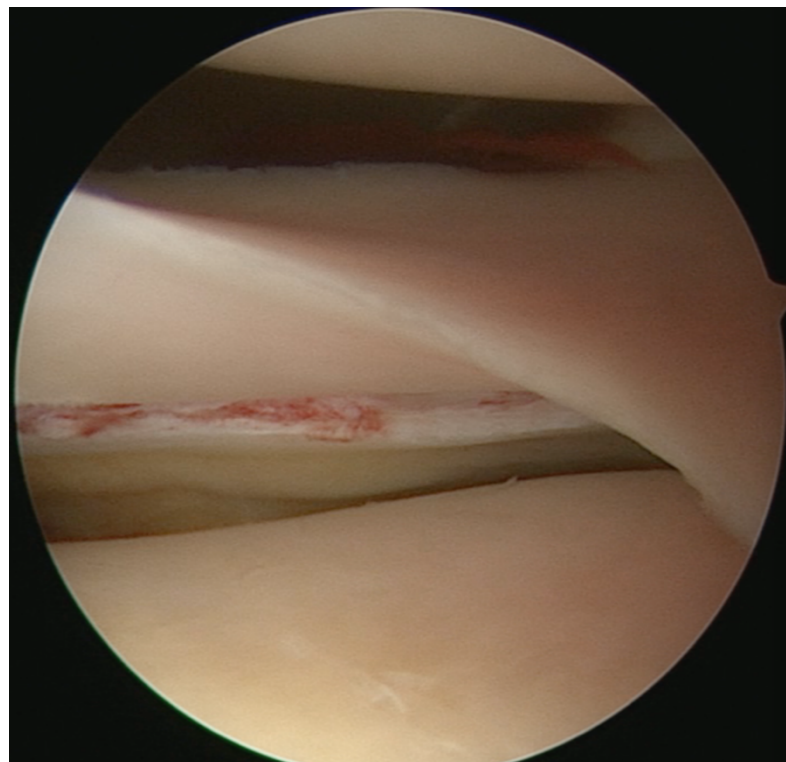


Рисунок 13. Артроскопия левого коленного сустава, обзор из переднелатерального порта. Вертикальный разрыв тела и заднего рога латерального мениска.

Артроскопия проводилась с использованием стойки KarlStorz, камера KarlStorz HD и 30<sup>0</sup> оптики (KarlStorz, Arthrex) диаметром 4,0 мм, роликовой помпы с контролем давления KarlStorz (стандартный режим внутрисуставного давления 50-200 мм.рт.ст, поток – 20-80 мл/мин).

Диагностическая артроскопия позволяет окончательно верифицировать диагноз, оценить протяженность линии разрыва мениска, выявить дополнительные повреждения менисков и других внутрисуставных структур, которые могли быть не выявлены на рентгенограммах/КТ и МРТ. Все операции проводились под комбинированной анестезией (ЛМН + проводниковая анестезия) в положении лежа на спине с боковым упором. Во время проведения всех операций использовалась оптика диаметром 4,0 мм с углом обзора 30 градусов. Выполнялись стандартные переднелатеральный и переднемедиальный порты, из которых осматривались и исследовались артроскопическим щупом все внутрисуставные структуры коленного сустава.

### **Послеоперационный период**

После выписки из стационара пациенты, которые вошли в проспективную группу, приходили на осмотр на сроках 2, 6 и 12 месяцев с момента операции. В тех случаях, когда отмечались жалобы или затруднения с реабилитацией, кратность осмотров увеличилась: пациенты приглашались на дополнительные осмотры на сроках 4 и 9 месяцев после операции. Через 6 месяцев после хирургического лечения проводилась МРТ (амбулаторно). На сроках 12 месяцев после операции выполнялась рентгенография коленного сустава (амбулаторно) и пациенты проходили анкетирование (шкалы KOOS-Child, Pedi-IKDC).

Дети, которые составили ретроспективную группу, приглашались на осмотр на сроках не менее, чем через 1 год с момента операции. При этом оценивались так же контрольные МРТ и рентгенограмм коленного сустава (при и наличии), а также проводилось анкетирование.

В мировой практике наиболее часто для оценки текущего функционального статуса применяют именно шкалы Pedi-IKDC (The Pediatric International Knee Documentation Committee) и KOOS-Child (Knee and Osteoarthritis Outcome Score for

Children). Данные опросники являются валидированными и адаптированными для детей.

### **Методы медицинской статистики**

Для статистического анализа были использованы Microsoft Office Excel 2010 и статистический пакет IBM SPSS Statistics 26.0. Проверка распределения на нормальность осуществлялась с использованием критерия Колмогорова-Смирнова. Данные имели распределение, отличное от нормального, и для них приведены медиана и межквартильный размах. Количественные данные с распределением, отличным от нормального, и порядковые данные сравнивались с помощью критерия Краскела-Уоллеса для независимых выборок и критерия Фридмана для связанных выборок. Качественные данные сравнивались с использованием таблиц сопряженности, критерия хи-квадрат с поправкой Йейтса на непрерывность и точного критерия Фишера, а также критерия Макнемара и критерия Кохрана. Для оценки диагностических методов проводился ROC-анализ с измерением площади под ROC-кривой, выполнялся расчет чувствительности и специфичности. Критический уровень значимости был принят равным 0,05.

Для оценки диагностической ценности МРТ проводился анализ чувствительности и специфичности данного метода. Вышеуказанные параметры математически описывают точность теста, который сообщает о наличии или отсутствии признака (в данном случае наличие или отсутствие повреждения мениска). Пациенты, для которых условие выполняется, считаются «положительными», а те, для которых оно не выполняется, считаются «отрицательными». Чувствительность (истинно положительный результат) относится к вероятности положительного результата (наличие разрыва мениска) при условии, что он действительно положительный. Специфичность (истинно отрицательный показатель) относится к вероятности отрицательного результата (отсутствие разрыва мениска) при условии, что он действительно отрицательный. В диагностическом тесте чувствительность — это мера того, насколько хорошо метод может идентифицировать истинно положительные результаты, а



специфичность — это мера того, насколько хорошо метод может идентифицировать истинно отрицательные результаты.

Все результаты можно отнести к одной из 4-х категорий: истинно положительный, ложно положительный, истинно отрицательный и ложно отрицательный. Истинный положительный результат: больные люди правильно идентифицированы как больные. Ложноположительный результат: здоровые люди ошибочно идентифицированы как больные. Истинно отрицательный: здоровые люди правильно идентифицированы как здоровые. Ложноотрицательный результат: больные ошибочно идентифицированы как здоровые. После получения количества истинно положительных, ложноположительных, истинно отрицательных и ложноотрицательных результатов можно рассчитать чувствительность и специфичность теста.

В рамках данного исследования считалось, что истинно положительный результат имели дети, у которых и по данным МРТ, по в результате артроскопии подтвердилось наличие повреждения в указанной локализации (например, тело медиального мениска). Ложно положительный результат имели дети, у которых по данным МРТ имело повреждение в конкретно указанной локализации, но после артроскопии наличие данного повреждения не подтвердилось. Истинно отрицательный результат имели дети, у которых и по данным МРТ, по в результате артроскопии подтвердилось отсутствие разрыва в указанной локализации. Ложно отрицательный результат имели дети, у которых по данным МРТ разрыв в конкретно указанной локализации не определялся, однако повреждение было выявлено во время артроскопии.

Чувствительность относится к способности метода правильно выявлять больных пациентов, у которых действительно есть заболевание. Чувствительность (доля истинно положительных результатов) рассчитывалась следующим образом: количество истинно положительных результатов (дети, у которых и по данным МРТ, по в результате артроскопии есть разрыв мениска в конкретно локализации) поделить на количество всех положительных результатов (все дети, у которых по результатам МРТ есть признаки разрыва мениска в конкретной локализации).

Специфичность — это доля тех, у кого действительно нет исследуемого заболевания. Специфичность (доля истинно отрицательных результатов) рассчитывалась следующим образом: количество истинно отрицательных результатов (дети, у которых и по данным МРТ, по в результате артроскопии нет разрыва мениска в конкретно локализации) поделить на количество всех отрицательных результатов (все дети, у которых по результатам МРТ нет признаков разрыва мениска в конкретной локализации).

ROC-кривая — график, который отображает соотношение между долей объектов от общего количества носителей признака (истинно положительные), и долей объектов от общего количества объектов, не несущих признака (истинно отрицательные).

## Глава 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

### 3.1 Предоперационное обследование

В исследование включены 130 пациентов, среди которых 23 ребенка составили ретроспективную группу и 107 – проспективную.

Во время сбора анамнеза особое внимание уделялось наличию факта травмы и её срокам. Медианное значение сроков с момента травмы составляет 9,17 мес (минимальный срок обращения – 1 день с момента травмы, максимальный – 4 года). Помимо анамнеза в предоперационном периоде оценивались жалобы, клиническая картина (таб.4) и результаты инструментальных исследований (рентгенография коленного сустава, КТ, МРТ).

Таблица 4. Жалобы до операции

	Боль		Отек		Ограничение движений в суставе		Нестабильность		Хруст	
	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%
Есть жалобы	124	95,4	11	8,5	47	36,2	9	6,9	1	0,8
Нет жалоб	6	4,6	119	91,5	83	63,8	121	93,1	129	99,2
Всего пациентов	130	100	130	100	130	100	130	100	130	100

До операции пациенты отмечали жалобы на отек (n=11; 8,5%) и боль (n=124; 95,4%) в области коленного сустава, периодические блоки сустава или ограничение движений (n=47; 36,2%) и нестабильность коленного сустава (n=9; 6,9%). Жалобы на хруст в коленном суставе выявлены у 1 пациента (0,8%) (таб.4).

Таблица 5. Результаты физикального осмотра до операции

	Отек		Ограничение движений в суставе		Боль при пальпации		Симптом ПВЯ		Симптом баллотирования надколенника	
	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%
Есть	41	31,5	56	43,1	100	76,9	29	22,3	24	18,5
Нет	89	68,5	74	56,9	30	23,1	101	77,7	106	81,5
Всего пациентов	130	100	130	100	130	100	130	100	130	100

При клиническом осмотре визуально оценивалось наличие отека в области коленного сустава (n=41; 31,5%) и ограничения движений в коленном суставе (n=56; 43,1%). Пальпаторно была выявлена боль по ходу суставной щели у 100 пациентов (76,9%), положительный симптом «переднего выдвигающего ящика» у 29 детей (22,3%), положительный симптом «баллотирования надколенника» у 24 пациентов (18,5%) (таб.5).

Рентгенодиагностика проводилась с целью исключения костно-травматических изменений и выявления признаков гонартроза. Дети, у которых были выявлены внутрисуставные переломы и свободные костно-хрящевые фрагменты не включались в исследование. Ни у одного ребенка на предоперационном этапе не были выявлены признаки гонартроза.

В ретроспективной группе у детей с дискоидными менисками (n=4) не удалось оценить наличие соответствующих рентгенологических признаков по причине отсутствия доступа к исследованиям. В проспективной группе детей с дискоидными менисками (n=10) у всех пациентов отмечались характерные изменения на рентгенограммах и/или КТ коленного сустава (расширение суставной щели коленного сустава на стороне дискоидного мениска, прямоугольная форма латерального мыщелка бедренной кости и уплощение плато большеберцовой кости с явлениями склероза, наличие уплотнения мягких тканей в латеральном отделе коленного сустава).

На догоспитальном этапе амбулаторно МРТ выполнялась 104 детям и у всех были выявлены признаки повреждения мениска. 26 детей были госпитализированы в экстренном порядке по причине наличия стойкого блока коленного сустава и выраженного болевого синдрома, в связи МРТ не проводилась.

### **3.2 Чувствительность и специфичность МРТ и артроскопии в диагностике повреждений менисков у детей**

В ходе исследования был проведен анализ чувствительности и специфичности МРТ до операции по отношению к артроскопии. Выявлено, что наименьшей диагностической ценностью МРТ обладает по отношению к повреждению переднего рога медиального мениска (площадь под ROC-кривой составила 0,692) (диагр.4).

Далее показатели площади под ROC-кривой распределились следующим образом: задний рог латерального мениска (площадь под ROC-кривой составила 0,793; диагр.5), передний рог латерального мениска (площадь под ROC-кривой составила 0,813; диагр.6), тело медиального мениска (площадь под ROC-кривой составила 0,883; диагр.7), задний рог медиального мениска (площадь под ROC-кривой составила 0,850; диагр.8).

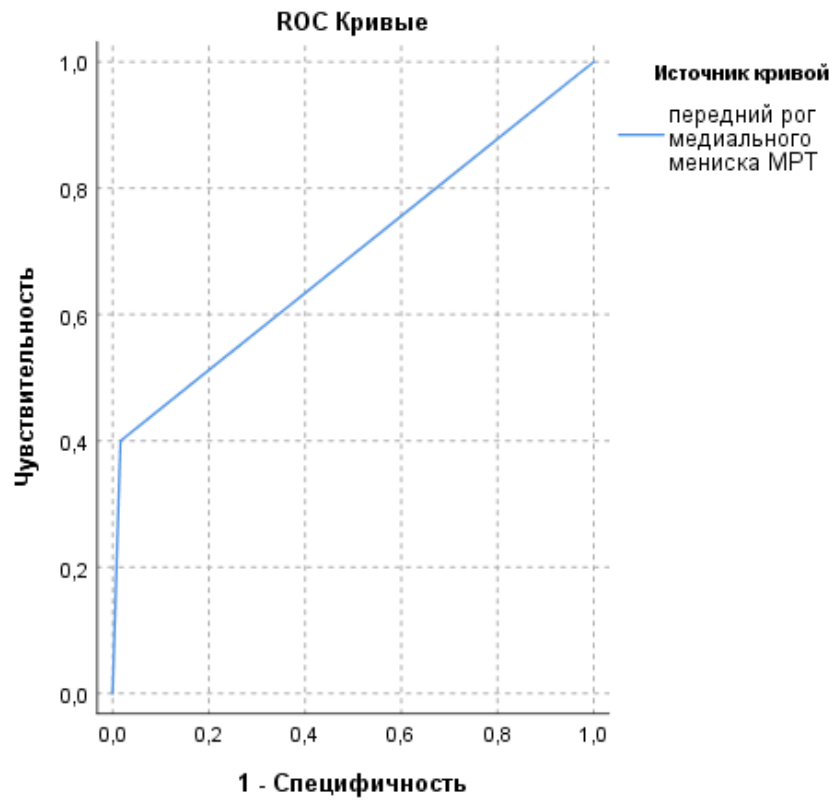


Диаграмма 4. ROC-кривая для переднего рога медиального мениска.

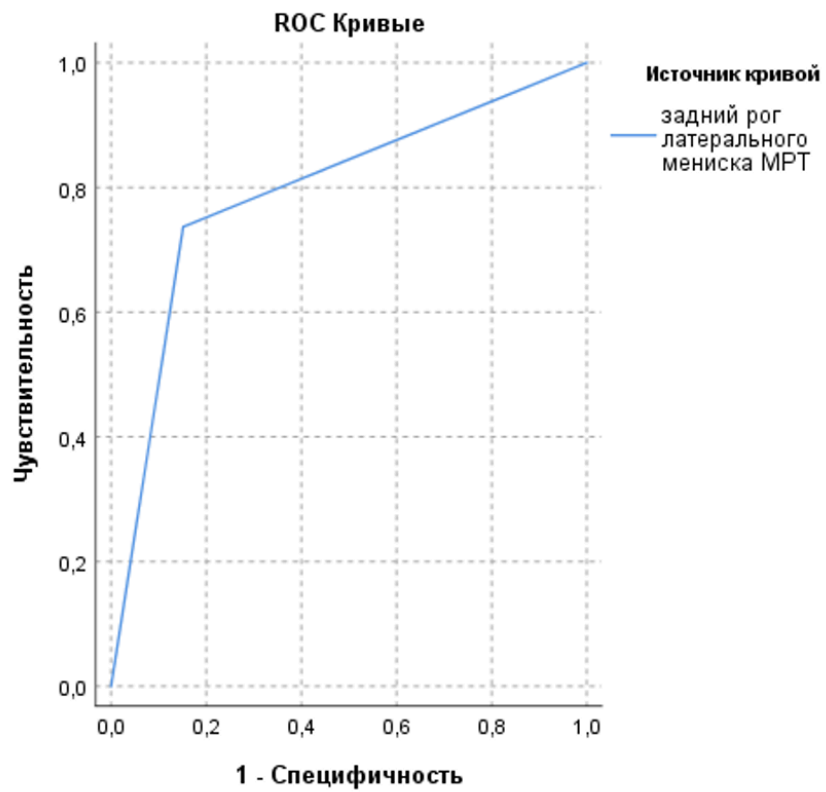


Диаграмма 5. ROC-кривая для заднего рога латерального мениска

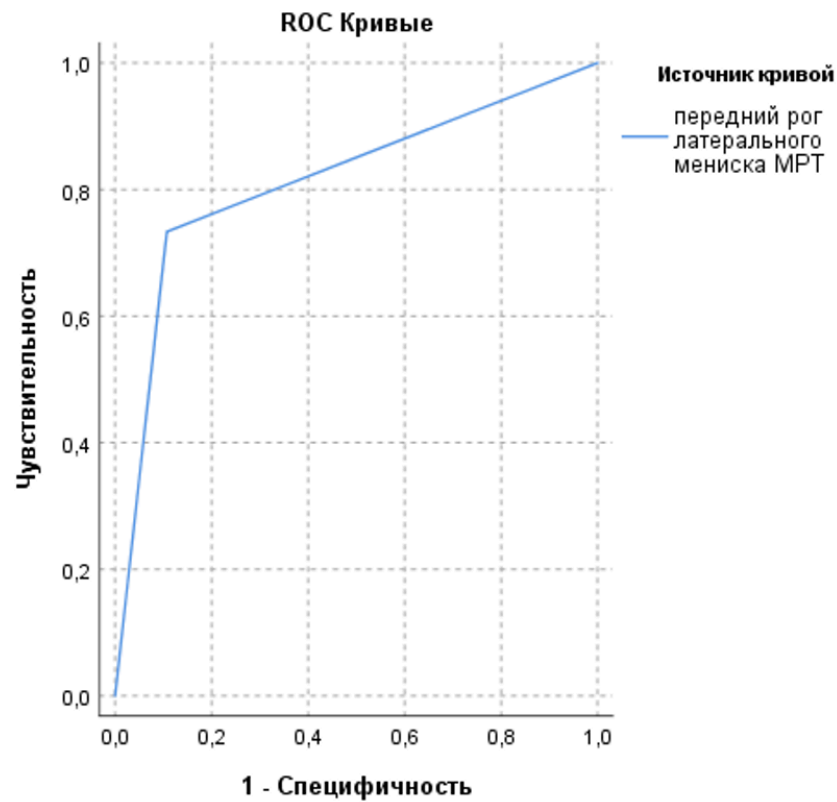


Диаграмма 6. ROC-кривая для переднего рога латерального мениска

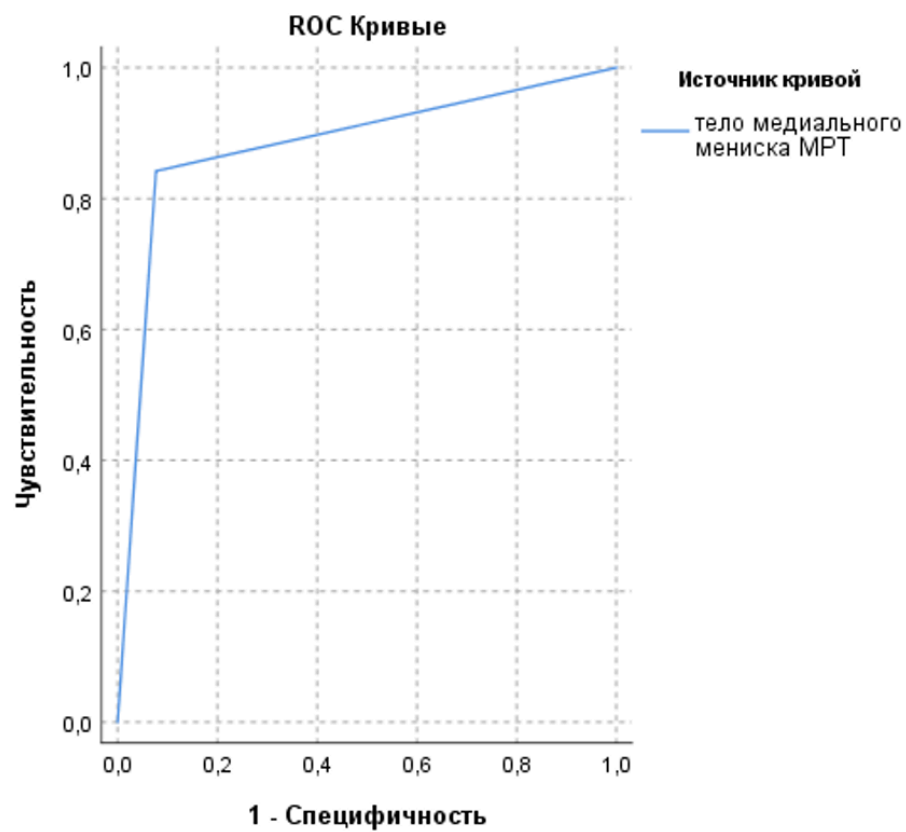


Диаграмма 7. ROC-кривая для тела медиального мениска

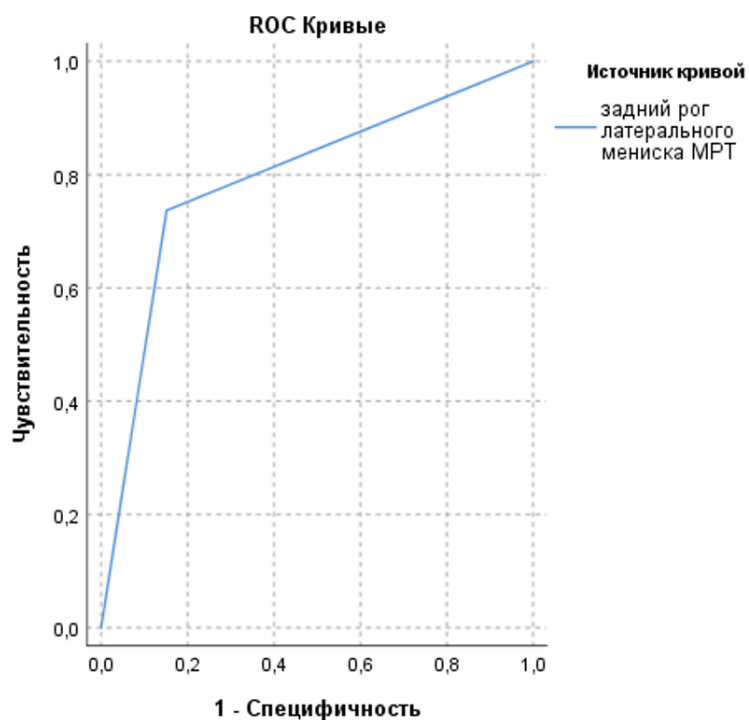


Диаграмма 8. ROC-кривая для заднего рога медиального мениска

Наибольшая диагностическая ценность МРТ проявляется в отношении повреждений тела латерального мениска (площадь под ROC-кривой составила 0,904) (диагр.9).

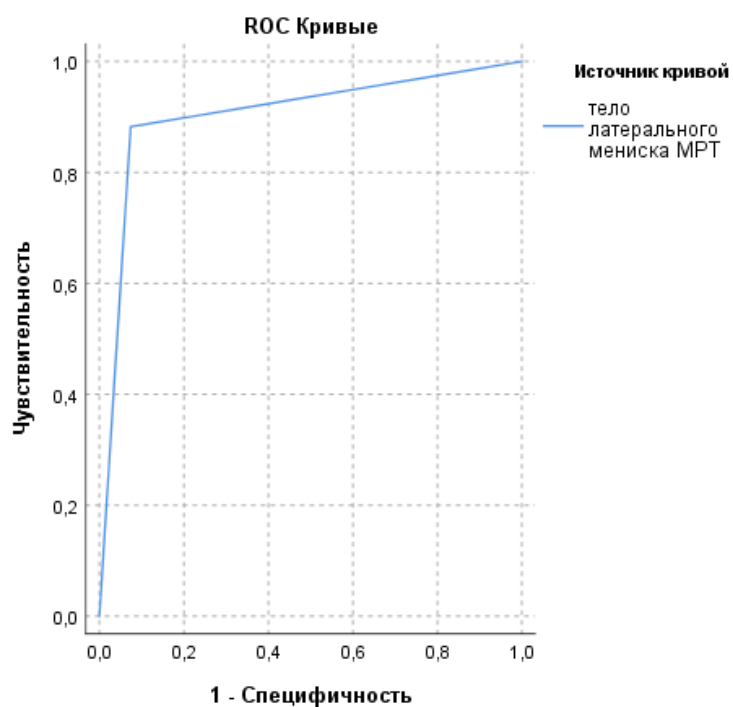




Диаграмма 9. ROC-кривая для тела латерального мениска.

МР-диагностика повреждений переднего рога медиального мениска по сравнению с другими локализациями наименее чувствительна (40%) и наиболее специфична (98%). Обратная ситуация в отношении повреждений заднего рога медиального мениска: по сравнению с другими локализациями разрывов мениска выявлена наибольшая чувствительность (97%) и наименьшая специфичность (73%).

### **3.3 Показания и противопоказания к различным видам оперативного лечения**

В проспективной части данного исследования показанием для менискэктомии являлись множественные и многоплоскостные застарелые повреждения мениска, которые технически не поддавались восстановлению.

Шов мениска выполнялся только проспективной группе пациентов. Данная операция проводилась детям независимо от сроков с момента травмы и локализации разрыва. В проспективной части данного исследования радиальные разрывы и застарелые разрывы мениска по типу «ручки лейки» так же были восстановлены путем выполнения шва мениска. Исключением являлись те случаи, когда были выявлены множественные и многоплоскостные дегенеративные застарелые повреждения мениска с выраженными рубцовыми изменениями, когда наложение шва технически было невыполнимо.

Оперативное лечение у детей с дискоидными менисками проводилось только при наличии жалоб или клинической картины повреждения в виде болевого синдрома, щелчков и рецидивирующих или постоянных блоков коленного сустава. В данной работе нам не встретились пациенты, у которых дискоидный мениск был случайной находкой.

Противопоказаний для менискэктомии не было выявлено. Относительным противопоказанием к выполнению шва мениска являлось ожирение (ИМТ 30 и более): в данных ситуациях оперативное лечение проводилось после снижения массы тела до значений ИМТ менее 30.

Шов мениска не выполнялся тем детям, родители которых отказались от восстановительной операции по причине необходимости проведения длительной реабилитации в послеоперационном периоде.

Таким образом большое значение в определении хирургической тактики имело макроскопическая оценка состояния мениска.

### **3.4 Методики проведенных операций**

#### **3.4.1 Менискэктомия**

Всего менискэктомия была выполнена 32 детям (24,6% от всего количество выполненных операций). В ретроспективной группе всем детям проводилась менискэктомия, независимо от сроков с момента травмы, локализации, типа разрыва и макроскопического состояния мениска. Таким образом ретроспективную группу составили 23 ребенка, которым была проведена менискэктомия (71,9% от всех менискэктомий). Среди них 7 детям проведена тотальная резекция мениска (21,9% от всех менискэктомий) и 16 детям – частичная (50% от всех менискэктомий). У 4 детей был удален дискоидный мениск по линии разрыва (12,5% от всех менискэктомий).

В проспективной группе пациентов частичная менискэктомия была выполнена 9 пациентам, что составило 28,1% от всех менискэктомий. В проспективной группе пациентов тотальная менискэктомия не выполнена ни одному ребенку.

После выполнения диагностической артроскопии и определения показаний для менискэктомии выполнялось удаление поврежденной и/или флотирующей части мениска (частичная менискэктомия) или полное иссечение измененного мениска (тотальная менискэктомия) единым блоком или путем фрагментации. Резекция менисков осуществлялось с помощью эндоскопических кусачек (размер 2,7-3,4 мм) разной степени изогнутости (прямые, с браншами, изогнутыми влево и вправо 30 градусов и обратные). Далее зона резекции обрабатывалась шейвером с применением стандартной фрезы с целью выравнивания края резекции мениска. В

тех случаях, когда разрыв мениска был протяженным (повреждение по типу «ручки-лейки»), резекция проводилась сзади наперед: сначала задний рог, потом тело, затем передний рог.

Для проведения менискэктомии дополнительные доступы не выполнялись. В связи с тем, что мениск достаточно скудно кровоснабжаемая структура, необходимости в проведении гемостаза как правило не возникало.

### **3.4.2 Шов мениска**

Выбор метода реконструкции мениска основывался на установлении локализации повреждения мениска, его стабильности и сложности, которая определялась протяженностью и направленностью линии разрыва. Хороший обзор крайне важен для восстановления структуры мениска, т. к. качественная визуализация дает возможность оценить истинные размеры разрыва мениска и его тип, адекватно обработать зону разрыва, сшить мениск непосредственно под контролем оптической визуализации и минимизировать вероятность ятрогенного повреждения суставного хряща.

Для полноценного осмотра и, при необходимости, восстановления заднего рога медиального мениска или его рампы всегда выполнялся релиз глубокой ветви медиальной коллатеральной связки (pie-crust release), что позволяло улучшить обзор и уточнить характер травматических и дегенеративных повреждений, а также исключить ятрогенные повреждения суставного хряща (рис. 14, 15).

#### **Чрескожный релиз глубокой ветви МКС**

Методика: оптика в переднелатеральном порту. Колено сгибалось на 30 градусов, и нога выводилась в вальгусное положение, чтобы растянуть волокна МКС и увеличить пространство в медиальном отделе коленного сустава. Далее при пальпации определялись костные ориентиры: медиальный мыщелок бедренной кости и край большеберцовой кости. Точка, где выполняется релиз связки, располагается на 1,5 см кзади и немного дистальнее медиального надмыщелка бедренной кости.

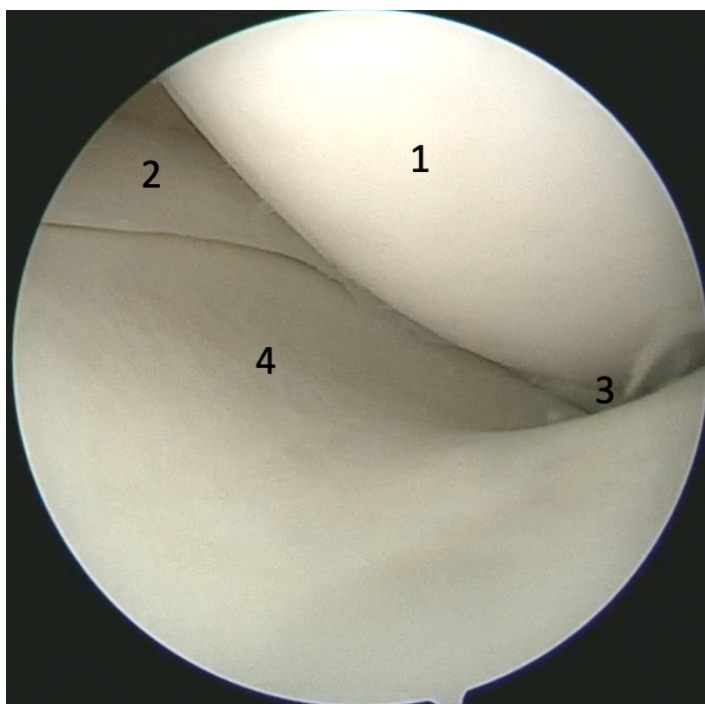


Рисунок 14. Медиальный отдел коленного сустава до релиза глубокой ветви медиальной коллатеральной связки. 1 – бедренная кость, 2 – тело медиального мениска, 3 – задний рог медиального мениска, 4 – большеберцовая кость.

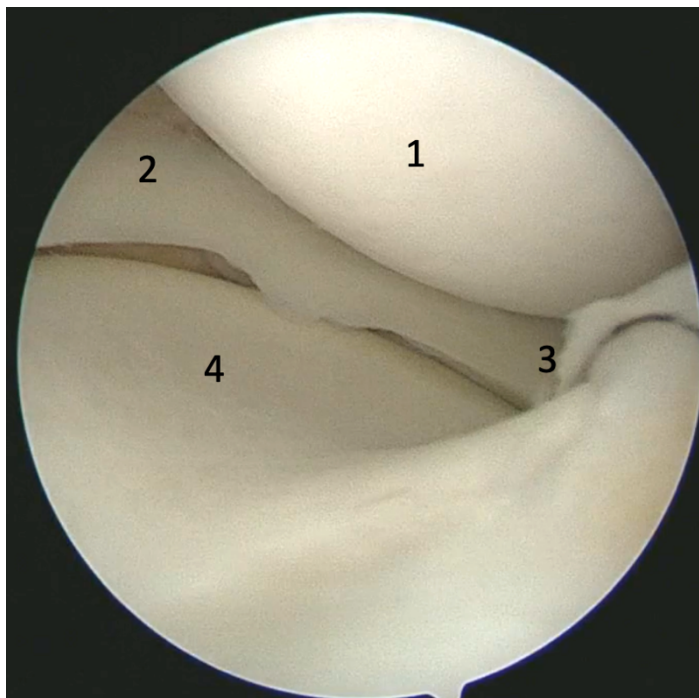


Рисунок 15. Медиальный отдел коленного сустава после релиза глубокой ветви медиальной коллатеральной связки. 1 – бедренная кость, 2 – тело

медиального мениска, 3 – задний рог медиального мениска, 4 – большеберцовая кость.

Для более точного выявления места релиза использовался артроскоп для трансиллюминации суставной щели. С помощью иглы диаметром не менее 18 G в найденной ранее точке выполнялся прокол кожи, и игла продвигалась вглубь. После достижения кости проводилось фенестрирование глубокой ветви МКС в точке её фиксации путем выполнения «точечных» движений. Количество последовательных вводов и выводов иглы, необходимых для адекватного релиза, индивидуально. Во время выполнения данного маневра через артроскоп контролировался медиальный компартмент коленного сустава, что позволяло визуализировать открытие суставной щели. Обычно состоявшийся релиз сопровождался слышимым характерным хрустом, который артроскопически соответствовал резкому увеличению высоты суставной щели в медиальном отделе коленного сустава. На данном этапе процедура считалась завершённой.

Для подтверждения наличия повреждений ramпы медиального мениска в сомнительных ситуациях использовался следующий диагностический маневр: во время осмотра из переднемедиального порта артроскопическим щупом в заднемедиальном направлении отодвигалась капсула и при наличии повреждения в области менискокапсулярного перехода определялась линия разрыва.

После оценки характера и размера разрыва мениска, а также анализа качества поврежденного мениска (степень дегенеративных и рубцовых изменений) принималось решение о возможности выполнения восстанавливающей операции. В данном исследовании все реконструктивные операции выполнялись артроскопически. При наличии технической возможности сшить мениск, данная процедура обязательно начиналась с дебридмента зоны разрыва на всем протяжении с применением шейвера с конической менисковой и стандартной фрезами. После обработки зоны разрыва выполнялся шов мениска с применением одной из техник или их комбинации, что определялось локализацией повреждения и его протяженностью.

Шов мениска выполнялся перпендикулярно линии разрыва. Расстояние между швами – 0,5 см. При выявлении полных вертикальных разрывов швы располагались в шахматном порядке: если первый шов захватывал «бедренную» поверхность мениска, следующий шов находился по «большеберцовой» поверхности, а далее снова с «бедренной» стороны. При разрыве мениско-капсульного соединения одна игла вводилась через мениск, а вторая - только через капсулу коленного сустава в проекции разрыва. Такой способ расположения швов позволяет не только выполнить качественную фиксацию в зоне повреждения, но избежать деформации мениска, что часто отмечается при формировании швов «через край» мениска.

В данном исследовании использовались 3 методики шва мениска: «снаружи внутрь», «изнутри наружу» и «все внутри».

#### **3.4.2.1 Шов «снаружи внутрь» (outside in)**

Выполнение шва мениска по методике «снаружи внутрь» не требует использования специального инструментария и шовного материала. Для наложения шва по технологии «снаружи внутрь» применялись толстые иглы для внутривенных инъекций (16-18G) или иглы для спинальной анестезии (Рис. 13, 14). Для выполнения шва по методике «outside-in» требовалось 2 инъекционные иглы, монофиламентная нить-проводник (размер 2-0-0) или проволока-проводник, шовный материал (полифиламентная нить, 2-0).

При наложении шва по технологии «снаружи внутрь» прошивающая игла проходила снаружи сустава внутрь его полости. После выполнения вкола первой иглы в данной области выполнялся разрез кожи и зажимом по типу «москит» разводились мягкие ткани до капсулы сустава. Далее в первую иглу вставлялась проволока-проводник или монофиламентная нить, сложенная в виде петли. Затем проводилась вторая игла с противоположной стороны относительно линии разрыва мениска (рис.16). Второй вкол иглы выполнялся из того же кожного доступа.

Шовный материал во вторую иглу проводился непосредственно перед вколом, чтобы не травмировать проводник острым краем иглы во время её проведения.

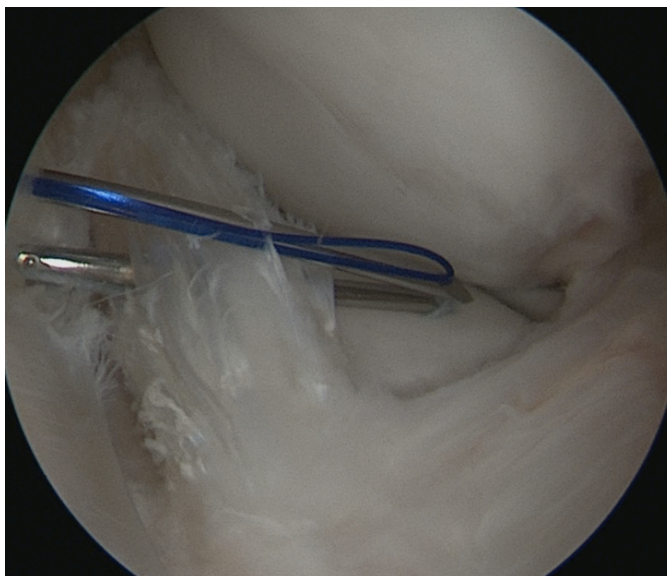


Рисунок 16. Шов «снаружи внутрь», прошивание мениска.

Затем прошивающая нить продевалась в проволочный нитепроводник/монофиламентную петлю. Данный этап можно проводить как внутри сустава с помощью артроскопического щупа или манипулятора нити, так и вне сустава (рис.17).

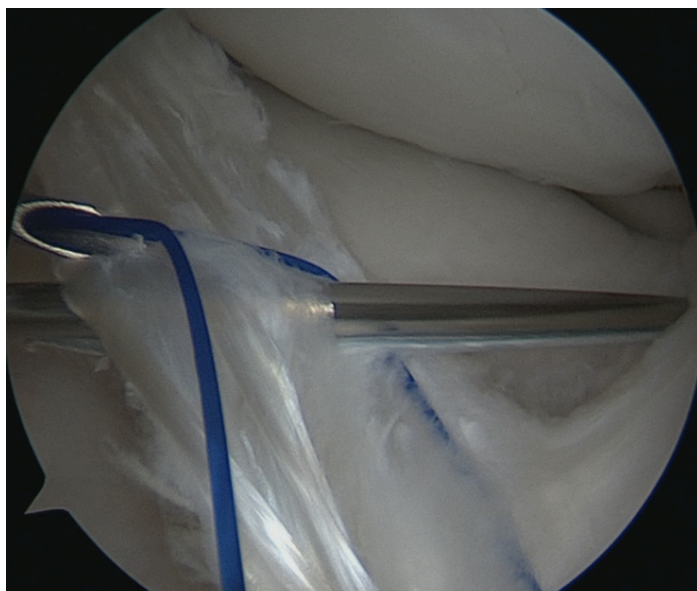


Рисунок 17. Шов «снаружи внутрь», продевание прошивающей нити в петлю-проводник.

Для выполнения этого этапа вне сустава необходимо вывести наружу нитепроводник и прошивающую нить, затем убедиться, что все нити находятся в одном мягкотканном канале. Без выполнения такой проверки существует вероятность формирования «мягкотканного мостика», который будет препятствовать дальнейшему выполнению шва и увеличит время операции из-за необходимости удаления мешающих мягких тканей, что сопровождается риском повреждения прошивающей нити, а значит – необходимостью её перепроведения.

После того, как прошивающая нить была вставлена в проволочный нитепроводник/монофиламентную петлю, производилось протягивание прошивающей нити наружу в месте вкола второй иглы. Избыток нити срезался и 2 конца прошивающей нити фиксировались зажимом по типу «москит». Далее выполнялся следующий шов. После проведения всех прошивающих нитей проводился окончательный артроскопический контроль положения будущих швов и после этого формировались лигатуры на капсуле сустава, что позволяло обеспечить швы с одинаковым натяжением и избежать ущемления в лигатуре чувствительных ветвей *n. saphenous*.

Методика шва мениска «снаружи внутрь» применялась для восстановления переднего рога медиального и латерального менисков, тела медиального мениска и реже для реконструкции тела латерального мениска [18]. Восстановление повреждений в области задних отделов менисков с применением методики «снаружи внутрь» сопровождается высоким риском повреждения подколенной артерии и ее ветвей, повреждение подкожного нерва и общего малоберцового нерва, глубоких вен.

#### **3.4.2.2 Шов «изнутри наружу» (inside out)**

Для шва мениска по методике «inside-out» применялись направители для прошивающей иглы разной степени изогнутости. В данном исследовании использовались многоразовые иглы (Smith&Nephew, размер 0,84 мм х 254 мм) и шовный материал (полифиламентная нить, 2-0).



Наиболее безопасным является выполнение кожного разреза до наложения швов с установкой ретракторов в так называемых «окнах безопасности» (рис.18).

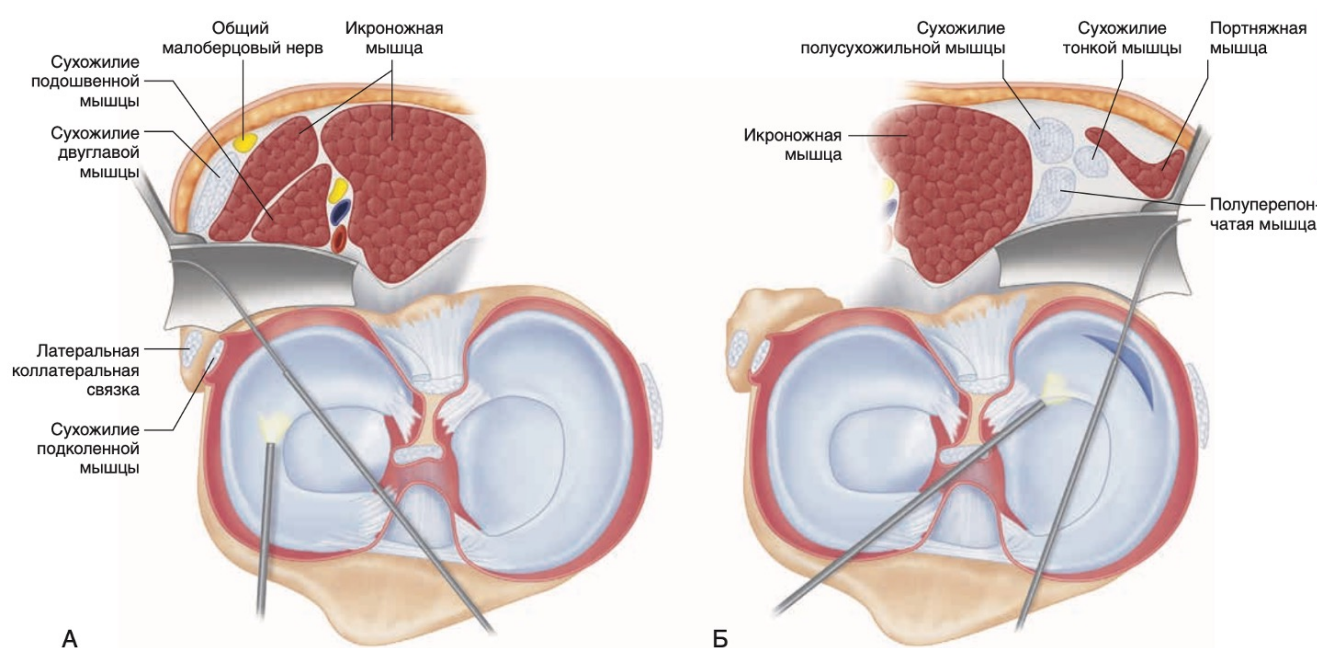


Рисунок 18. «Окна безопасности»: заднелатеральный (А) и заднемедиальный (Б) дополнительные доступы с установленными в подколенной области ретракторами [28].

В данной работе кожный доступ выполнялся в процессе наложения первого шва: прошивающая игла выводилась частично (около 1,5 см), что являлось ориентиром для формирования более точного и удобного доступа. Далее выполнялся доступ с разведением мягких тканей до капсулы сустава и установкой ретракторов и только после данного этапа прошивающая игла проводилась наружу. В случае, если прошивающая игла затрагивала сухожилия или иные анатомические структуры, последняя выводилась обратно в полость сустава и шов накладывался в ином направлении.

При выполнении шва «изнутри наружу», как следует из названия, прошивающая игла проходила из сустава к периферии. Направитель заводился в коленный сустав и устанавливался в области разрыва мениска в проекции планируемого шва. Далее в направитель вставлялась прошивающая игла (рис.19).

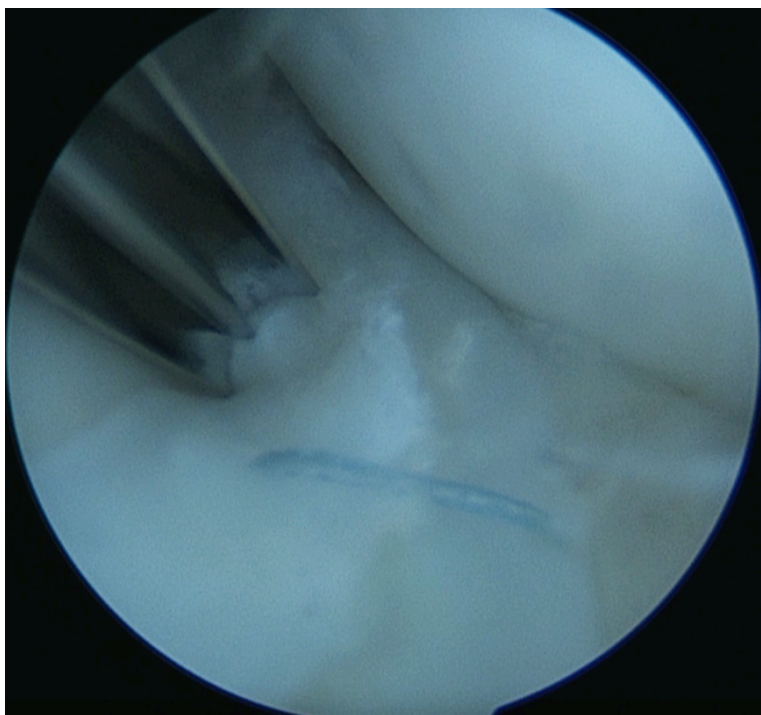


Рисунок 19. Шов «изнутри наружу», установка прошивающей иглы.

Под контролем артроскопа мануально с помощью направителя более точно ориентировалось положение прошивающей иглы и с помощью специального толкателя или зажима по типу «москит» игла проводилась через мениск, капсулу сустава и выводилась наружу (рис.20).

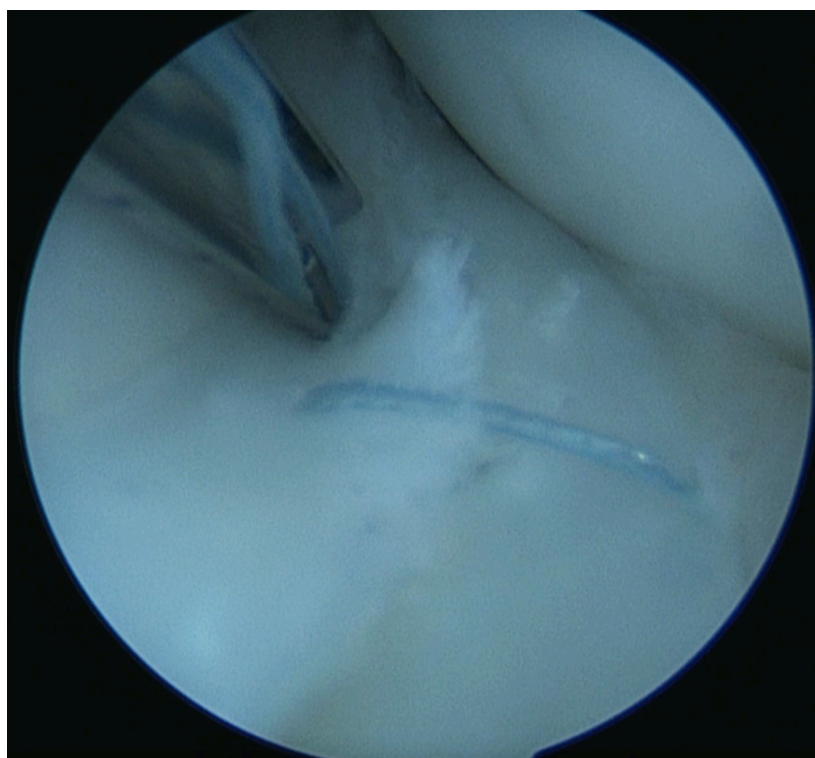


Рисунок 20. Шов «изнутри наружу», проведение прошивающей иглы.

Далее в прошивающую иглу вставлялся противоположный конец нити, и игла заново вводилась в направитель. Затем так же под контролем артроскопа мануально направитель ориентировался в положении для выполнения второго вкола, и прошивающая игла повторно проводилась наружу (рис.21).

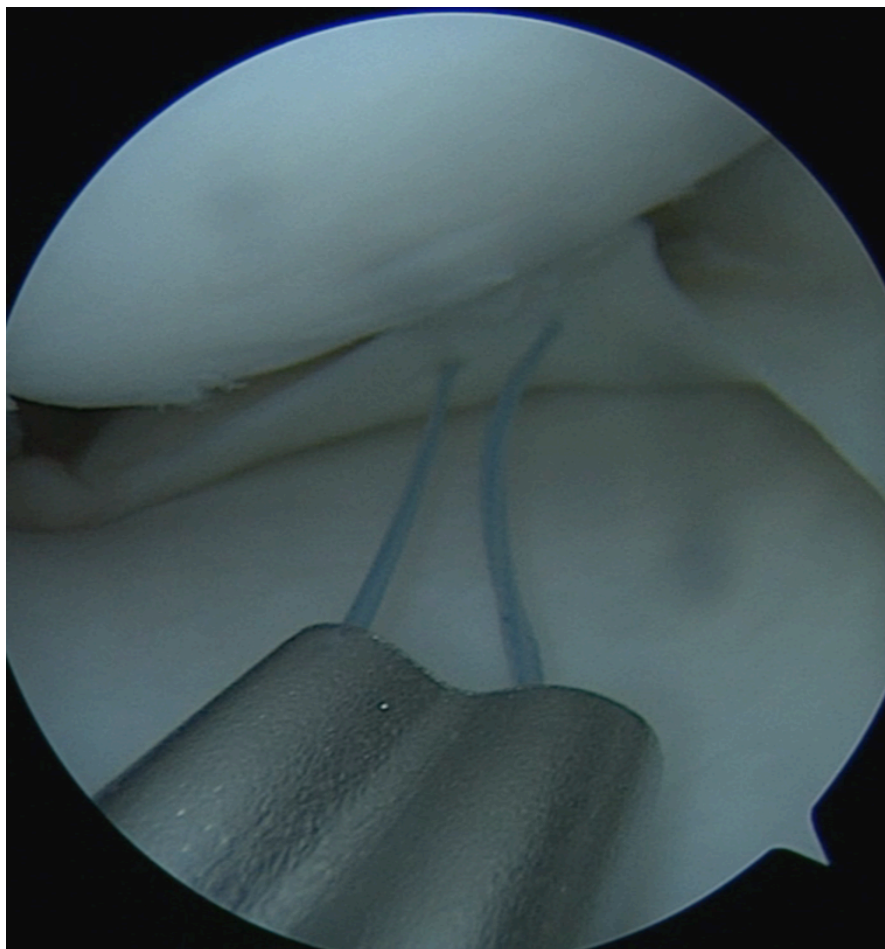


Рисунок 21. Шов «изнутри наружу», проведение второго конца прошивающей нити

После проведения всех прошивающих нитей выполнялось натяжение одновременно за все свободные концы последних и проверялась потенциальная стабильность фиксации (рис. 22). При необходимости проводились дополнительные нити.

Далее формировались узлы на капсуле сустава, при этом конечности придавалось «центральное» положение без вальгусных и варусных отклонений, а коленный сустав приводился в положение сгибания 20–30 градусов

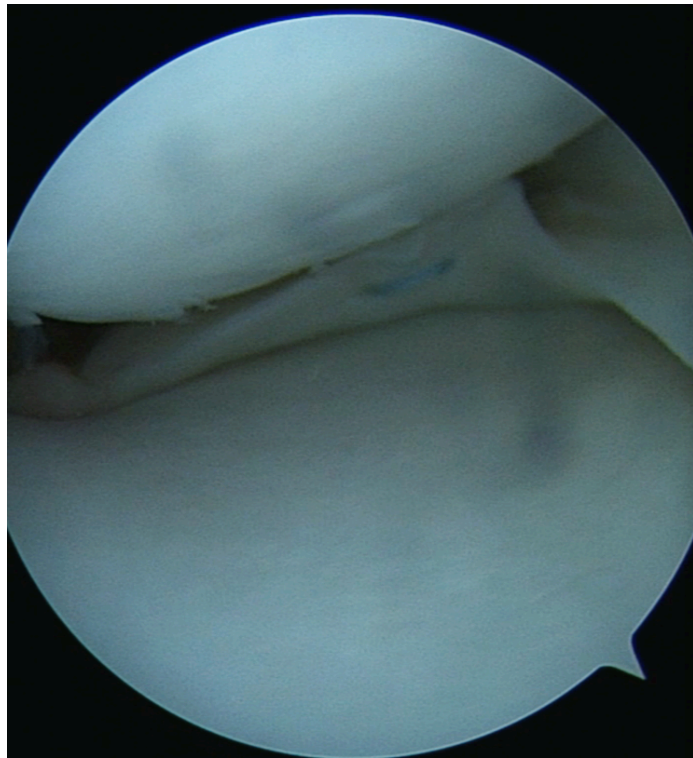


Рисунок 22. Шов «изнутри наружу», контроль положения шва до затягивания лигатуры

Методика шва мениска «изнутри наружу» применялась для восстановления тела медиального и латерального менисков [18]. Выполнение шва мениска по технике «изнутри наружу» в области повреждения заднего рога мениска без установки «защитных» ретракторов сопряжена с риском повреждения подколенной артерии и ее ветвей, глубоких вен, повреждение подкожного нерва и общего малоберцового нерва, развитие сгибательной контрактуры коленного сустава. Использование методики «изнутри наружу» с применением протективных ретракторов хорошо зарекомендовала себя при восстановлении заднего рога медиального мениска, тела обоих менисков, разрыва рампы мениска и восстановления разрывов по типу «ручки-лейки». Избегание разреза позади сухожилия длинной головки двуглавой мышцы бедра так же может помочь защитить общий малоберцовый нерв. Преимуществом метода является его высокая манипуляционная возможность выбора точек прохождения прошивающей нити, меньшее ятрогенное повреждение мениска, возможность наложения большего количества швов и меньшая стоимость имплантата. Однако данный метод является технически неудобным для наложения швов в области переднего рога латерального

и медиального менисков по причине невозможности расположения шва перпендикулярно линии разрыва.

### 3.4.2.3 Шов «все внутри» (all inside)

Восстановление мениска с применением техники «все внутри» выполнялось с помощью специальных сшивающих аппаратов. Данная методика позволяет выполнить шов полностью внутри сустава без выведения прошивающих нитей наружу, что позволяет снизить вероятность развития ятрогенных осложнений. Недостатком данной технологии является дороговизна по причине невозможности многократного использования оборудования. Преимуществом является то, что методика «все внутри» является наиболее безопасной среди прочих, что особенно актуально при восстановлении заднего рога мениска.

После выявления разрыва выполнялось измерение ширины мениска с помощью артроскопического щупа. С учетом полученных измерений на прошивающем устройстве устанавливалась соответствующая глубина погружения иглы с анкером. Затем в полость коленного сустава вводилась рабочая часть сшивающего аппарата (рис.23).

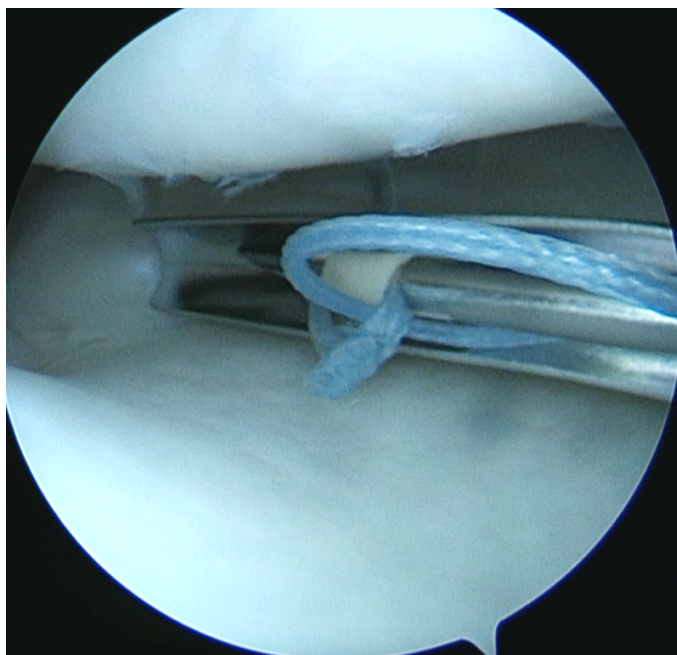


Рисунок 23. Шов «все внутри», планирование точки первого вкола иглы

Дальнейшие действия во многом зависели от производителя того фиксатора, который использовался, поскольку каждый сшивающий аппарат имеет свои технические особенности применения. Принцип работы большинства сшивающих аппаратов заключается в наличии прошивающей иглы, в которую заряжены фиксаторы, соединенные нитью, проведенной через них таким образом, что при тракции за свободный конец нити формируется самозатягивающийся узел (рисунок 27, 25).



Рисунок 24. Шов «все внутри». Принцип работы сшивающего аппарата. Установка фиксатора.



Рисунок 25. Шов «все внутри». Принцип работы сшивающего аппарата. Окончательный вид шва.

У большинства производителей в одном сшивающем аппарате 2 фиксатора соединены одной нитью, однако есть модели, где имеется до 7 фиксаторов в одном аппарате. В данной работе использовались менисковые анкера производителей Arthrex (Meniscal Cinch, FiberStitch) и Smith&Nephew (Fast-Fix).

Как правило, в предварительно запланированной точке выполнялся вкол прошивающей иглы с продвижением последней на предварительно установленную глубину (рис.26).

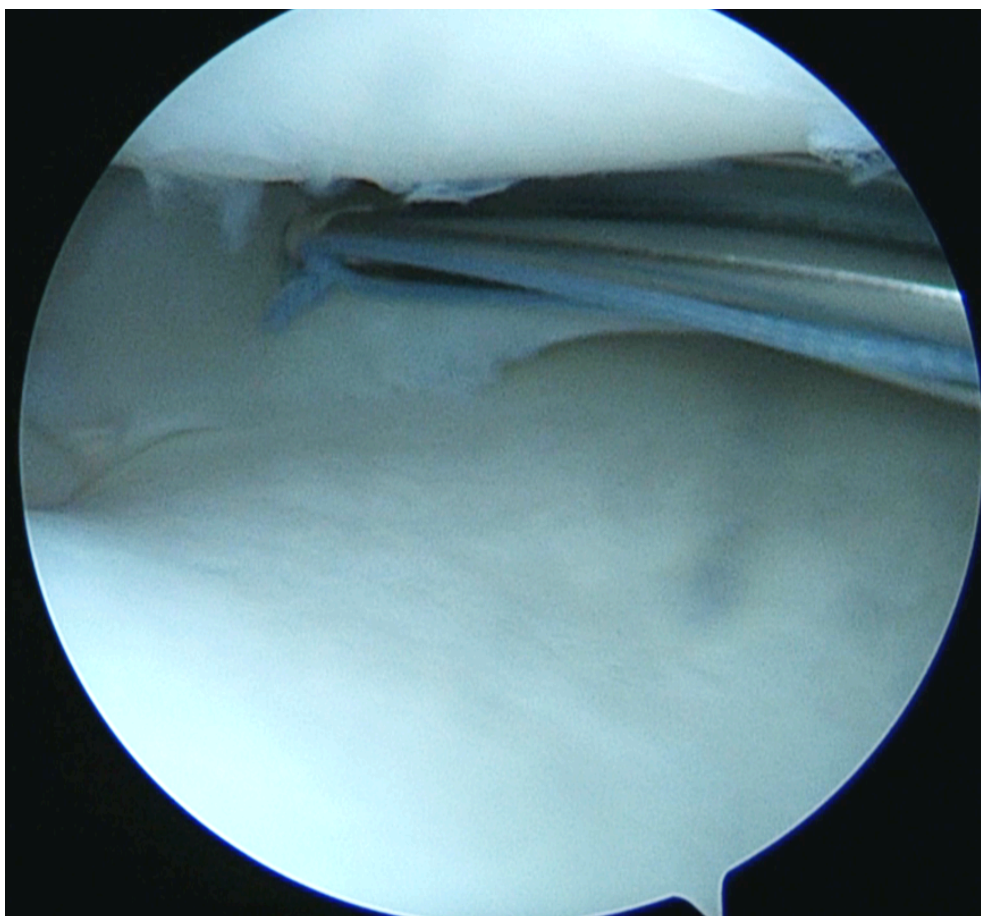


Рисунок 26. Шов «все внутри», проведение прошивающей иглы

Далее от иглы отсоединялся фиксатор, который при правильном использовании девайса разворачивался на 90 градусов относительно направления канала, где проходила игла с анкером, и «ложился» на капсулу сустава. Аналогичным образом устанавливался второй фиксатор. Затем выполнялось

затягивание узла при необходимости с помощью артроскопического доводчика узла и затем остаток нити срезался так же эндоскопически (рисунок 27, 28).

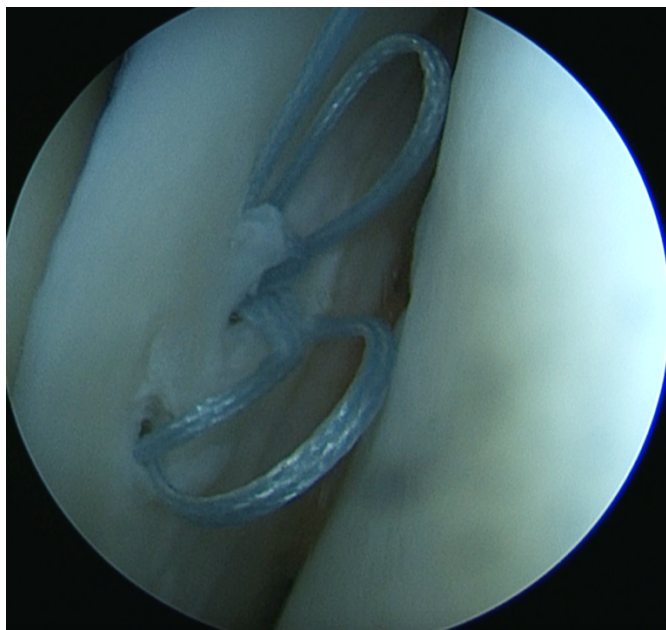


Рисунок 27. Шов «все внутри», внешний вид шва до затягивания лигатуры

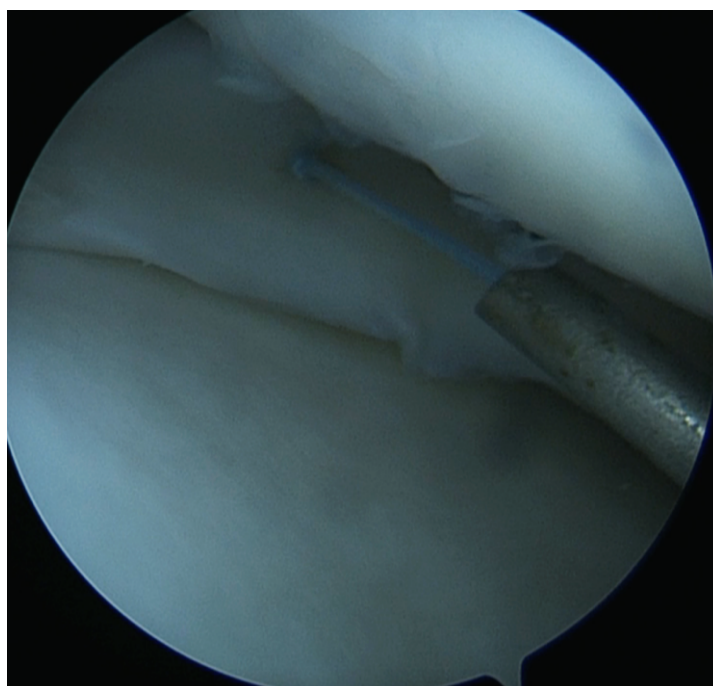


Рисунок 28. Шов «все внутри», внешний вид шва после затягивания лигатуры

Методика шва мениска «все внутри» применялась для восстановления заднего рога медиального и латерального менисков, реже для реконструкции тела латерального мениска [18]. Реконструкция с применением данной техники



выполняется позволяет выполнить шов полностью внутри сустава без выведения прошивающих нитей наружу, что позволяет снизить вероятность развития осложнений. Существует вероятность возникновения нейропатии малоберцового нерва, что связано с неправильным выбором глубины прошивания. Однако встречаемость такого осложнения при использовании методики «все внутри» ниже, чем при применении других техник шва мениска. В данной работе мы не столкнулись с данными осложнениями. Шов мениска по методике «All-inside» является быстрой, удобной и наиболее безопасной, но требует наличия специального одноразового инструментария, что заметно повышает стоимость такой операции. В случае протяженного сложного разрыва мениска, например, по типу «ручки лейки» или наличия нескольких разнонаправленных линий разрыва применялись комбинации вышеописанных методик (Рис.29).

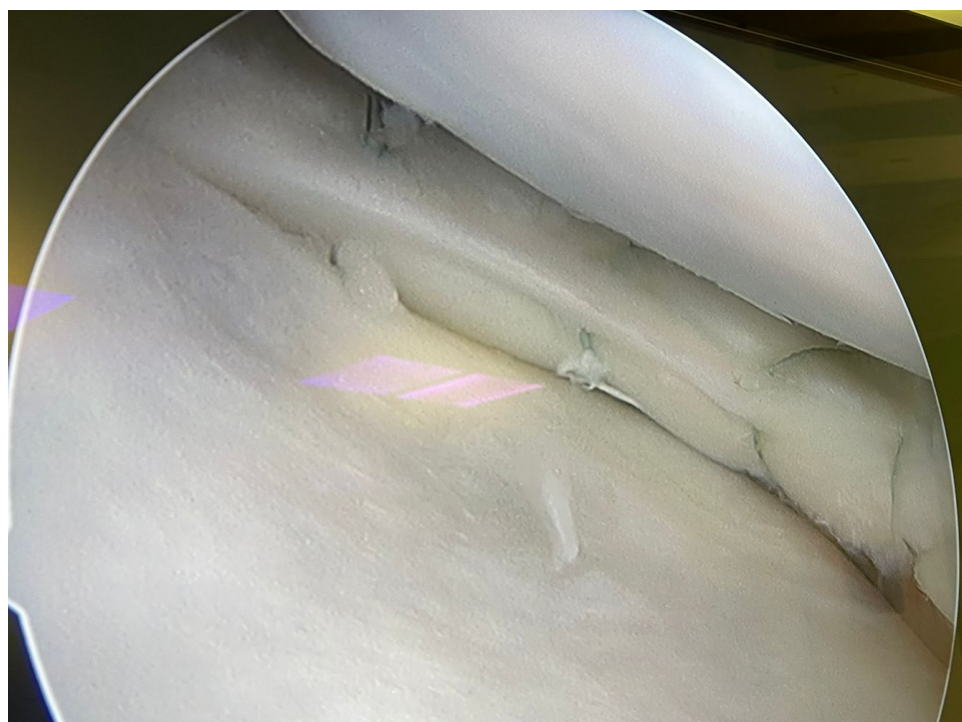


Рисунок 29. Разрыв медиального мениска по типу «ручки лейки». Состояние после наложения шва мениска с применением методик «все внутри», «снаружи внутрь» и «изнутри наружу».

Таким образом дифференцированное применение существующих техник шва мениска при разных локализациях повреждений менисков способствует получению хороших результатов лечения и уменьшению количества осложнений (рис. 30).

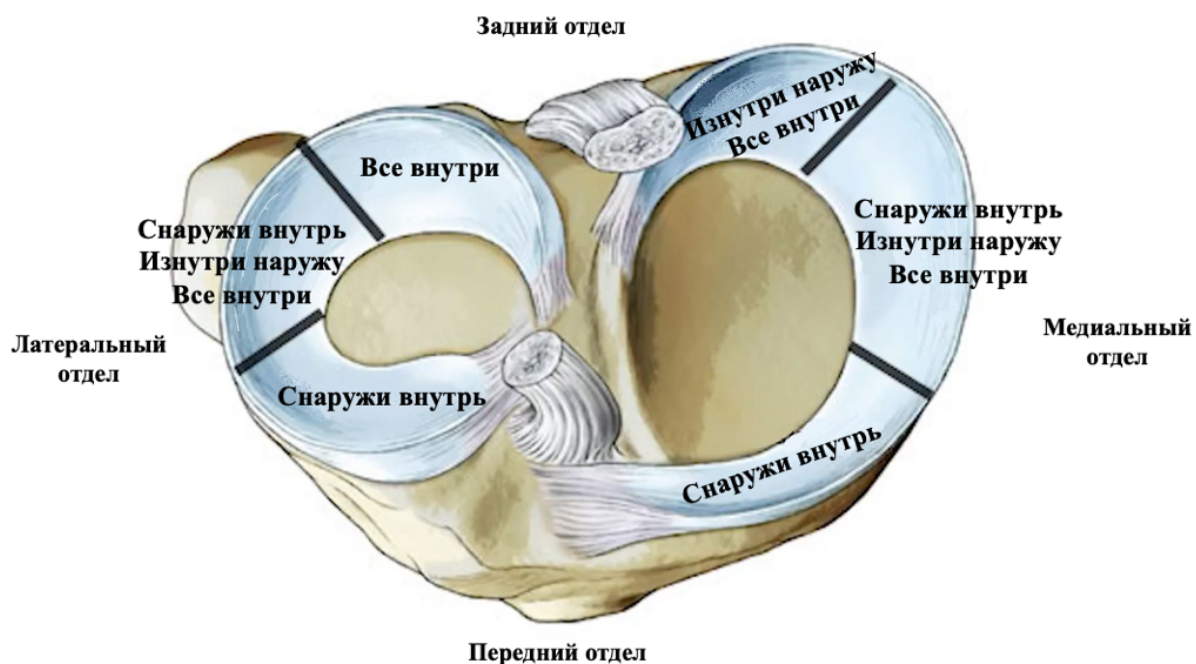


Рисунок 30. Выбор безопасной методики шва мениска в зависимости от локализации повреждения

### 3.4.3 Саусеризация

Саусеризация - парциальная серповидная резекция с приданием мениску «физиологической» формы полумесяца, которая в рамках данного исследования всегда дополнялась выполнением шва в зоне повреждения. Первым этапом через переднемедиальный и переднелатеральный порты артроскопически проводилась частичная резекция измененной части дискоидного мениска с приданием полулунной (физиологической) формы. Удаление части мениска выполнялась с учетом будущего роста ребенка, то есть оставшаяся часть была больше, чем в норме (рис.31).

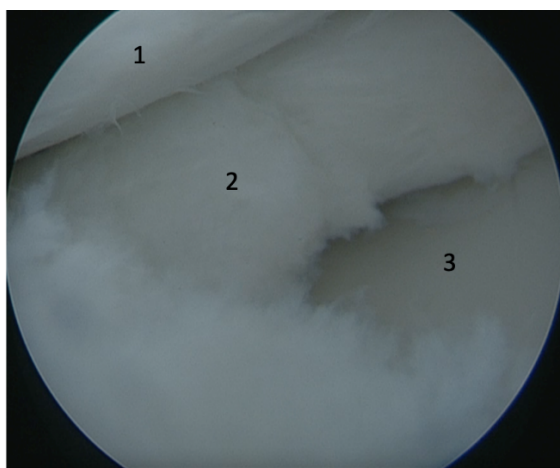


Рисунок 31. Саусеризация дискоидного мениска. 1 – мыщелок бедренной кости, 2 – дискоидный мениск после саусеризации, 3 – плато большеберцовой кости

Далее артроскопически с помощью эндоскопического крючка оценивалась подвижность оставшегося мениска и область разрыва. После саусеризации всегда улучшался обзор, что позволяло лучше исследовать зону повреждения и его протяженность. В рамках данного исследования в результате артроскопического исследования мениска после саусеризации всегда определялась линия разрыва в оставшейся части дискоидного мениска, что являлось показанием для выполнения шва с использованием вышеописанных техник и их комбинации [17, 19].

Таким образом комбинация саусеризации и шва мениска позволяет сохранить большую часть ткани мениска, что делает такой подход более физиологичным и щадящим.

#### **3.4.4 Послеоперационный период после менискэктомии и шва мениска**

После менискэктомии осевая нагрузка на оперированную конечность разрешалась на следующий день. Осевая нагрузка на оперированную нижнюю конечность исключалась на 1 сутки, что связано с продленным действием проводниковой анестезии. В послеоперационном периоде иммобилизация коленного сустава не выполнялась. Спортивная нагрузка исключалась на срок 3 месяца с момента операции.

Тактика и скорость разработки оперированной конечности после выполнения шва мениска определялись локализацией повреждения и протяженностью разрыва.

После шва мениска у всех детей исключалась осевая нагрузка на оперированную конечность на срок 6 недель. После выполнения шва изолированного разрыва переднего рога латерального или медиального менисков проводилась иммобилизация гипсовой лонгетой в течение 4 недель, далее выполнялась смена гипса на ортез с регулируемым углом сгибания. На ортезе устанавливался угол сгибания 30 градусов. Далее производилось увеличение угла сгибания на 15 градусов 1 раз в неделю. По достижении сгибания в 120 градусов ортез разрешалось снять.

При восстановлении тела, заднего рога латерального и медиального менисков, а также при реконструкции протяженных многоплоскостных разрывов гипсовая иммобилизация так же проводилась в течение 4 недель, однако после смены гипса на ортез угол сгибания сначала устанавливался на 0 градусов. Затем через 1 неделю устанавливался угол сгибания 20 градусов, затем через 1 неделю 30 градусов и далее увеличение угла сгибания также выполнялось на 15 градусов 1 раз в неделю. Исключение спортивной нагрузки рекомендовалось на срок 6 месяца с момента операции. У детей, которым проводилась саусеризация с последующим швом мениска, послеоперационный период был таким же как после шва тела и заднего рога мениска.

Группа клинического наблюдения, которой выполнялась менискэктомия, проходили анкетирование по шкалам KOOS-Child и Pedi-IKDC в сроки 1-3 года с момента операции. Пациенты, которым выполнялся шов мениска и саусеризация, проходили анкетирование через 1 год с момента операции. Категорически отказалось от анкетирования 7 пациентов. Важно отметить, что в группе отказавшихся от анкетирования пациентов всем детям была выполнена тотальная менискэктомия (21,9% от всех менискэктомий).

### **3.5 Ближайшие результаты собственных наблюдений**

В ходе исследования 88 пациентам (67,7%) был выполнен артроскопический шов мениска, 32 пациентам (24,6%) - менискэктомия и 10 пациентам (7,7%) – саусеризация в сочетании со швом мениска.

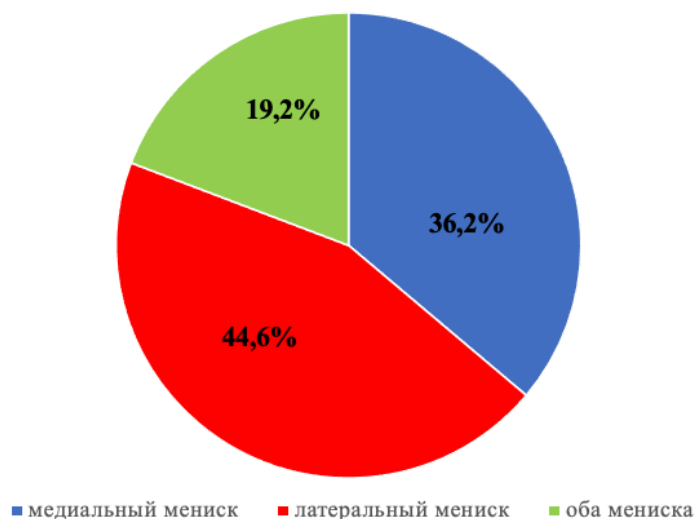


Диаграмма 10. Частота повреждений менисков среди всех детей, вошедших в исследование.

В 47 случаях было выявлено повреждение медиального мениска (36,2%), в 58 – латерального (44,6%) и у 25 пациентов отмечался разрыв обоих менисков (19,2%) (диагр.10).

Среди 88 пациентов, которым был выполнен артроскопический шов мениска, у 36 детей имелось повреждение медиального мениска (40,9%), у 30 детей разрыв латерального мениска (34,1%) и у 22 детей отмечалось повреждение обоих менисков (25%) (диагр.11).

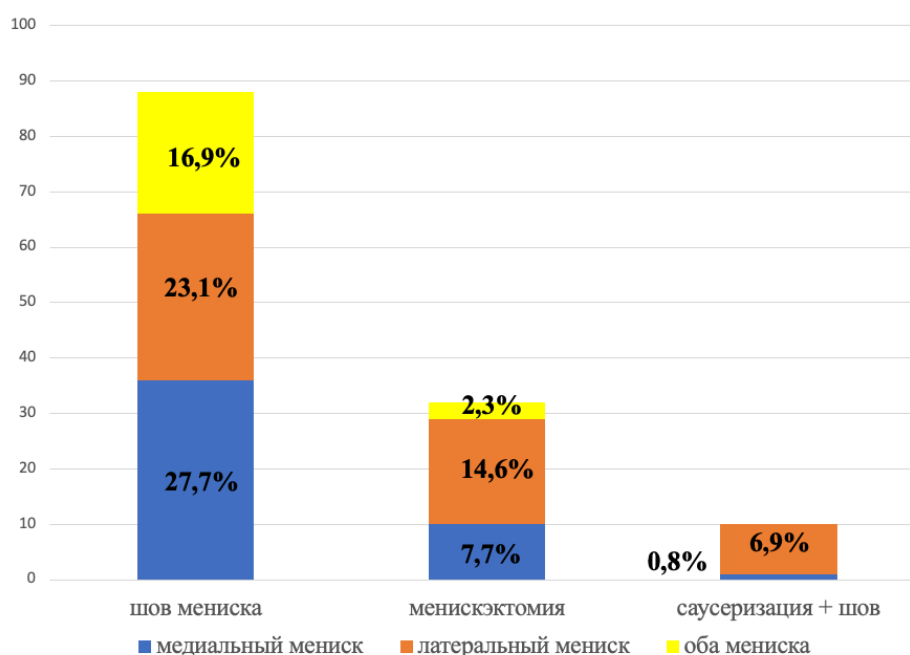


Диаграмма 11. Распределение повреждений менисков по локализации в зависимости от локализации повреждения

У 32 пациентов, которым была проведена менискэктомия, в 36 случаях было выявлено повреждение медиального мениска (27,7%), у 30 детей разрыв латерального мениска (23,1%) и в 22 случаях (16,9%) выявлены травматические изменения в обоих менисках одного коленного сустава. Среди детей, которым была выполнена саусеризация со швом мениска, нам не встретились повреждения одновременно двух менисков. При этом разрыв медиального мениска отмечен у 1 ребенка (0,8%) и у 9 детей выявлен разрыв латерального мениска (6,9%).

У детей, которым был выполнен шов мениска, в 6 случаях выявлен изолированный разрыв переднего рога мениска (6,8%), у 16 изолированный разрыв тела мениска (18,2%), у 35 изолированный разрыв заднего рога мениска (39,8%) и у 31 ребенка (35,2%) разрыв носил комбинированный характер (затрагивал несколько локализаций одного или обоих менисков) (диагр.12).

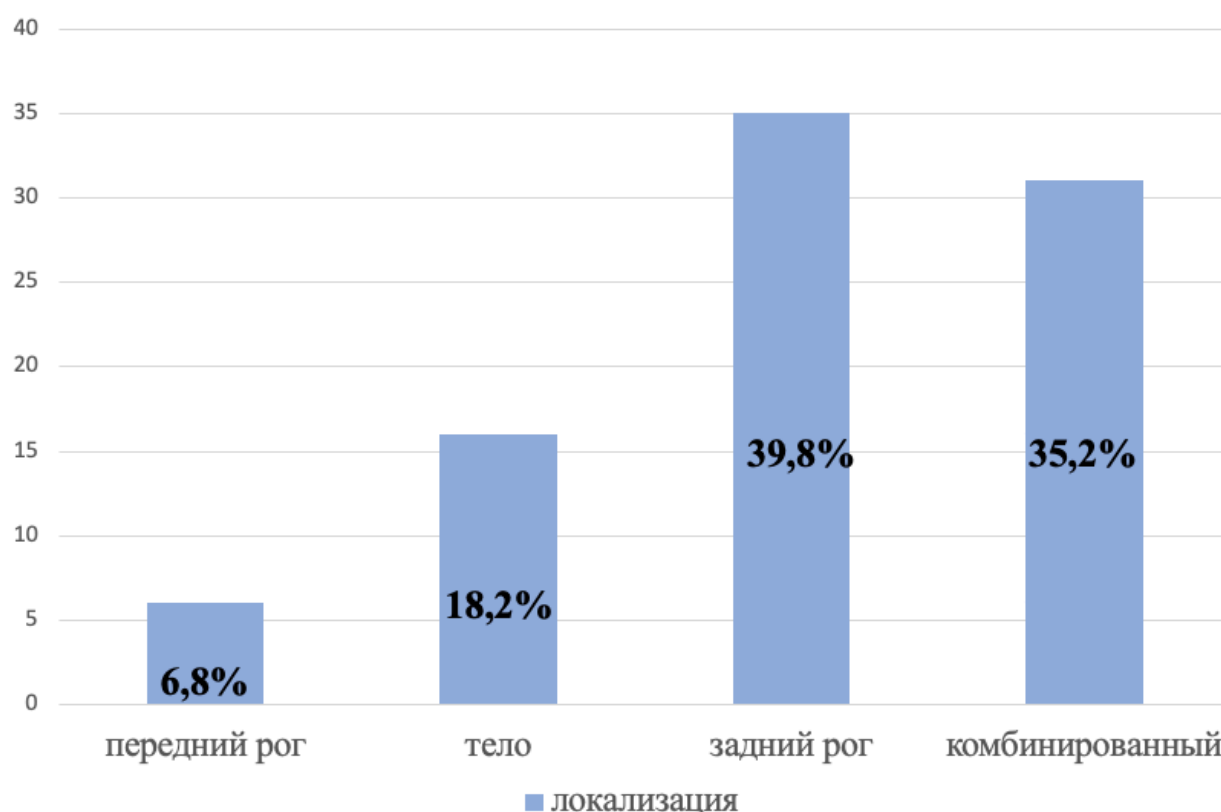


Диаграмма 12. Частота повреждений менисков по локализации среди детей, которым выполнен шов мениска

В ретроспективной группе всем детям с дискоидным менисков выполнялась менискэктомия по линии разрыва (4 пациента), в проспективной группе всем детям проводилась саусеризация и шов мениска (10 пациентов).

У 25 детей, которым выполнялся шов мениска, разрыв носил свежий характер (28,4%) и у 63 детей зона разрыва имела признаки застарелых изменений (71,6%). У 2 (20,0%) детей с дискоидными менисками выявлены свежие повреждения и у 8 (80,0%) детей изменения были застарелыми (таб.6, диагр.13). Различия между группами статистически незначимы (точный критерий Фишера,  $p=0,722$ ).

Таблица 6. Интраоперационный характер изменений ткани мениска в зоне разрыва

	Свежий разрыв мениска		Застарелый разрыв мениска	
	Количество	%	Количество	%
Шов мениска	25	28,4	63	71,6
Саусеризация	2	20	8	80
Точный критерий Фишера, $p=0,722$				

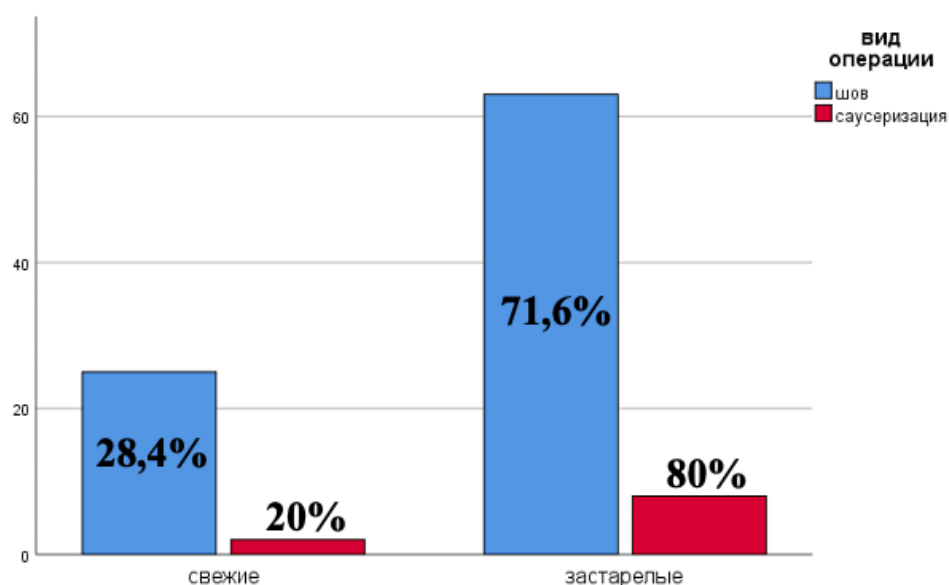


Диаграмма 13. Интраоперационный характер изменений ткани мениска в зоне разрыва.

Из 33 детей (25,4%) с повреждением по типу «ручки лейки» у 12 детей проведена менискэктомия (37,5%), 19 детям выполнен шов мениска (21,6%) и двум - саусеризация (20%).

Таблица 7. Распределение по использованным методикам шва мениска

			вид операции		Всего
			шов	саусеризация+ шов	
методика	снаружи внутрь	Количество	12	2	14
		%	12,2	2,0	14,3
	изнутри наружу	Количество	10	0	10
		%	10,2	0,0	10,2
	все внутри	Количество	29	1	30
		%	29,6	1,0	30,6
	комбинация методов	Количество	37	7	44
		%	37,8	7,1	44,9
Всего		Количество	88	10	98
		%	89,8	10,2	100,0

Шов по методике «снаружи внутрь» выполнен 14 детям (14,3%), «изнутри наружу» 10 детям (10,2%), «все внутри» 30 детям (30,6%) и в 44 случаях выполнена комбинация техник (44,9%) (таб. 7, диагр.10).

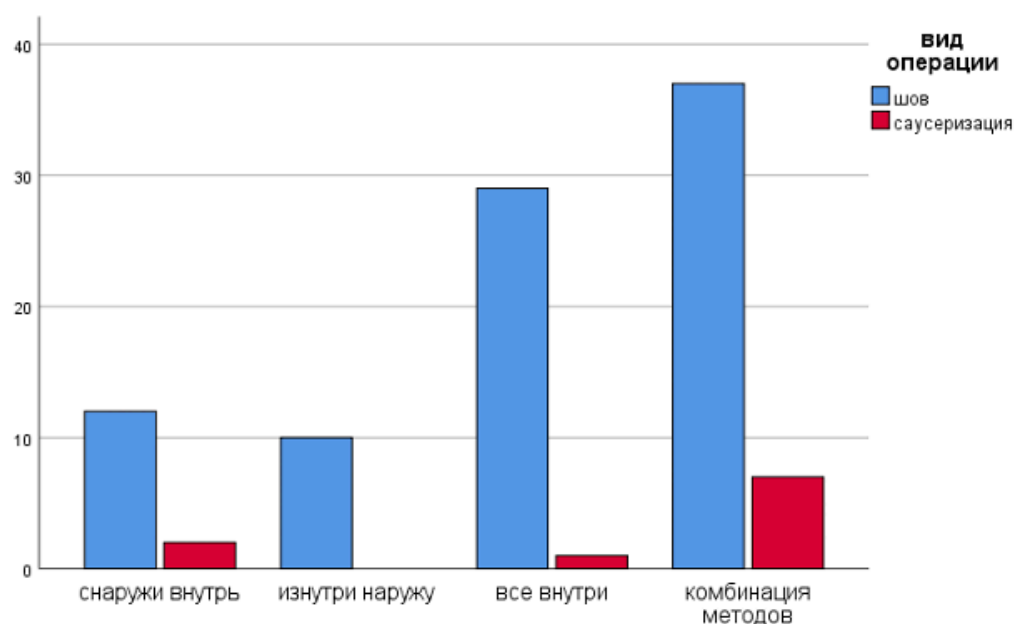


Диаграмма 14. Распределение по использованным методикам шва мениска.



Как видно из диаграммы 14, наиболее часто применялась комбинация методов шва мениска. Наиболее редко использовалась техника «изнутри наружу» как монометодика. Так же ни в одном случае у детей с симптоматическим дискоидным менисков данная методика не применялась изолированно.

В результате исследования выявлено, что выбор хирургической техники шва мениска не зависел от интраоперационного характера изменений мениска (свежий или застарелый), что представлено в таблице 8 и на диаграмме 15 (коэффициент корреляции  $r=0,99$ ).

Таблица 8. Взаимоотношение характера интраоперационных изменений мениска к применяемой методике шва мениска

			методика				всего
			снаружи внутри	изнутри наружу	Все внутри	Комбинация методов	
интраоперационный характер изменений	свежие	Количество	3	2	8	14	27
		%	3,1%	2,0%	8,2%	14,3%	27,6%
	застарелые	Количество	11	8	22	30	71
		%	11,2%	8,2%	22,4%	30,6%	72,4%
Всего		Количество	14	10	30	44	98
		%	14,3%	10,2%	30,6%	44,9%	100,0%

коэффициент корреляции  $r=0,99$

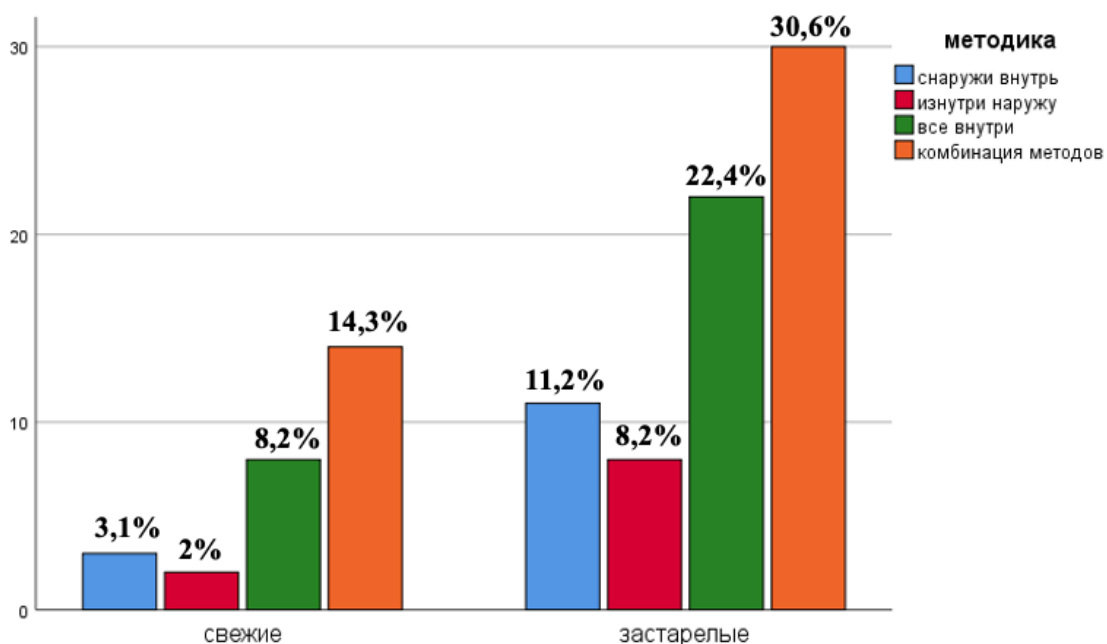


Диаграмма 15. Взаимоотношение характера интраоперационных изменений мениска к применяемой методике шва мениска

При повреждениях медиального мениска шов наиболее часто выполнялся с одномоментным использованием нескольких методик (18,4%) (таб.9). При это наиболее редко использовалась техника «снаружи внутрь» (4,1%).

Таблица 9. Применение методик шва мениска в зависимости от локализации разрыва

			методика				Итого
			снаружи внутри	изнутри наружу	все внутри	Комбинация методов	
диагноз	медиаль- ный	Количество	4	8	7	18	37
		%	4,1%	8,2%	7,1%	18,4%	37,8%
	латераль- ный	Количество	10	0	18	11	39
		%	10,2%	0,0%	18,4%	11,2%	39,8%
	оба мениска	Количество	0	2	5	15	22
		%	0,0%	2,0%	5,1%	15,3%	22,4%
Всего		Количество	14	10	30	44	98
		%	14,3%	10,2%	30,6%	44,9%	100,0%

При повреждениях латерального мениска для наложения шва чаще использовалась методика «все внутри» (18,4%) и вообще не применялась техника «изнутри наружу» (0%). В случаях, когда был выявлен разрыв обоих менисков в одном коленном суставе, наиболее часто применялась комбинация методов (15,3%) и ни разу не была применена техника «снаружи внутрь» (0%).

Для восстановления переднего рога мениска в большинстве случаев использовалась методика «снаружи внутрь» (5,1%) (таб.10). Для выполнения шва тела мениска наиболее часто использовалась комбинация техник (12,2%) и практически не использовался метод «все внутри» (1,0%). При этом наоборот наиболее популярной техникой восстановления заднего рога заднего рога мениска стала методика «все внутри» (22,4%).

Таблица 10. Частота применения техник шва мениска в зависимости от локализации разрыва

			методика				всего
			снаружи внутри	изнутри наружу	все внутри	Комбинация методов	
локализация	передний рог	Количество	5	1	0	0	6
		%	5,1%	1,0%	0,0%	0,0%	6,1%
	тело	Количество	2	2	1	12	17
		%	2,0%	2,0%	1,0%	12,2%	17,3%
	задний рог	Количество	3	2	22	8	35
		%	3,1%	2,0%	22,4%	8,2%	35,7%
	комбинированный	Количество	4	5	7	24	40
		%	4,1%	5,1%	7,1%	24,5%	40,8%
Всего		Количество	14	10	30	44	98
		%	14,3%	10,2%	30,6%	44,9%	100%

### 3.6 Отдаленные результаты после оперативного лечения

На сроках 6 месяцев с момента операции в проспективной группе на контрольные осмотры обратилось 82 пациента, среди которых 72 детям был выполнен шов мениска и 10 детям – саусеразикация в сочетании со швом.

Таблица 11. Жалобы через 6 мес после шва мениска

	Боль	Отек	Ограничение движений в суставе	Нестабильность	Хруст
Есть жалобы	13	2	17	0	2
Нет жалоб	59	70	55	72	70
Всего пациентов	72	72	72	72	72

Согласно таблице 11 у 25 детей (34,7%), которым был выполнен шов мениска, отмечались жалобы на: ограничение сгибания 17 детей (23,6%), боль 13 детей (18,1%), отек 2 ребенка (2,8%), хруст 2 ребенка (2,8%). Ни один пациент не отмечал жалоб на нестабильность коленного сустава.

При анализе 12 таблицы выявлено, что у 3 детей (30%), которым была выполнена саусеризация в сочетании со швом мениска, отмечались жалобы на боль. Других жалоб на сроках 6 мес после операции пациенты не отмечали.

Таблица 12. Жалобы через 6 мес после саусеризации и шва мениска

	Боль	Отек	Ограничение движений в суставе	Нестабильность	Хруст
Есть жалобы	3	0	0	0	0
Нет жалоб	7	0	0	0	0
Всего пациентов	10	10	10	10	10

По результатам клинического обследования на сроках 6 месяцев с момента операции у 22 детей (30,6%) выявлены отклонения от нормы (таб.13): ограничение сгибания у 18 детей (25%), отек у 3 пациентов (4,2%), боль при пальпации у 3 детей (4,2%). Симптом ПВЯ и симптом «баллотирования надколенника» отсутствовал у всех пациентов данной клинической группы наблюдения.

Стоит отметить, что у детей с симптоматическими дискоидными менисками после саусеризации на сроках 6 мес после операции не отмечалось каких-либо отклонений от нормы по данным физикального осмотра.

Таблица 13. Результаты физикального осмотра через 6 мес после шва мениска

	Отек		Ограничение сгибания в суставе		Боль при пальпации		Симптом ПВЯ		Симптом баллотирования надколенника	
	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%
Есть	3	4,2	18	25	3	4,2	0	0	0	0
Нет	69	95,8	54	75	69	95,8	0	0	0	0
Всего пациентов	72	100	72	100	72	100	72	100	72	100

На сроках 6 месяцев с момента операции наиболее часто жалобы встречались у детей, которым выполнялся шов мениска с одновременным применением нескольких методик (таб.14).

Таблица 14. Частота жалоб в зависимости от использованной техники шва мениска на сроках 6 месяцев после операции

			методика				Итого
			снаружи внутри	изнутри наружу	все внутри	Комбинация методов	
жалобы через 6 мес	нет	Количество	9	4	17	24	54
		%	11%	4,9%	20,7%	29,3%	65,9%
	есть	Количество	4	3	7	14	28
		% в методика	4,9%	3,7%	8,5%	17,1%	34,1%
Всего		Количество	13	7	24	38	82
		% в методика	15,9%	8,5%	29,3%	46,3%	100,0%

Одномоментное использование различных техник шва мениска проводилось при протяженных сложных разрывах, которые изначально имеют неблагоприятные прогнозы на восстановление структуры мениска и функции коленного сустава. Наиболее часто встречающейся жалобой на сроках 6 месяцев после операции являлось ограничение сгибания, что было подтверждено и по результатам клинического осмотра. Данное отклонение так же наиболее часто было выявлено у пациентов после выполнения шва мениска с применением комбинации методов (диагр.16), что так же наиболее вероятно связано с изначально более тяжелым повреждением мениска.

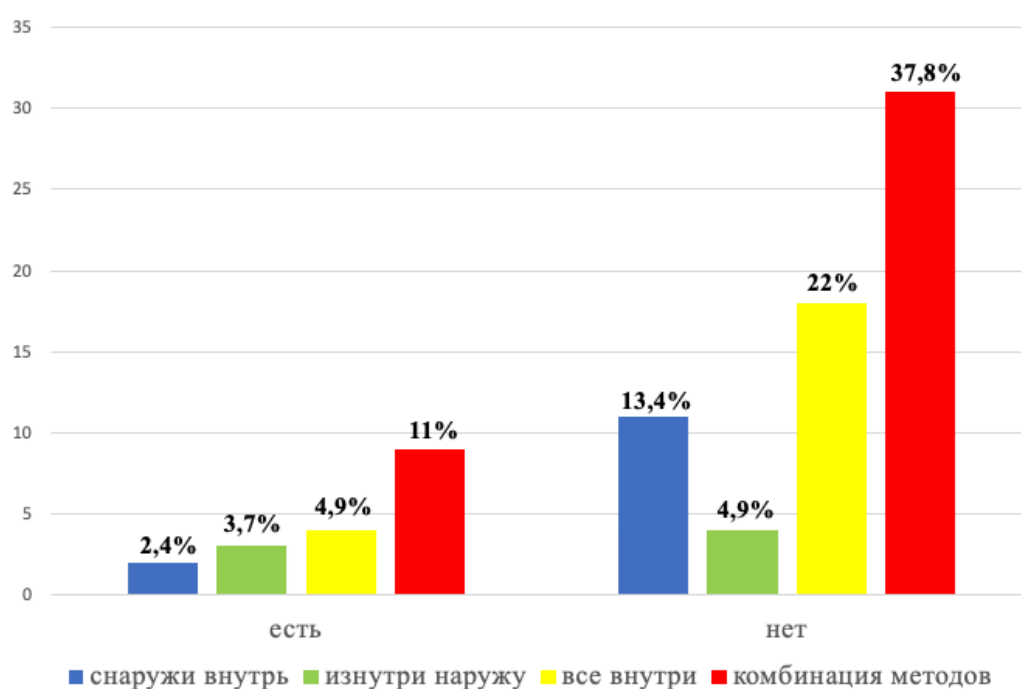


Диаграмма 16. Частота выявления ограничения сгибания в коленном суставе в зависимости от использованной техники шва мениска на сроках 6 месяцев после операции.

На сроках 6 месяцев после шва мениска у 18 детей отмечалось ограничение сгибания в коленном суставе (22%), в 3 случаях был выявлен отек коленного сустава (3,7%), у троих детей определялась боль при пальпации (3,7%).

Всем детям, которым выполнялся шов мениска, на сроках 6 месяцев с момента операции проводилась МРТ коленного сустава с целью анализа динамики

структурных характеристик поврежденного мениска в послеоперационной области и сравнения с предоперационными изменениями. Из всех детей, которым был выполнен шов мениска, МРТ на сроках 6 месяцев выполнило 77,8% пациентов (рис.32, 33).



Рисунок 32. МРТ до операции: разрыв заднего рога медиального мениска



Рисунок 33. МРТ после шва мениска заднего рога медиального мениска через 6 месяцев после операции

Так 32 рисунок иллюстрирует разрыв заднего рога медиального мениска, который выходит на суставную поверхность. На 33 рисунке представлен срез МРТ данной локализации, где определяется восстановление зоны повреждения, при этом форма мениска сохранена, однако сохраняются признаки синовита. У 52% пациентов, прошедших контрольное исследование, на МРТ через 6 месяцев после операции изменения в области повреждения не выявлены.

На контрольных исследованиях в области шва мениска сохранялся гиперинтенсивный сигнал у 48% пациентов при отсутствии жалоб и клинических проявлений повреждения мениска (рис. 34, 35).



Рисунок 34. МРТ до операции: разрыв заднего рога медиального мениска и заднего рога латерального мениска.





Рисунок 35. МРТ после шва мениска заднего рога медиального и латерального менисков через 6 месяцев после операции.

Как видно на рисунке 35 на сроках 6 месяцев после операции определяется полное восстановление заднего рога медиального мениска. При этом сохраняется зона с гиперинтенсивным сигналом в области заднего рога латерального мениска, которая имеет тенденцию к уменьшению.

Наличие гиперинтенсивного сигнала в зоне шва мениска можно интерпретировать как несросшийся разрыв. Однако при отсутствии жалоб и клинических признаков повреждения мениска данную МР-картину так же можно объяснить наличием «функциональной» рубцовой ткани в послеоперационной области, которая на МРТ выглядит аналогично свежему разрыву мениска. Первоначальная фиброваскулярная грануляционная ткань и более поздний зрелый фиброзно-хрящевой рубец создают повышенную интенсивность сигнала, что соответствует 3 степени повреждения по Stoller. Даже высокое качество МР-изображения не позволяет в полной мере дифференцировать функциональную

рубцовую ткань от несросшегося разрыва мениска, в связи с чем в послеоперационном периоде в первую очередь необходимо ориентироваться на наличие и характер жалоб, клиническую картину и анамнез (была ли повторная травма на этапе реабилитации, соблюдался ли ортопедический режим и т.д.).

Важно отметить, что в 88% случаев на контрольных МРТ сигнал, интерпретируемый как разрыв мениска, стал меньше по сравнению с таковым на предоперационных исследованиях. При этом форма мениска изменена была после шва мениска у 2% пациентов, минимальный синовит в 18% случаев.

Такие особенности МР-картины в послеоперационном периоде могут вызвать ошибочную интерпретацию незаживающего разрыва мениска. Большие по протяженности повреждения и разрывы по типу «ручки лейки» (рис. 36, 37) особенно могут иметь повышенную частоту сигнала 3 степени в послеоперационном периоде. Это связано с большой протяженностью линии разрыва, которая восстанавливается путем формирования большего по размеру участка, представленного функциональной рубцовой тканью.



Рисунок 36. МРТ до операции: разрыв медиального мениска по типу «ручки лейки» со смещением фрагмента мениска в сторону межмыщелковой вырезки.

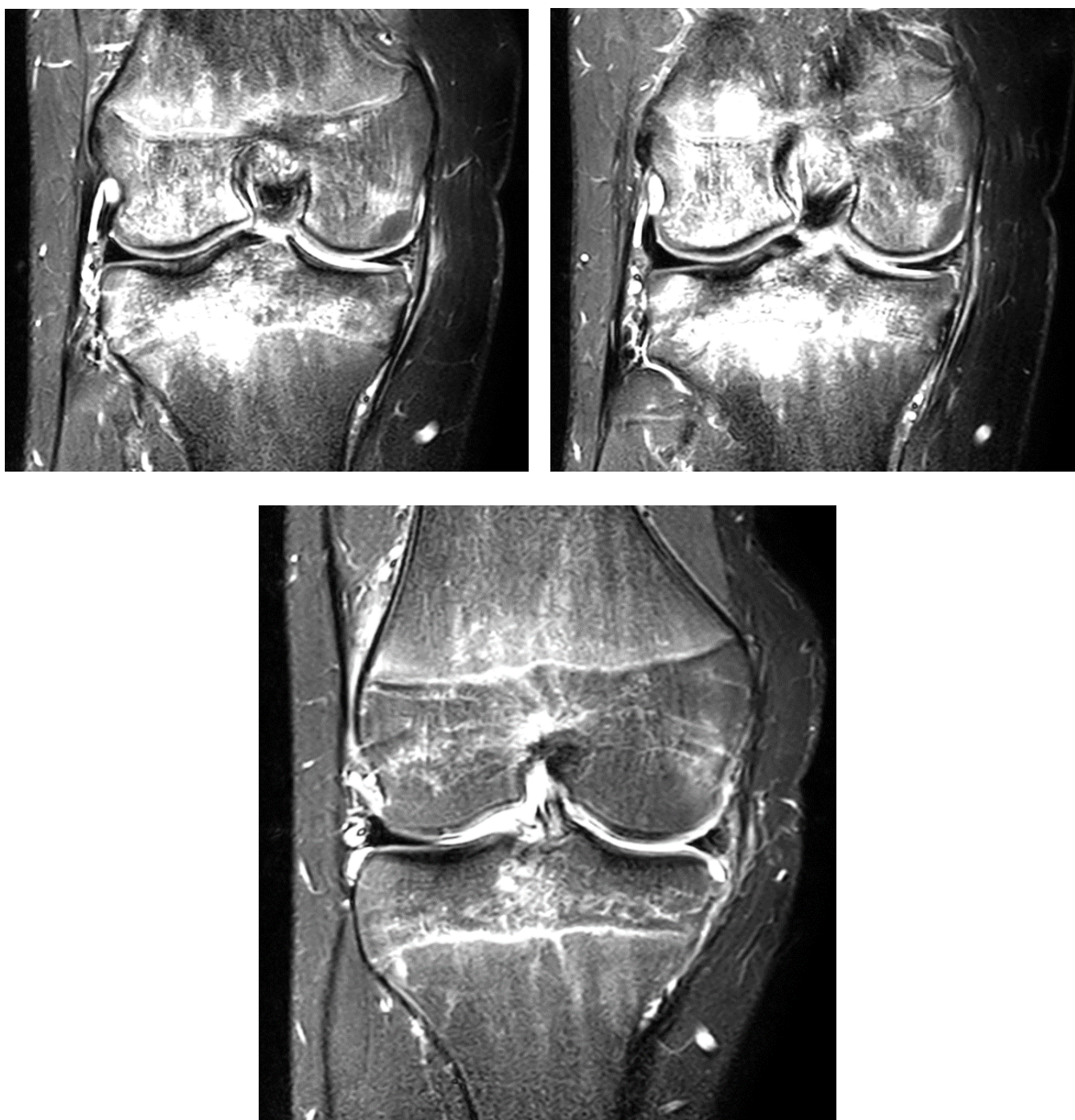


Рисунок 37. МРТ после шва медиального мениска с повреждением по типу «ручки лейки» через 6 месяцев после операции (представлено 3 среза во фронтальной проекции на протяжении: задний, средний и передний отделы коленного сустава).

Таким является следующий пример: на рисунке 36 изображен срез МРТ до операции, где определяется разрыв медиального мениска по типу «ручки лейки».

После шва мениска через 6 месяцев проведена контрольная МРТ, где на серии срезов (рис.37) в заднем отделе и в области тела мениска определяется полное восстановление медиального мениска (сигнал нормальной интенсивности). При этом сохраняется зона с гиперинтенсивным сигналом в области переднего рога медиального мениска. Однако отсутствие признаков синовита, физиологичная форма мениска и его анатомически правильное расположение позволяет заключить, что результат лечения удовлетворительный.

Как видно по диаграмме 17 у 55,2% детей после шва мениска по результатам контрольной МРТ имеется гиперинтенсивный сигнал в зоне повреждения.

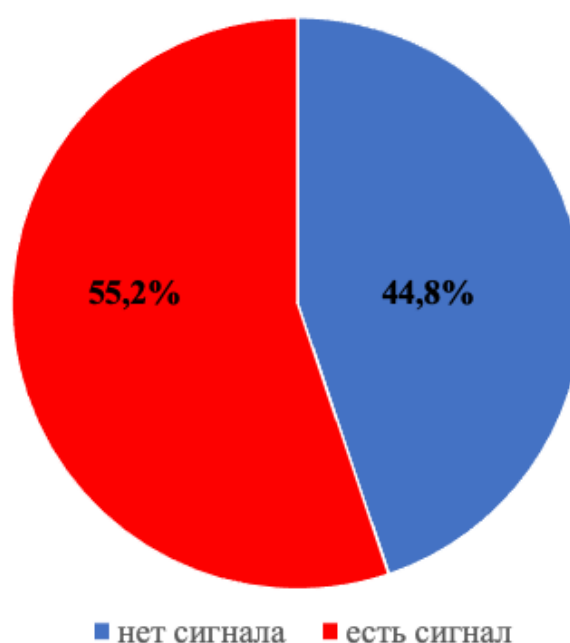


Диаграмма 17. Частота выявления гиперинтенсивного сигнала на контрольной МРТ через 6 мес после шва мениска в зоне повреждения.

Важно отметить, что у 87,5% (от всех детей, которые выполнили контрольное исследование) детей после шва мениска по результатам МРТ на сроках 6 мес с момента операции отмечается уменьшение интенсивности и размера гиперинтенсивного сигнала в области разрыва мениска. У всех детей, которым выполнялся шов мениска с использованием методики «изнутри наружу», на контрольной МРТ гиперинтенсивный сигнал в зоне разрыва не выявлен (диагр. 18).

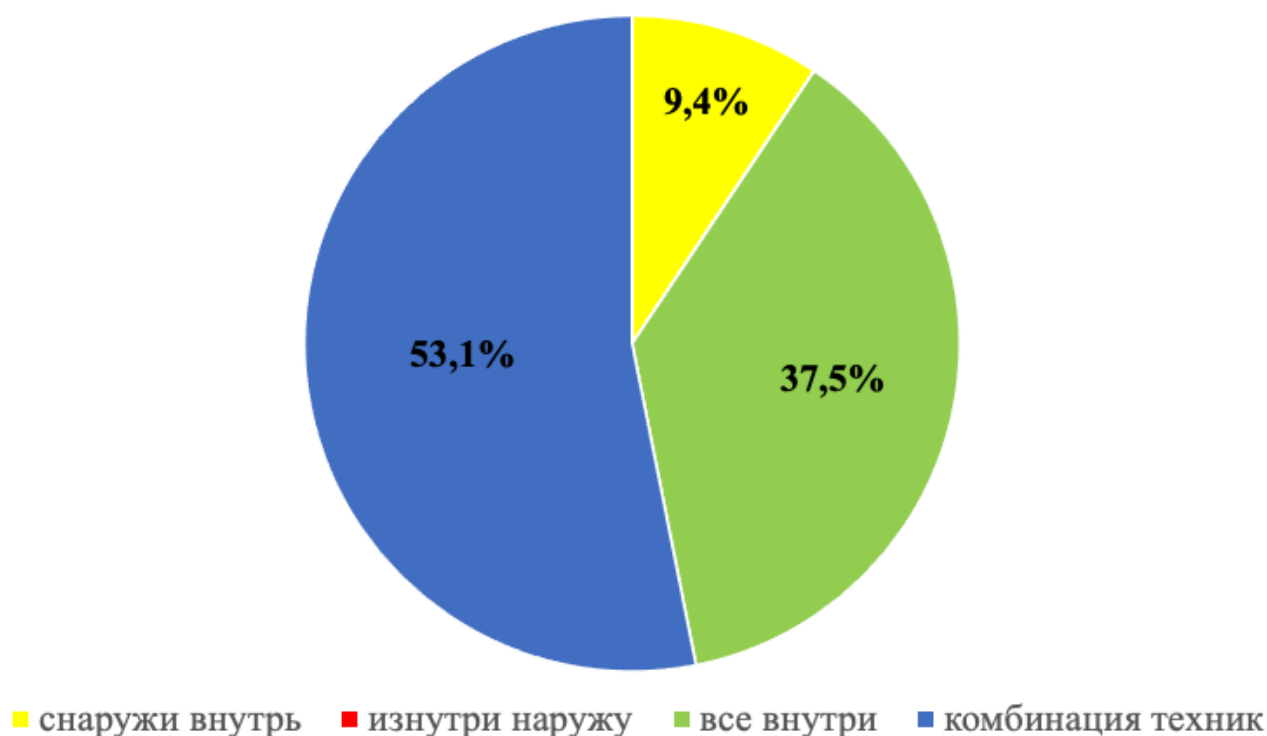


Диаграмма 18. Частота встречаемости гиперинтенсивного сигнала на контрольной МРТ через 6 мес после восстановления мениска в зависимости от техники шва

Среди изолированно использованных методик чаще повышенный сигнал в зоне повреждения после шва мениска определялся у пациентов, которым шов проводился по технике «все внутри» (37,5% от всех детей, у которых по данным МРТ выявлен гиперинтенсивный сигнал через 6 мес). Наиболее часто изменения интенсивности сигнала в зоне повреждения мениска встречался у детей, у которых для восстановления мениска применялась комбинация методов, что в большинстве случаев обусловлено изначально более тяжелой степенью разрыва мениска.

Изменение формы мениска на контрольной МРТ через 6 мес после операции отмечалось после шва мениска с применением нескольких методик и у детей с симптоматическими дискоидными менисками после саусеризации в сочетании со швом мениска (точный критерий Фишера  $<0,001$ ).

В проспективной группе дети, которым выполнена частичная менискэктомия, выполняли контрольную МРТ на сроках 6 мес после операции (n=6). На данных сроках значимых изменений не было выявлено (рис.38).

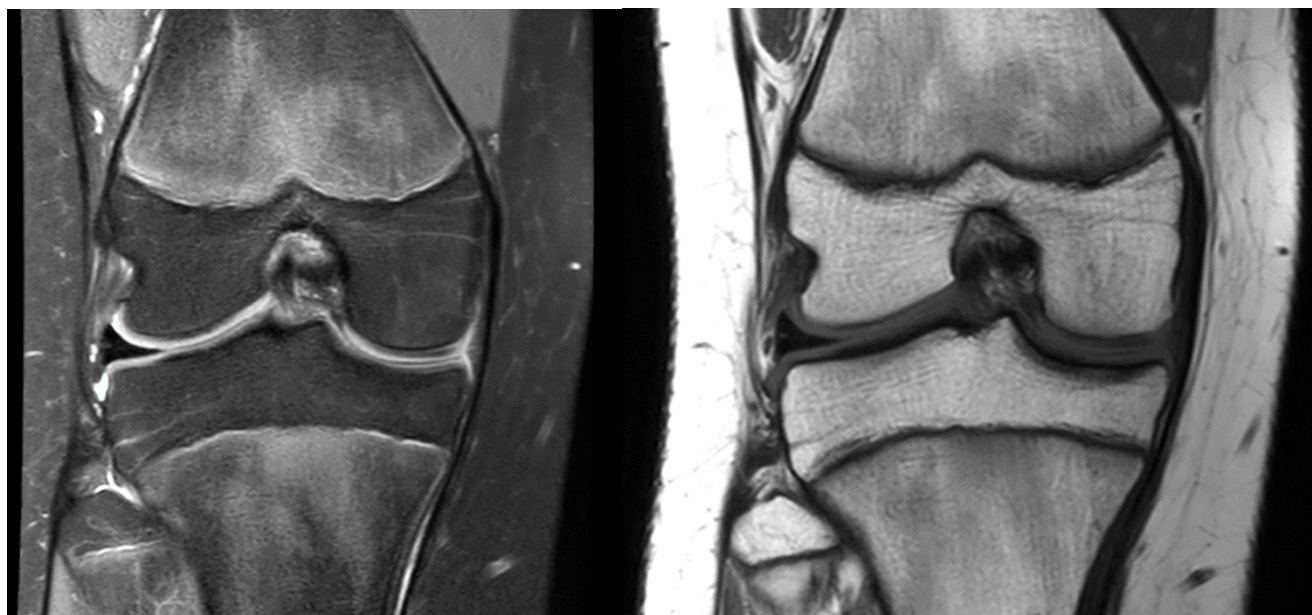


Рисунок 38. МРТ правого коленного сустава через 6 месяцев после резекции тела медиального мениска.

На представленных МР-срезах на рисунке 38 имеются признаки начальных дистрофических изменений хряща медиального мыщелка бедренной кости, тенденция к развитию хондропатии. Несмотря на то, что толщина хряща медиального мыщелка бедренной кости и медиального отдела плато большеберцовой кости не снижена, определяется незначительный отек и уплотнение хряща в области контакта с плато большеберцовой кости. Сигнал от субхондральных отделов медиального мыщелка с признаками слабо выраженного склероза. Так же имеются признаки минимального синовита. Изменения, описанные на рисунке 38, являются предвестником развивающегося остеоартрита.

На рисунке 39 представлены срезы МРТ правого коленного сустава через 3 года после тотальной резекции латерального дискоидного мениска, где имеют МР-признаки артроза



Рисунок 39. МРТ правого коленного сустава после субтотальной резекции латерального дискоидного мениска через 3 года после операции.

Отмечается отек, деформация и узурация латеральной суставной поверхности эпифиза большеберцовой кости с субкортикальным склерозом и наличие субхондральных кист. Суставной хрящ в латеральных отделах плато большеберцовой кости прослеживается фрагментарно. В наружных краевых отделах бедренной и большеберцовой костей определяются остеофиты. Данные изменения являются необратимыми.

Оценка отдаленных результатов хирургического лечения повреждений менисков в проспективной группе проводился на сроках 12 месяцев после операции (n=80). Среди них 6 детей после менискэктомии, 65 пациентов после шва мениска и 9 детей с дискоидными менисками, которым проводилась саусеризация

и шов. В ретроспективную группу вошло 23 пациента: срок наблюдения составил от 1 до 3 лет с момента операции. Всего на сроках 12 месяцев и более после хирургического вмешательства результаты лечения были оценены у 103 детей.

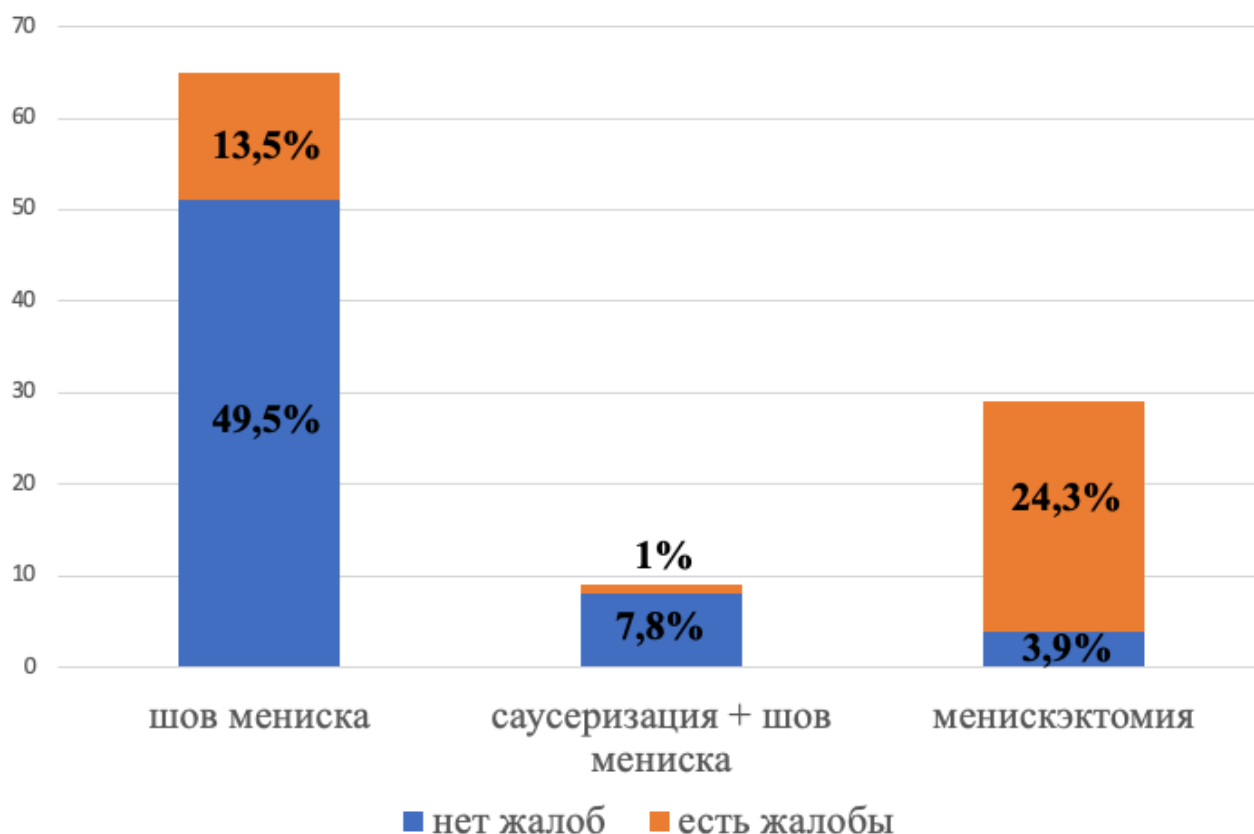


Диаграмма 19. Частота встречаемости жалоб после операции на сроках 12 месяцев и более.

Диаграмма 19 демонстрирует, что из 103 детей у 63 (61,2%) нет жалоб после оперативного лечения. У 40 пациентов (38,8%) на сроках 12 месяцев и более после хирургического лечения выявлены жалобы, среди них 14 человек после шва мениска (13,5%), 1 ребенок после саусеризации (1%) и 25 детей после менискэктомии (24,3%).

На сроках 12 месяцев и более после операции по поводу повреждения мениска дети отмечали такие жалобы как боль, хруст, ограничение движений (иногда вплоть до блока сустава) и отек (таб.15).



Таблица 15. Жалобы на сроках 12 и более после операции

	боль	хруст	ограничение движений	отек	всего
Шов мениска					65
есть	4 (3,9%)	2 (1,9%)	7 (6,8%)	1 (1%)	
нет	61 (59,2%)	63 (61,3%)	58 (56,3%)	64 (62,2%)	
Саусеризация + шов мениска					9
есть	1 (1%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	
нет	8 (7,7%)	9 (8,7%)	9 (8,7%)	9 (8,7%)	
Менискэктомия					29
есть	18 (17,5%)	19 (18,4%)	7 (6,8%)	10 (9,7%)	
нет	11 (10,7%)	10 (9,7%)	22 (21,4%)	19 (18,4%)	
всего	103 (100%)	103 (100%)	103 (100%)	103 (100%)	103 (100%)

У детей после шва мениска наиболее часто отмечались жалобы на ограничение сгибания ( $n=7$ , 6,8%) и наиболее редко встречался периодически возникающий отек коленного сустава ( $n=1$ , 1%). Важно отметить, что наиболее часто ограничение сгибания встречалось у детей, у которых имелся разрыв по типу «ручки лейки» ( $n=5$ ).

Среди детей, которым была выполнена саусеризация со швом мениска, у 1 ребенка отмечались жалобы на боль ( $n=1$ , 1%). Другие жалобы в данной группе пациентов не отмечались. На сроках 12 месяцев и более после менискэктомии жалобы встречались чаще: у 25 детей из 29 всех, кто обратился на контрольный осмотр после операции. Наиболее частыми жалобами в данной группе пациентов были боль ( $n=18$ , 17,5%) и хруст ( $n=19$ , 18,4%).

По результатам проведенного лечения на сроках 12 месяцев и более с момента операции всех пациентов можно разделить на 3 группы: хорошие, удовлетворительные и неудовлетворительные (таб.16). Результаты лечения 20 детей на вышеуказанных сроках неизвестны.

Таблица 16. Отдаленные результаты лечения на сроках 12 мес и более с момента операции

результат лечения	критерии оценки результата	количество
хороший	жалоб нет, функция сустава восстановлена полностью, пациент удовлетворен результатом	63 (57,3%)
удовлетворительный	есть жалобы и/или дефицит сгибания в коленном суставе, пациент удовлетворен результатом	32 (29,1%)
неудовлетворительный	есть жалобы, ограничение сгибания или иные проявления потери функции, пациент не удовлетворен результатом, отказ от контрольных осмотров, исследований и анкетирования	15 (13,6%)
Всего		110 (100%)

У 63 детей были получены хорошие результаты (отсутствие жалоб, полное восстановление функции сустава, удовлетворенность пациента результатом лечения). У 32 пациентов получен удовлетворительный результат лечения: у

данных детей отмечаются какие-либо жалобы и/или имеется неполное восстановление движений в коленном суставе. При этом наличие данных отклонений не снижают качество жизни, и пациенты полностью удовлетворены результатом лечения. У 15 пациентов получен неудовлетворительный результат: имеются жалобы, нарушена функция сустава, определяются клинические проявления остеоартрита.

Часть пациентов с плохим результатом лечения были настолько не удовлетворены своим самочувствием, что отказались приходить на повторные осмотры, выполнять контрольные исследования и проходить анкетирование в послеоперационном периоде (n=10). Среди детей с неудовлетворительным результатом 7 детей перенесли тотальную менискэктомию.

Согласно данным, отраженным в таблицах 10, 11 и 14, при динамическом анализе боли в области коленного сустава до операции и после шва мениска, а также после саусеризации в комбинации со швом мениска на сроках 6 и 12 месяцев после лечения определяются статистически значимые изменения болевых ощущений в виде их уменьшения ( $p < 0,001$  и  $p < 0,002$  соответственно).

С целью оценки наличия/отсутствия признаков остеоартрита после оперативного лечения проводилась рентгенография коленного сустава. У детей, которым проводился шов мениска или саусеризация в сочетании со швом мениска данное исследование выполнялось через 1 год после операции. В ретроспективной группе детям после менискэктомии проводилась рентгенография по факту обращения с целью контрольного осмотра (на сроках от 1 до 6 лет после операции). В проспективной группе после менискэктомии рентгенография выполнялась через 1 год после операции.

Как видно из таблицы 17 всего контрольную рентгенографию коленного сустава после операции выполнило 50 пациентов. Из них 35 детей после шва мениска (40,2%), 6 детей после саусеризации и шва мениска (6,9%) и 9 пациентов после менискэктомии (10,3%). При этом у 42 детей отсутствовали признаки

остеоартрита (рис. 40), среди них 35 был выполнен шов мениска (40,2%), 6 саусеризация (6,9%) и 1 частичная менискэктомия (1,1%).

Таблица 17. Результаты рентгенографии коленного сустава после оперативного лечения

Наличие Rg коленного сустава после операции и признаков ОА		Шов мениска	Саусеризация + шов мениска	Менискэктомия	Всего
нет Rg	Количество	31	4	2	37
	%	35,6%	4,6%	2,3%	42,5%
Есть Rg, нет признаков ОА	Количество	0	0	8	8
	%	0%	0%	9,2%	9,2%
Есть Rg, есть признаки ОА	Количество	35	6	1	42
	%	40,2%	6,9%	1,1%	48,3%
Всего	Количество	66	10	11	87
	%	75,9%	11,5%	12,6%	100%



Рисунок 40. Рентгенография коленных суставов через 1 год после шва мениска (выполнен шов заднего рога медиального мениска левого коленного сустава).

У 8 детей на контрольных рентгенограммах отмечались признаки остеоартрита коленного сустава: сужение суставной щели, субхондральный склероз, деформация суставных поверхностей и остеофиты. Степень выраженности данных изменений варьировала в зависимости от объема резекции мениска и от сроков с момента операции (рис. 41, 42). Всем 8-ми пациентам, у которых выявлены данные изменения, была выполнена частичная менискэктомия.

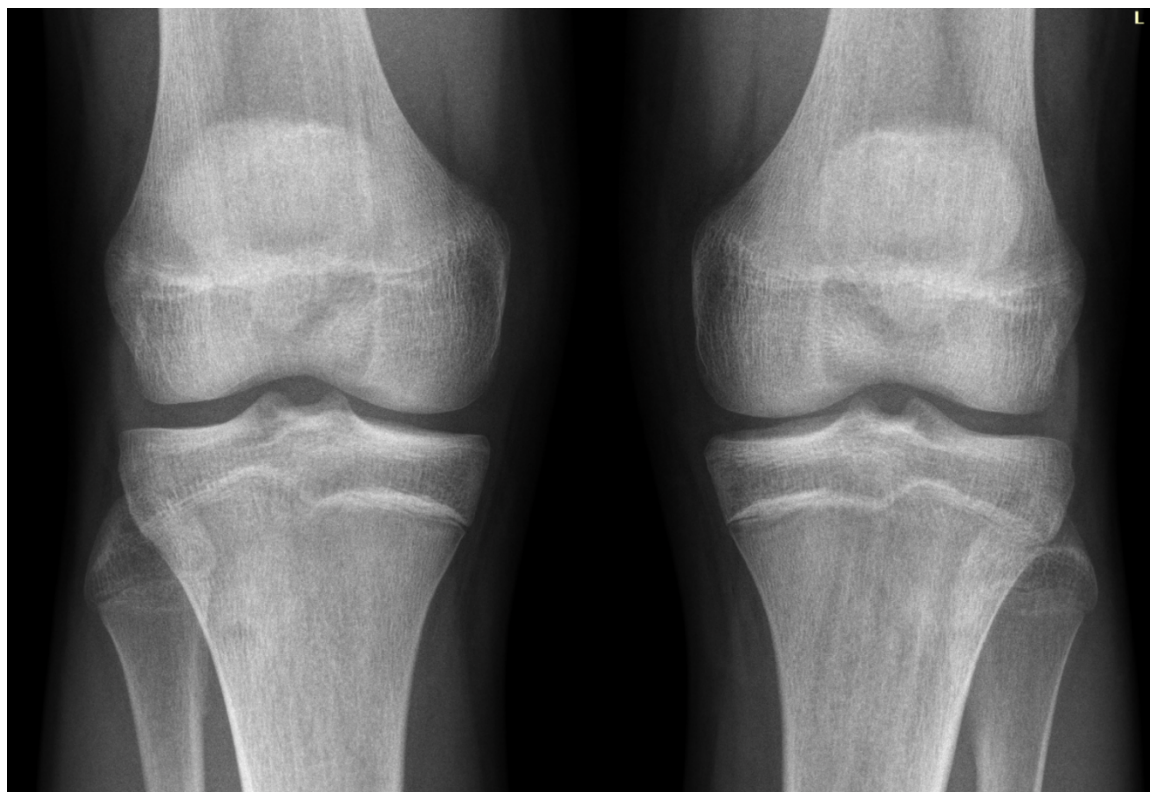


Рисунок 41. Рентгенограмма коленных суставов через 1 год после частичной менискэктомии заднего рога латерального мениска и тела медиального мениска правого коленного сустава.

На рисунке 41 представлена рентгенограмма коленных суставов через 1 год после частичной менискэктомии заднего рога латерального мениска и тела медиального мениска правого коленного сустава, где отмечаются минимальные изменения в виде незначительного уплотнения суставных поверхностей большеберцовой кости и их заострения. Важно отметить, что несмотря на

минимальную степень изменений, признаки ОА после менискэктомии имеются, в отличие от рентгенограмм пациентов, которым был выполнен шов мениска.



Рисунок 42. Рентгенограмма правого коленного сустава через 3 года после частичной менискэктомии латерального мениска.

Значительно отличается рисунок 42, где представлена рентгенограмма правого коленного сустава через 3 года после частичной менискэктомии латерального мениска. В данном случае имеется деформация и узурация суставных поверхностей латерального мыщелка бедренной кости и латерального отдела плато большеберцовой кости. Здесь же определяется субхондральный склероз и остеофиты. Суставная щель в латеральном отделе сужена. Таким образом, рентгенологическая картина остеоартита развивается длительно и зависит не только от объема резекции мениска, но и от сроков с момента операции.

Через 1 год и более после операции 77 детей прошло анкетирование по шкалам KOOS-Child и Pedi-IKDC. 10 детей отказались от анкетирования, из них 7 пациентов - после тотальной менискэктомии. Шкалы KOOS-Child и Pedi-IKDC являются адаптированными для детей версиям взрослых анкет для оценки остеоартроза коленного сустава (KOOS-Child) и восстановления функции сустава после операции (Pedi-IKDC).

Медианное значение результатов исследования у детей после частичной менискэктомии по шкале KOOS-Child составило 87% из 100% (71;96,5), по шкале Pedi-IKDC - 82% из 100% (57,5;95,7). Медианное значение результатов исследования у детей после шва мениска по шкале KOOS-Child составило 87% из 100% (81,5;93,5), по шкале Pedi-IKDC – 83,9% из 100% (74,8;93,2). Медианное значение результатов исследования у детей после саусеризации и шва мениска по шкале KOOS-Child составило 86% из 100% (78;96), по шкале Pedi-IKDC – 79,3% из 100% (62,1;96,5). Выявленные различия статистически незначимы ( $p=0,989$  для KOOS-Child,  $p=0,868$  для Pedi-IKDC), что подтверждают диаграммы 20 и 21.

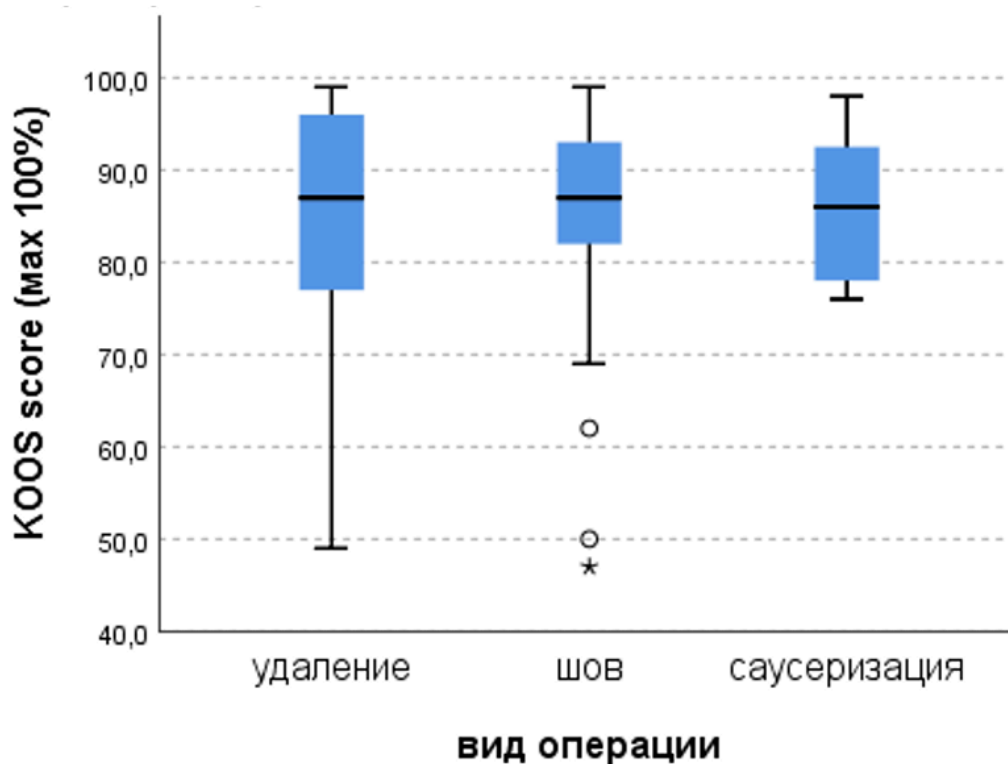


Диаграмма 20. Результаты анкетирования по шкале KOOS-Child на сроках 12 месяцев с момента операции.

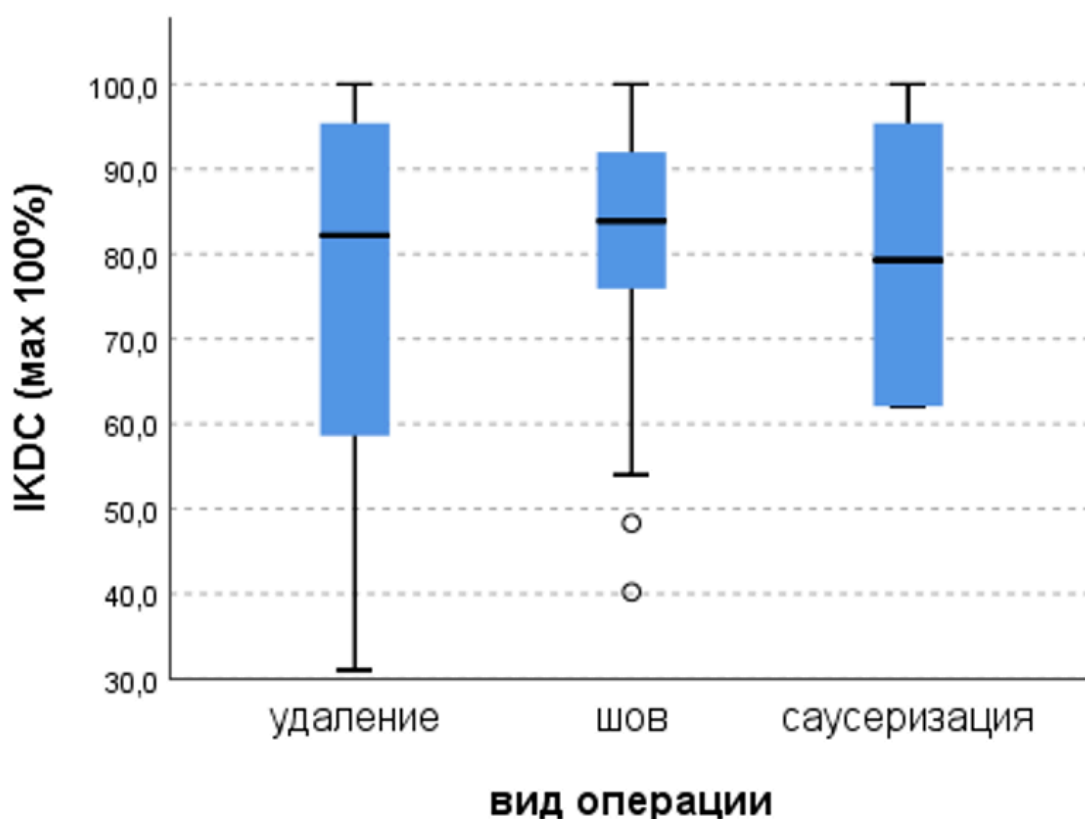


Диаграмма 21. Результаты анкетирования по шкале Pedi-IKDC на сроках 12 месяцев с момента операции.

В группе детей, которым выполнялась менискэктомия, осложнений не было. У 7 пациентов (8%), которым был выполнен шов мениска, выявлены осложнения в виде: гематомы в послеоперационной области (1), киста в области шва мениска (1), нейропатия n.saphenus, которая проявлялась в виде снижения чувствительности по переднемедиальной поверхности голени (5). На сроках 12 месяцев с момента операции только у 1 пациента по данным контрольной МРТ сохранилась киста в области швов, которая не беспокоила ребенка. Остальные осложнения были купированы полностью.

Таким образом, динамический анализ боли в области коленного сустава до операции, после шва мениска и после саусеризации в комбинации со швом мениска выявил статистически значимые изменения болевых ощущений в виде их уменьшения ( $p < 0,001$  и  $p < 0,002$  соответственно), что характеризует данные методики как высокоэффективные. Несмотря на статистически незначимые



отличия результатов анкетирования после шва мениска и частичной менискэктомии, полученные данные имеют большое клиническое значение.

### **3.7 Результаты лечения дискоидных менисков**

Всего в данное исследование было включено 12 детей с дискоидными менисками (14 коленных суставов). В 4 случаях была выполнена менискэктомия по зоне разрыва мениска, что составило 12,5% от всех проведенных менискэктомий. В 10 случаях выполнена саусеризация с последующим выполнением шва мениска.

В проспективной части исследования оценивались жалобы и клиническая картина до операции, на сроках 6 и 12 месяцев после операции. До операции дети жаловались на боль в области коленного сустава (100%) и блок (50%). В результате оценки локального статуса было выявлено: блок сустава (80%), боль (80%), отек (10%).

На сроках 6 месяцев с момента операции у 3 детей (30%), которым была выполнена саусеризация и шов мениска, отмечались жалобы на боль. По результатам клинического обследования через 6 месяцев после саусеризации ни у одного из детей не выявлено каких-либо отклонений от нормы. Через 12 месяцев с момента операции у 1 ребенка (10%) сохранились жалобы на боль. По результатам клинического обследования через 12 месяцев после саусеризации так же ни у одного из детей не выявлено каких-либо отклонений от нормы.

С целью улучшения результатов лечения дискоидных менисков в ходе исследования был разработан метод наложения шва мениска для хирургического лечения симптоматических дискоидных менисков I и II типов по Watanabe (№ 2751416 C1) [19], в том числе паракапсулярных повреждений (№ 2741704 C1) [17].

### **3.8 Клинический пример**

Девочка Ольга М., 11 лет, обратилась в КДЦ МДГКБ с болями в области правого коленного сустава, которые беспокоили ребенка в течение нескольких лет.

Клинически определялась боль при пальпации в проекции суставной щели, щелчки при сгибании и разгибании, положительные пробы McMurray, Apley, Steinmann. Выполнена МРТ, по результатам которой выявлено повреждение латерального дискоидного мениска правого коленного сустава (рис.43).

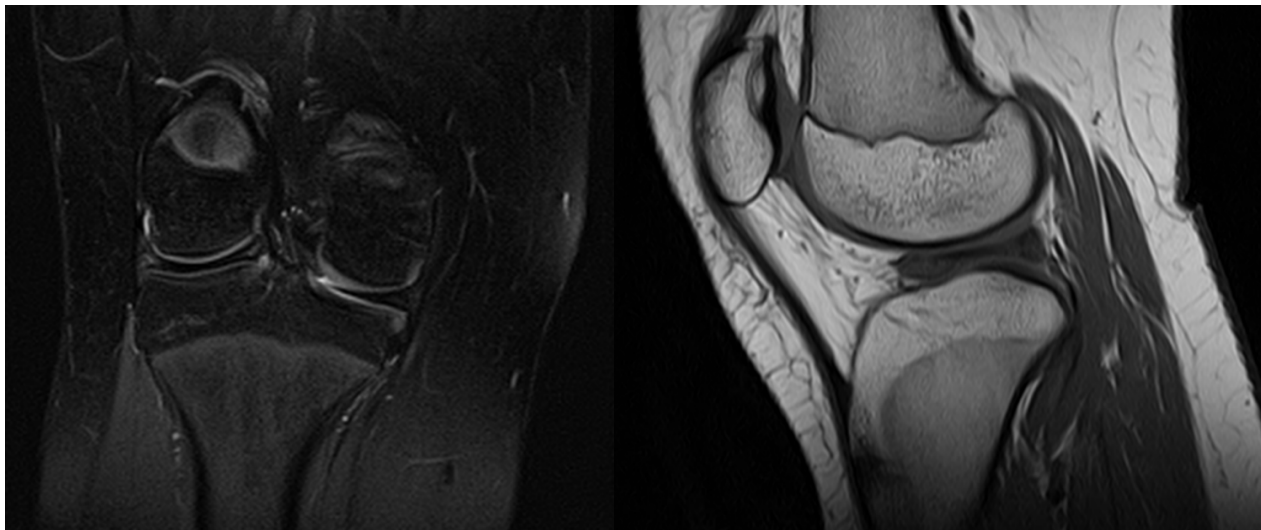


Рисунок 43. МРТ правого коленного сустава. Повреждение латерального дискоидного мениска

Было рекомендовано оперативное лечение в плановом порядке, однако через несколько дней по причине возникновения блока правого коленного сустава после незначительной травмы ребенок был госпитализирован в экстренном порядке в отделение травматологии и ортопедии ГБУЗ Морозовской ДГКБ ДЗМ.

На момент обращения отмечались жалобы на усилившуюся боль в области правого коленного сустава, а также невозможность полного разгибания и сгибания. При клиническом осмотре выявлен незначительный отек в области правого коленного сустава, резкое ограничение движений за счет болевого синдрома.

Учитывая данные анамнеза, жалоб и клинической картины, инструментальных методов исследования наиболее вероятно в результате травмы увеличилась линия разрыва латерального дискоидного мениска, что стало причиной блока правого коленного сустава. В срочном порядке выполнена артроскопия правого коленного сустава, по результатам которой диагноз был подтвержден (рис.44).

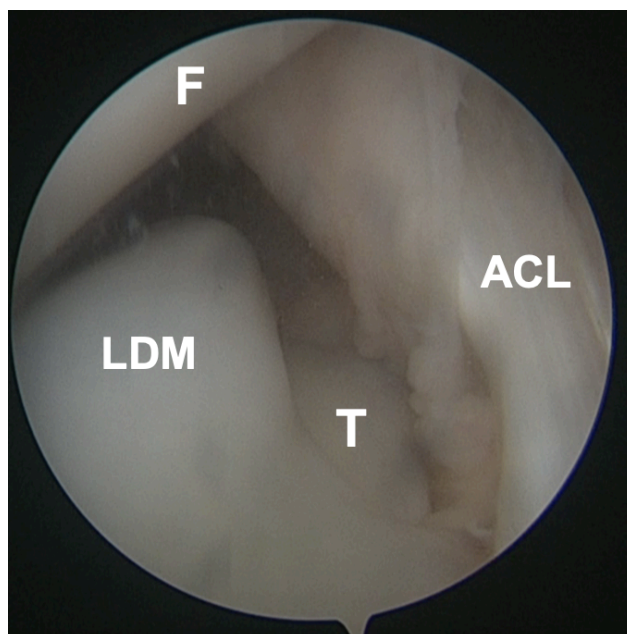


Рисунок 44. Интраоперационная картина. F – латеральный мыщелок бедренной кости, T – плато большеберцовой кости, ACL – ПКС, LDM - латеральный дискоидный мениск.

Выявлено, что центральная часть мениска рубцово изменена, линия повреждения имеет разнонаправленный характер, а горизонтальный разрыв распространен вплоть до капсулы сустава (рис.45).

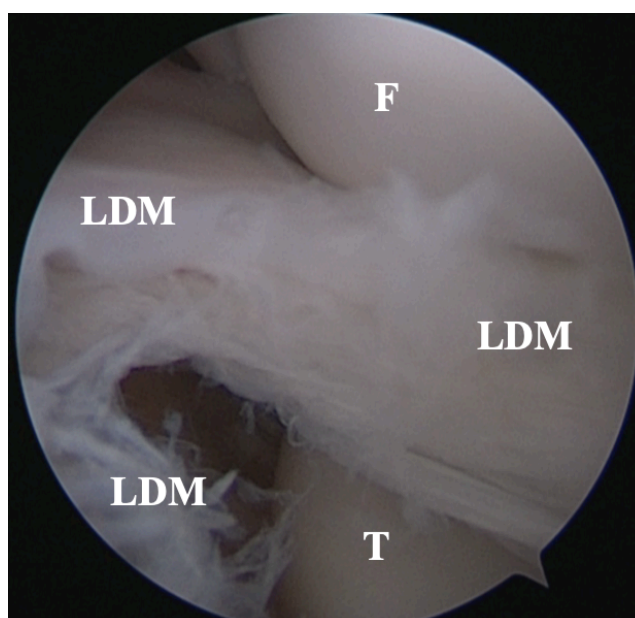


Рисунок 45. Интраоперационная картина. F – латеральный мыщелок бедренной кости, T – плато большеберцовой кости, LDM - латеральный дискоидный мениск.

В связи с этим был выполнен шов оставшейся части латерального дискоидного мениска. В данном случае был использован следующий подход (Патент РФ Способ хирургического лечения повреждений дискоидного мениска I-II типа по Watanabe у детей № 2751416 C1) [19]: исключение наложения швов через край мениска с целью предотвращения его деформации в перпендикулярном линии разрыва направлении. Швы были расположены в шахматном порядке с шагом 0,5 см (рис. 46).

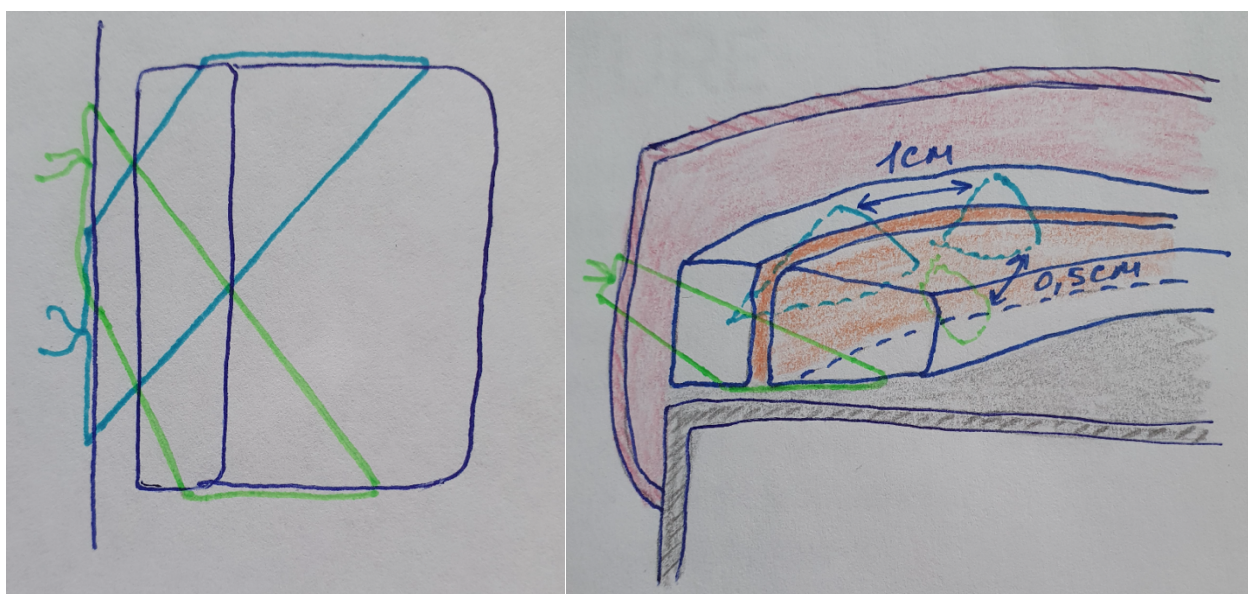


Рисунок 46. Схема метода наложения шва мениска для хирургического лечения симптоматических дискоидных менисков I и II типов по Watanabe (Патент РФ Способ хирургического лечения повреждений дискоидного мениска I-II типа по Watanabe у детей № 2751416 C1).

Ранний послеоперационный период протекал без особенностей. Имобилизация проводилась в течение 6 недель с применением задней гипсовой лонгеты, которая далее была заменена на шарнирный ортез. Угол сгибания увеличивался каждые 7 дней на 15 градусов. Осевая нагрузка на правую нижнюю конечность была исключена на 6 недель. На сроках 3 месяца с момента операции у ребенка клинически отмечался полный объем движений в правом коленном

суставе, отсутствие отека и выпота в полости сустава. Однако ребенок предъявлял жалобы на боль внутри коленного сустава. При этом со слов девочки характер боли отличался от тех ощущений, которые отмечались до операции.

С учетом жалоб и отсутствия эффекта от ЛФК, было принято решение о проведении ревизионной артроскопии. Был выявлен рубцовый тяж между телом Гоффа и ПКС, который был удален, и наиболее вероятно являлся причиной болевых ощущений, так как после операции болевой синдром был полностью купирован.

При визуальной оценке состояния латерального мениска на сроках 3 месяца от первой операции выявлено, что оставшаяся часть дискоидного латерального мениска, которая была утолщена и деформирована, приобрела физиологическую форму, напоминающую «обычный» латеральный мениск. Швы мениска были состоятельны, зона разрыва макроскопически не определялась (рис.47).

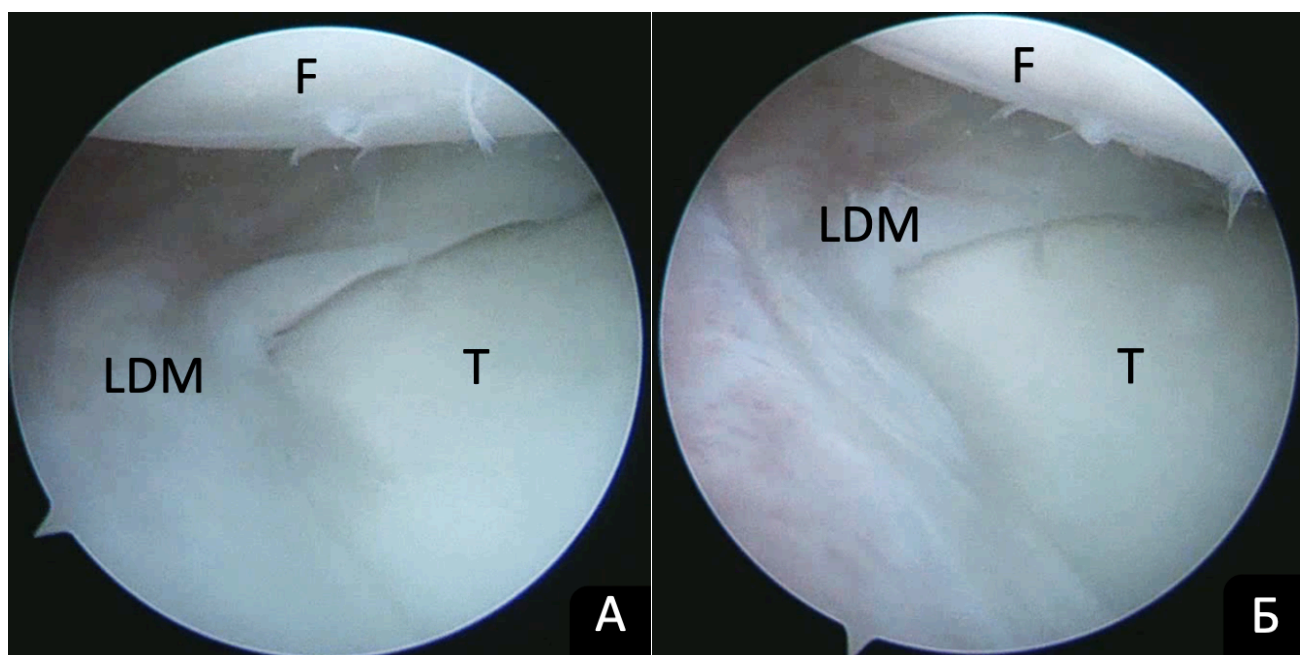


Рисунок 47. А, Б. Интраоперационная картина через 3 месяца: дискоидный латеральный мениск приобрел физиологическую форму. F – латеральный мыщелок бедренной кости, Т – плато большеберцовой кости, LDM - латеральный дискоидный мениск

На сроках 6 месяцев после саусеризации и шва мениска была выполнена контрольная МРТ, на которой латеральный мениск имеет физиологическую формы, расположен анатомически правильно и имеет признаки восстановления: линия разрыва не определяется (рис.48).

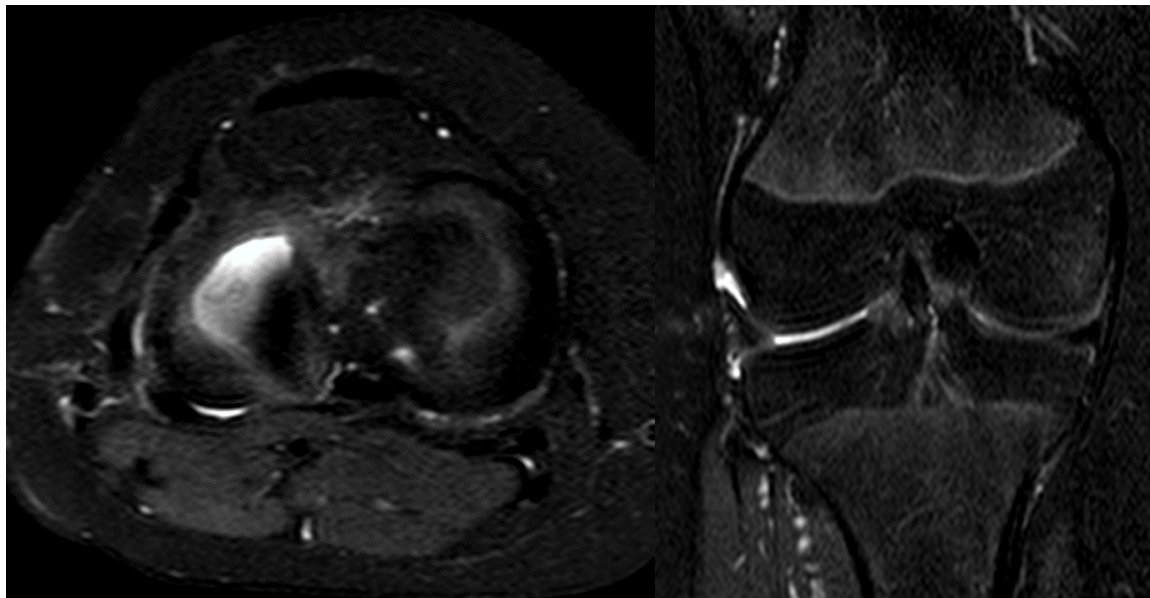


Рисунок 48. МРТ правого коленного сустава через 6 месяцев после саусеризации и шва латерального дискоидного мениска

Через 12 месяцев после операции была выполнена рентгенография, по данным которой признаки ОА не выявлены (рис.49).



Рисунок 49. Рентгенография правого коленного сустава через 12 месяцев после саусеризации и шва латерального дискоидного мениска.

Сохранение конгруэнтности суставной поверхности мениска и надежная фиксация позволила не только дать возможность мениску восстановить свою целостность, но ещё и изменить свою конфигурацию, придав ей более физиологический вид.

## Глава 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ГИСТОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В рамках настоящего исследования у 13 детей, которым выполнялась менискэктомия и саусеризация, удаленные фрагменты мениска были отправлены на гистологическое исследование. При этом фрагменты менисков значительно отличались между собой по макроскопическому состоянию и по срокам с момента травмы. Среди них были мениски с выраженными дегенеративными изменениями, элементы дискоидных менисков и визуально неизмененные мениски тех детей, чьи родители отказались от шва мениска по причине необходимости прохождения курса реабилитации в послеоперационном периоде и тех пациентов, кто отказался от шва мениска по причине необходимости снижения массы тела.

Сразу после удаления мениски помещались в раствор нейтрального 10% формалина, затем заливались в формалиновые блоки и выполнялись срезы толщиной 5 мм. Окраска проводилась гематоксилин-эозином с последующей фиксацией на предметных стеклах.

У детей, которым проводилась менискэктомия по причине наличия множественных и многоплоскостных выраженных дегенеративных застарелых повреждений мениска, выявлены признаки мукоидной дегенерации (рис.50).

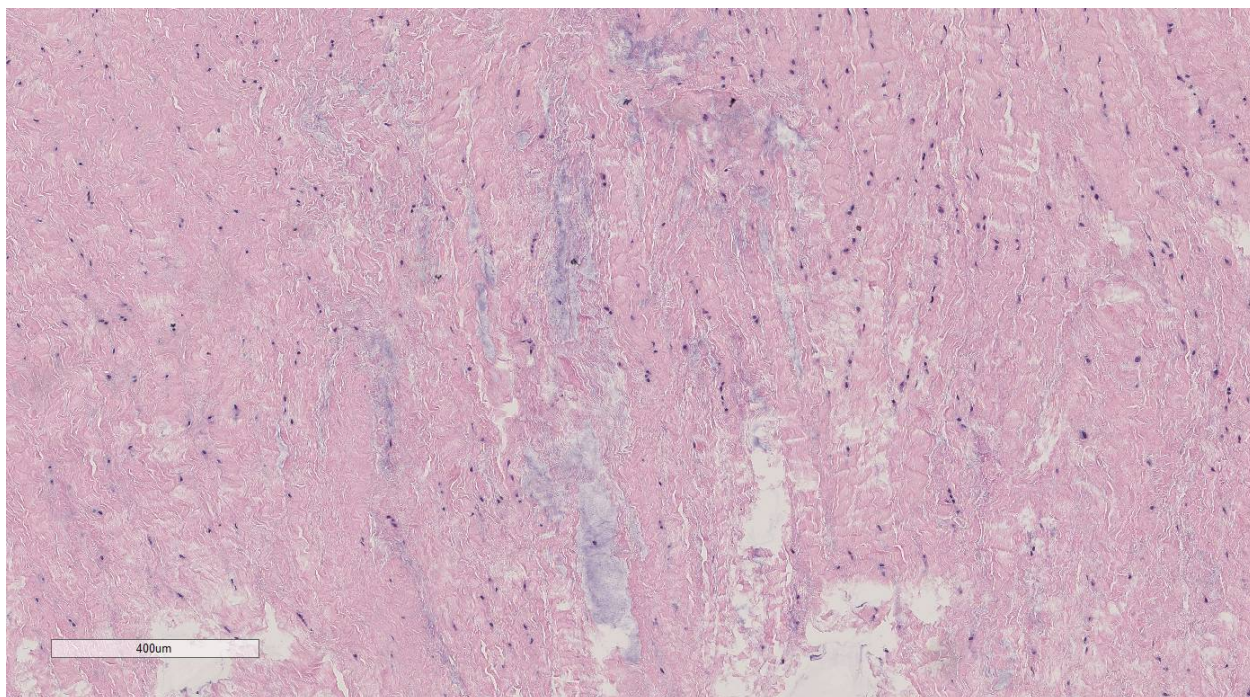


Рисунок 50. Дегенеративно измененный мениск. Мукоидная дегенерация



На рисунке 50 представлен фрагмент гипоклеточной волокнистой хрящевой ткани с признаками механической деформации и дезорганизации ткани, без признаков неоангиогенеза. Наличие данных изменений говорит об отсутствии какого-либо потенциала к регенерации [20].

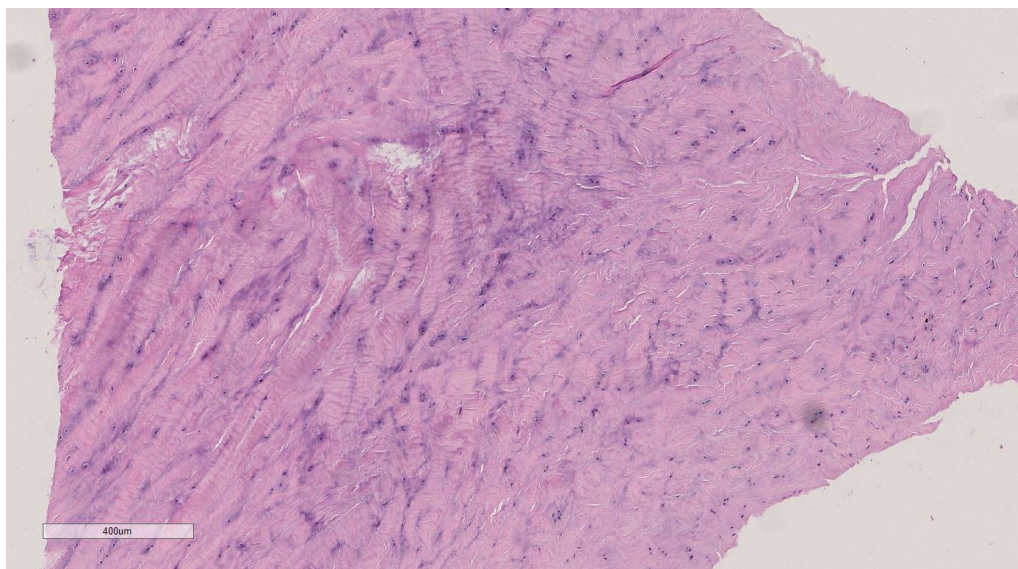


Рисунок 51. Дегенеративно измененный мениск.

На рисунке 51 представлена гистологическая картина дегенеративно измененного мениска, что проявляется малым содержанием клеточных элементов, отсутствием хондроцитов и структурности с некоторых отделах. В данном препарате не определяются сосуды и питательные каналы. Небольшое количество клеток и отсутствие каких-либо источников питания для ткани мениска свидетельствует об отсутствии предикторов регенерации [20].

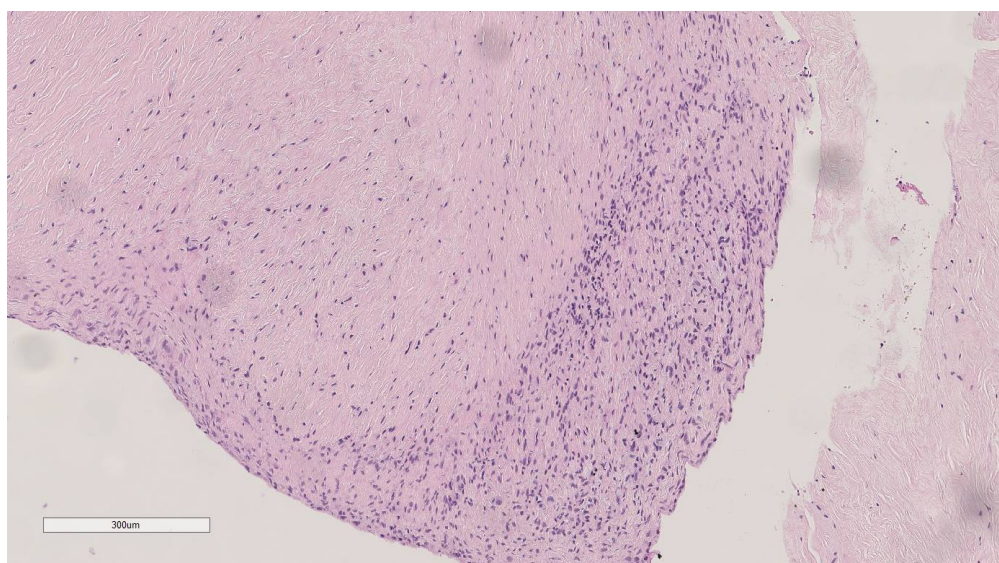


Рисунок 52. Дегенеративно измененный мениск.

На рисунке 52 представлен другой препарат дегенеративного мениска, где определяется бесструктурная ткань мениска и выраженная инфильтрация лимфоцитами. Лимфоцитарная инфильтрация может вызвать неоангиогенез при достаточном ответе на воспалительный процесс, однако в данном случае ни одного микрососуда не выявлено. Данные изменения свидетельствуют о попытке мениска восстановить свою целостность [20].

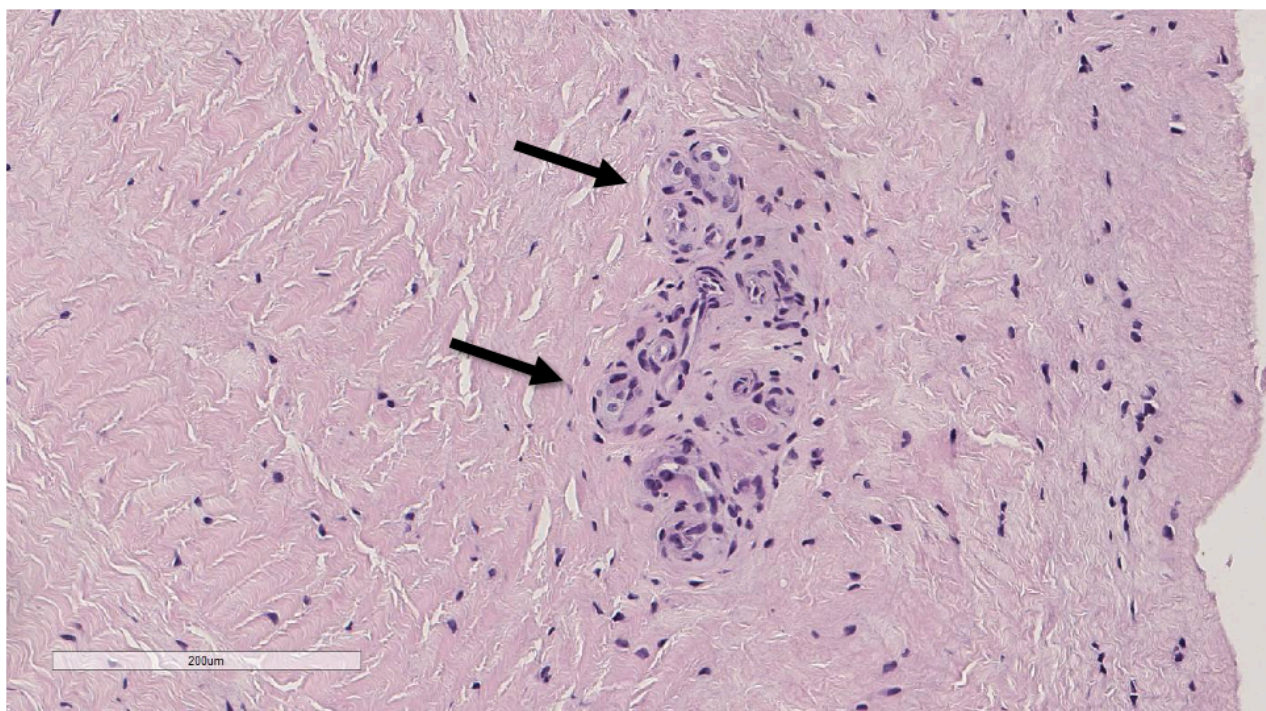


Рисунок 53. Реактивный неоангиогенез. Фрагмент мениска ребенка, отказавшегося от шва из-за необходимости длительной реабилитации (9 мес с момента травмы).

В отличие от предыдущих препаратов, на рисунке 53 определяется эффективный исход лимфоцитарной инфильтрации в виде реактивного неоангиогенеза: есть большое количество незрелых сосудов с эритроцитами в их просвете (в эндотелиальной выстилке находятся овоидные клетки, выходящие в просвет сосуда). Обращает на себя внимание концентрация клеток вдоль линии разрыва мениска (рис.54). Клетки расположены неравномерно, группируются преимущественно вдоль микрососудов и мигрируют к зоне повреждения мениска. Микрососуды также расположены преимущественно вдоль линии разрыва. В периферических слоях можно наблюдать синовиальные клетки, которые вероятно

мигрировали из близлежащей синовиальной оболочки. В других участках мениска определяются минимальные признаки хондрукоидной дегенерации ткани. По совокупности вышеописанных критериев можно сказать, что мениск находится во второй, пролиферативной, фазе сращения [20].

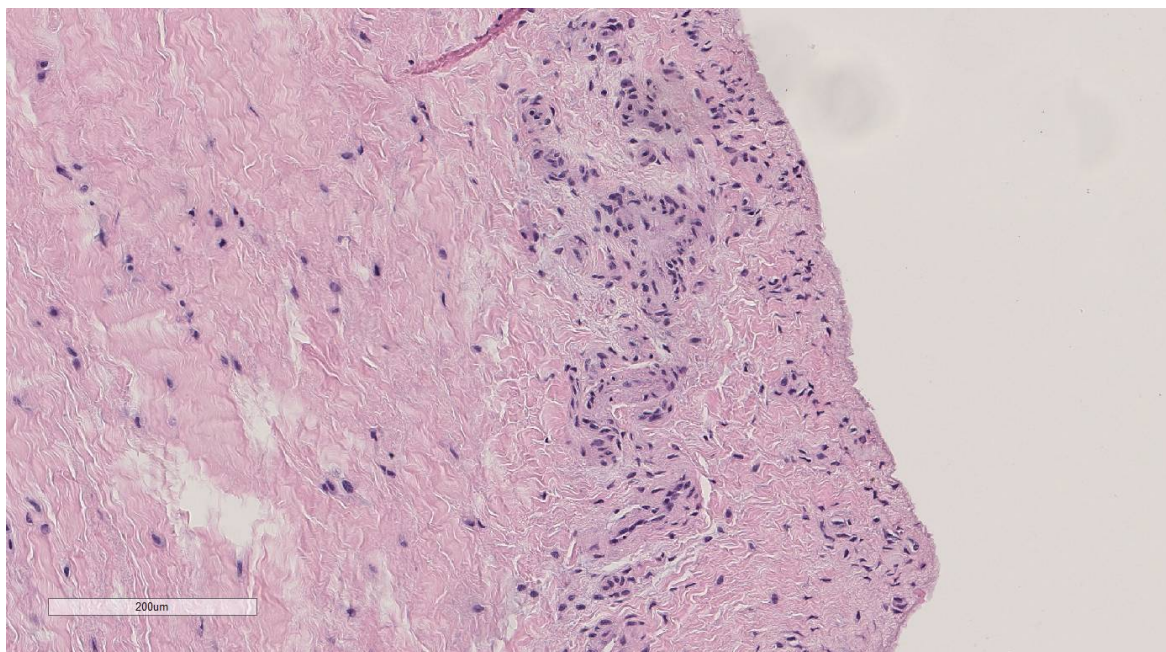


Рисунок 54. Реактивный неоангиогенез. Фрагмент мениска ребенка, отказавшегося от шва из-за необходимости длительной реабилитации (9 мес с момента травмы).

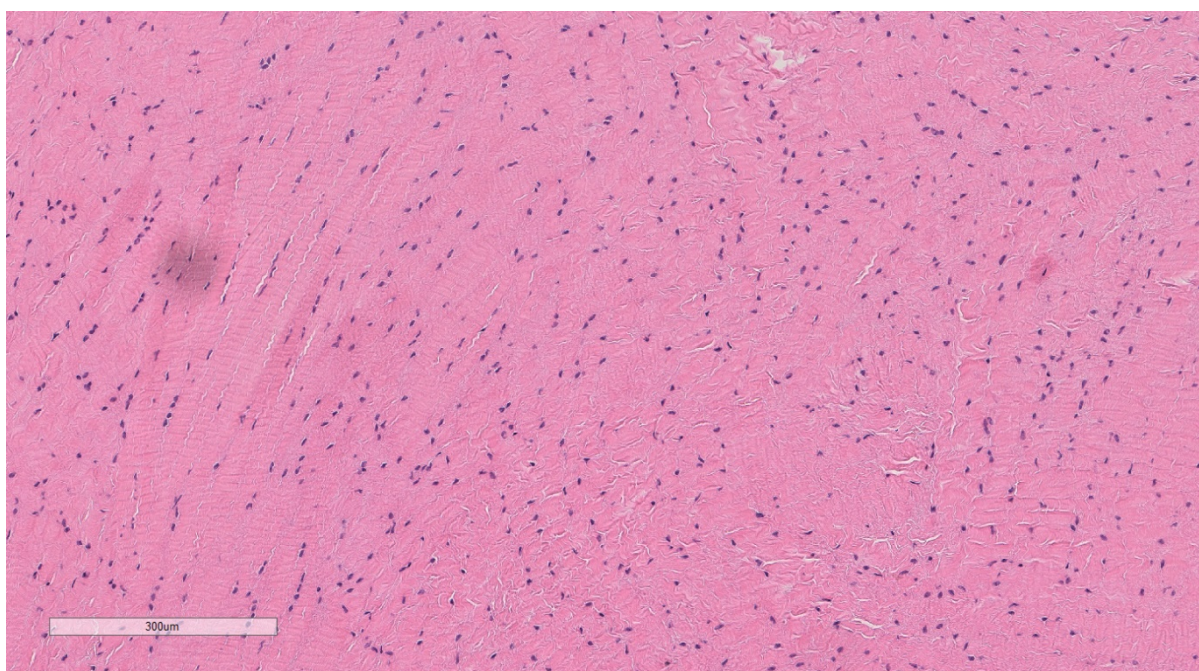


Рисунок 55. Фрагмент мениска ребенка, отказавшегося от шва из-за необходимости длительной реабилитации (4 мес с момента травмы).

На рисунке 55 представлена гистологическая картинка нормального волокнистого хряща с однонаправленной ориентацией коллагеновых волокон и высоким содержанием клеточных элементов. Данная гистологическая картина говорит о наличии высокого потенциала к регенерации [20].

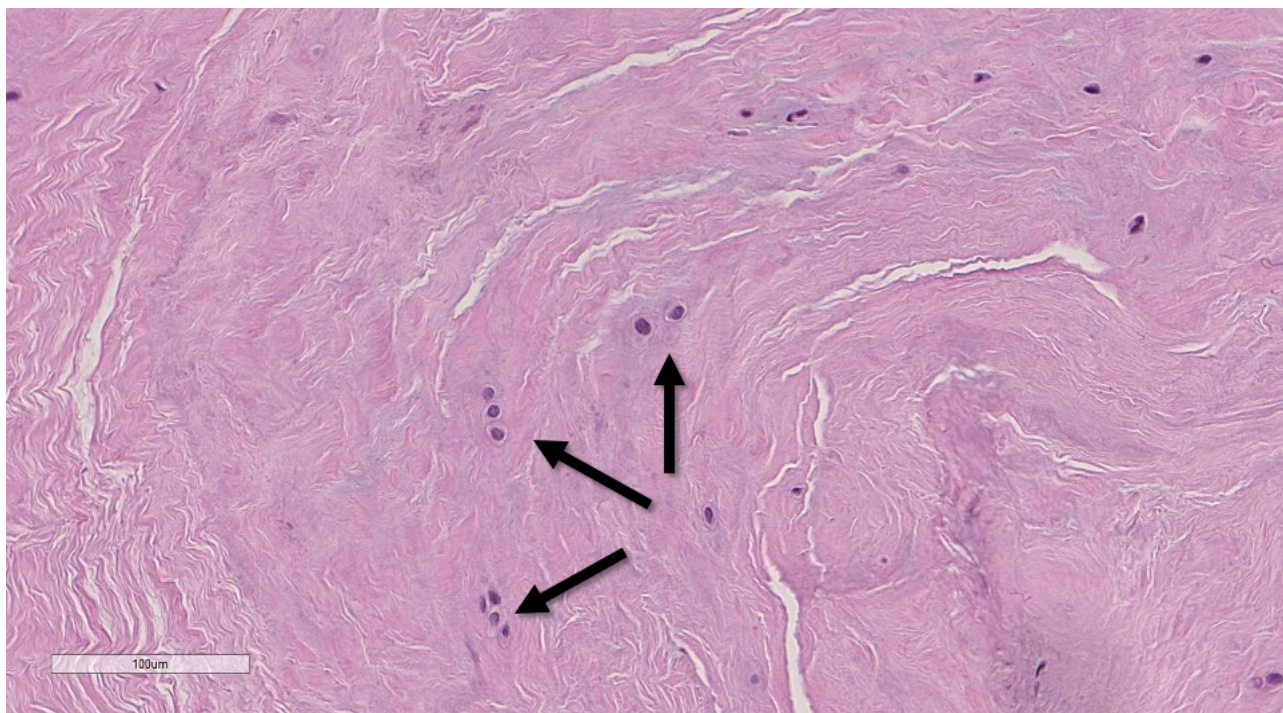


Рисунок 56. Фрагмент мениска ребенка, отказавшегося от шва из-за необходимости снижения массы тела до операции (7 мес с момента появления клинической картины: ограничение сгибания в коленном суставе).

Рисунок 56 демонстрирует гистологическую картину дегенеративно измененного мениска с элементами хондромукоидных изменений, разнонаправленным извитым ходом коллагеновых волокон, однако наличием скоплений хондробластов (черные стрелки). Несмотря на большие сроки с момента появления клинической картины, наличие хондроцитов является хорошим прогностическим критерием для сращения мениска [20].

Другим важным фактором, необходимым для сращения, является хорошее кровоснабжение. Так на рисунке 57 представлен срез мениска через 1 год с момента травмы, структура которого гипоклеточна, а ход коллагеновых волокон извитой. Однако наличие большого количества зрелых (в эндотелиальной выстилке

находятся плоские клетки, не выходящие в просвет сосуда) и незрелых сосудов (клетки овоидной формы и выходят в просвет сосуда) является тем фактором, который при тщательном дебридменте рубцовой ткани в области разрыва может обеспечить сращение ткани мениска, несмотря на сроки травмы [20].

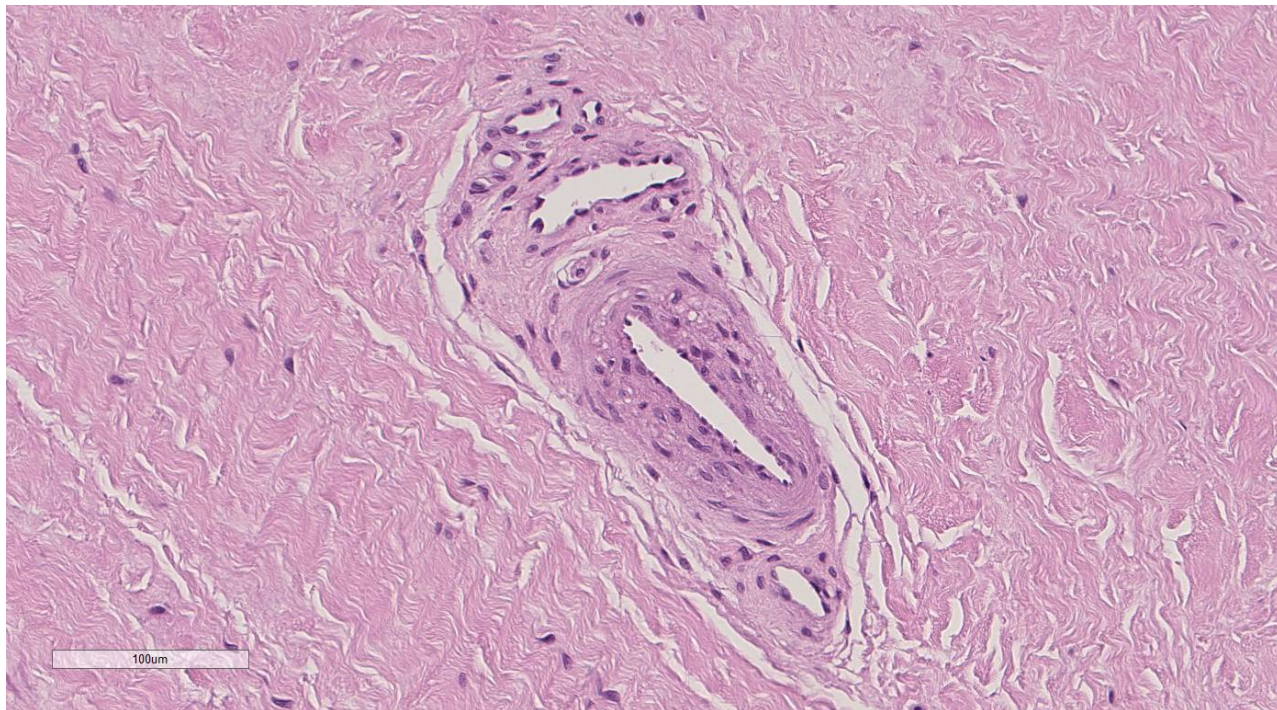


Рисунок 57. Фрагмент мениска ребенка, отказавшегося от шва из-за необходимости длительной реабилитации (12 мес с момента травмы).

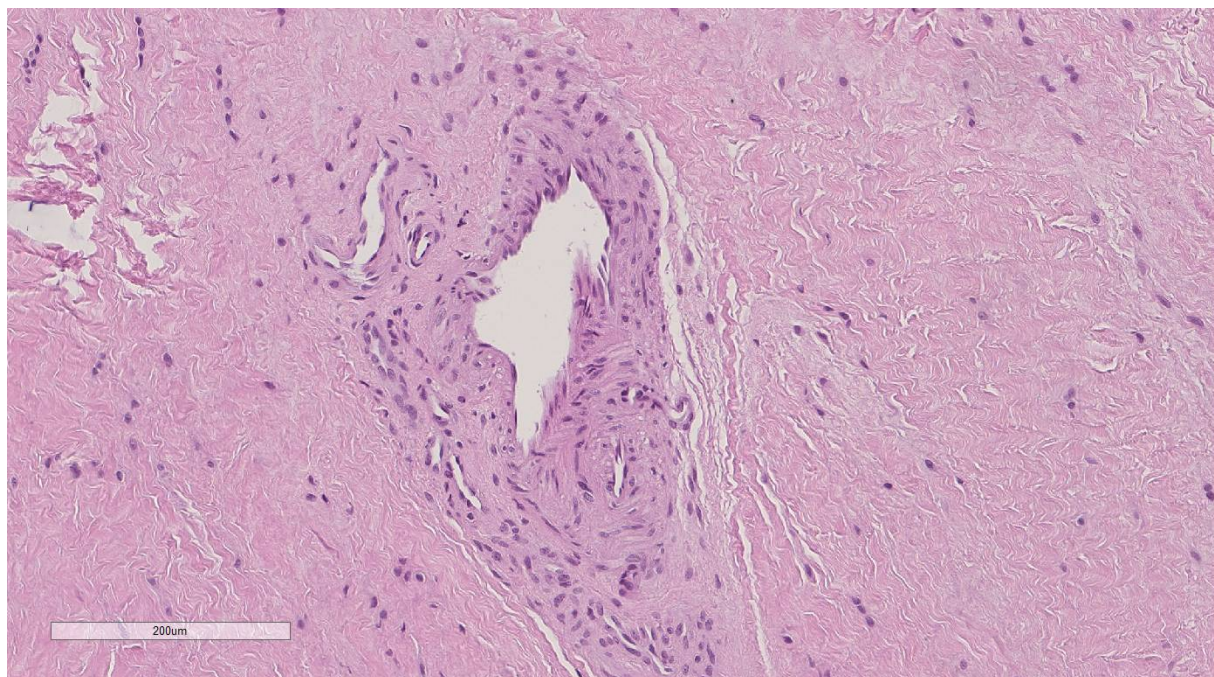


Рисунок 58. Питательный канал. Мелкоочаговая лимфоцитарная инфильтрация (5 мес с момента травмы).

При оценке гистологической картины менисков были выявлены питательные каналы: структуры, визуально похожие на сосуд, однако не имеющие эндотелиальной выстилки. Такие каналы обеспечивают питание в белой и красно-белой зонах. Наличие данных образований и отсутствие значимых дегенеративных изменений в поврежденных фрагментах менисков (рис. 58) свидетельствует о том, что питательные каналы поддерживают жизнеспособность ткани мениска длительное время с момента травмы [20].

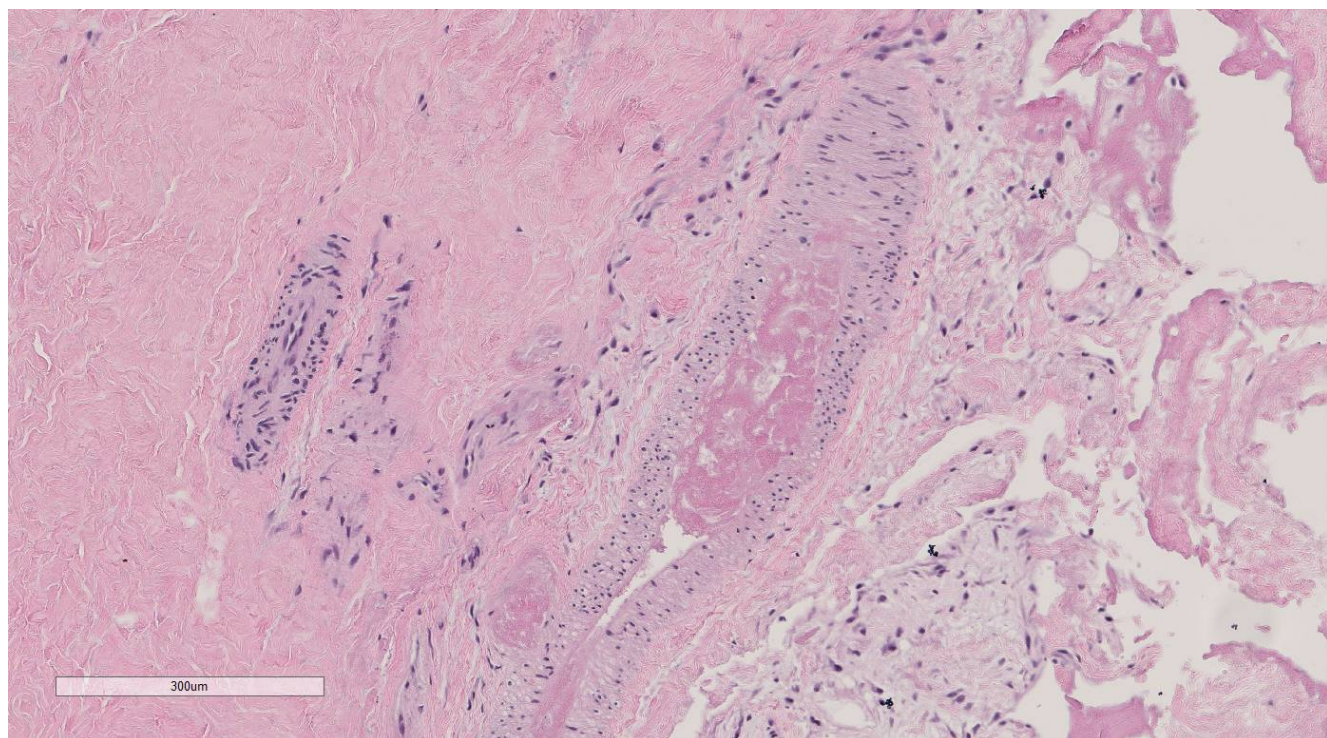


Рисунок 59. Дискоидный мениск. Артериола с тромбом в просвете и микрососуд.

Дискоидный мениск на всем своем протяжении представлен волокнистым хрящом с очагами разнонаправленного хода коллагеновых волокон и богатой васкуляризацией крупными сосудами. Примером является представленный на рисунке 59 фрагмент волокнистого хряща со скудной лимфоцитарной инфильтрацией, наличием щелевидных сосудов, выстланных уплощенным эндотелием. Определяется артериола (широкая мышечная стенка), в просвете которой визуализируется фибриновый тромб, и зрелый микрососуд. Стоит

отметить, что в данной выборке гистологических препаратов артериолы были выявлены только в дискоидных менисках [20].

Данные, полученные в результате исследования, подтверждают, что у детей высокое содержание клеточных элементов, в том числе хондробластов, сохраняется и после 3 месяцев с момента травмы. Большое количество микрососудов и питательные каналы обеспечивают жизнеспособность травмированных элементов мениска длительное время. Наличие жизнеспособных клеток в поврежденных фрагментах менисков через несколько месяцев с момента травмы показывает уникальную способность ткани детского мениска к регенерации.

Продольный разрыв в красно-красной зоне при свежих травмах имеет безусловно имеет предпочтительную восстанавливаемость, чем радиальный или лоскутный разрыв в бело-белой зоне при хронических повреждениях. Однако теоретическое уменьшение вероятности сращения не должно являться основанием для отказа от восстановления мениска в тех ситуациях, когда макроскопически мениск сохранен, отсутствуют выраженные дегенеративные изменения и технически шов мениска выполним независимо от сроков с момента травмы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Широкий интерес к спорту и экстремальным видам отдыха поддерживает высокий уровень травм коленного сустава у детей. В связи с этим вопрос лечения повреждений менисков у пациентов педиатрической группы не теряет своей актуальности. При этом до сих пор остаётся открытым вопрос: как диагностировать и лечить данную патологию у детей?

Магнитно-резонансная томография обладает высокой диагностической эффективностью оценки повреждений тела латерального мениска. При этом МРТ характеризуется небольшой диагностической ценностью для выявления повреждений переднего рога медиального мениска, что нередко связано с особенностями МР-анатомии. МРТ позволяет выявить разрыв мениска и оценить его с помощью комбинации наиболее подходящих классификаций, что помогает в определении предварительной тактики хирургического лечения, однако применимо это не для всех локализаций повреждений мениска.

Информативность МРТ в послеоперационном периоде крайне низкая. Объективная оценка сращения мениска после шва затруднена, так как МР-сигналы, похожие на разрыв, могут сохраняться в течение нескольких лет после операции и порой оставаться на всегда. Первоначальная фиброваскулярная грануляционная ткань и более поздний зрелый фиброзно-хрящевой рубец создают повышенную интенсивность сигнала. Даже высокое качество МР-изображения не позволяет в полной мере определить полностью ли зажил разрыв мениска. Большие по протяженности повреждения и разрывы по типу «ручки лейки» чаще остальных видов разрыва могут иметь повышенную интенсивность сигнала в послеоперационной области и сохраняться наиболее длительное время.

Наиболее часто выполняемая операция при разрывах мениска - менискэктомия - даёт временный хороший результат и более низкую частоту повторных операций, в отличие от вмешательств по поводу восстановления мениска. Удаление части мениска приводит к уменьшению конгруэнтности суставных поверхностей, проявлениям нестабильности и перегрузки суставного хряща, что в последствии является причиной развития остеоартрита. В отличие от



взрослых пациентов, у детей после частичной и тотальной менискэктомии за счет огромного компенсаторного потенциала клинические проявления остеоартрита возникают намного позже рентгенологических. При этом в сравнении со взрослыми пациентами, у детей остеоартрит развивается намного быстрее, что связано с более активным образом жизни. Именно поэтому менискэктомия в детской практике приводит к снижению качества жизни и не может рассматриваться как основной метод лечения травм менисков коленного сустава.

Современные тенденции в лечении патологии менисков заключаются в проведении сохраняющих вмешательств: восстановлении структуры поврежденного сегмента путем его сшивания с применением различных методик. Выделяют три основных техники шва мениска, которые отличаются способом заведения шовного материала в сустав и его фиксации: «снаружи внутрь» (outside in), «изнутри наружу» (inside out) и «все внутри» (all inside). Допустимо применение комбинации методов. Методика шва мениска «снаружи внутрь» наиболее применима для восстановления переднего рога медиального и латерального менисков, тела медиального мениска и реже для реконструкции тела латерального мениска. Методика шва мениска «изнутри наружу» удобна и эффективна для восстановления тела медиального и латерального менисков. Методика шва мениска «все внутри» наиболее удобна и безопасна для восстановления заднего рога медиального и латерального менисков, реже применяется для реконструкции тела латерального мениска.

При лечении симптоматических дискоидных менисков наиболее часто выполняется субтотальная менискэктомия по линии разрыва дискоидного мениска, что приводит к избыточному удалению функционально значимой части мениска. Саусеризация (парциальная серповидная резекция с приданием мениску «физиологической» формы полумесяца), которая при необходимости может дополняться выполнением шва мениска в зоне повреждения, является тем методом лечения, который позволяет избежать выполнения расширенной менискэктомии и сохранить функционально значимую часть мениска. Наиболее актуальна данная

методика при паракапсулярных разрывах дискоидного мениска и дискоидных менисках III типа по Watanabe.

Артроскопический шов в качестве лечения повреждений мениска коленного сустава зарекомендовал себя как эффективный метод у взрослых пациентов. Проблема лечения повреждений менисков у детей освещена скудно и многие вопросы остаются нерешенными. Отсутствие четких диагностических критериев повреждения менисков коленного сустава у детей на основании неинвазивных методов исследования является как причиной несвоевременного выявления данной патологии, так и гипердиагностики подобных травм коленного сустава в педиатрической группе пациентов. Отсутствие единого мнения о показаниях к проведению менискэктомии и возможностях восстановления мениска коленного сустава у детей, в том числе дискоидных менисков, стало основанием для проведения данного исследования.

Детям с множественными и многоплоскостными застарелыми повреждениями мениска, которые технически не поддаются восстановлению, проводилась менискэктомия. Остальным детям выполнялся шов мениска, в том числе при радиальных разрывах и застарелых разрывах мениска по типу «ручки лейки». Относительным противопоказанием являлось ожирение (ИМТ 30 и более) и нежелание родителей/ребенка прохождения реабилитации в послеоперационном периоде. Таким образом большое значение в определении хирургической тактики имеет макроскопическая оценка состояния мениска. Наличие рубцовой деформации или нескольких линий разрыва на одном уровне и их разнонаправленный характер свидетельствует о том, что мениск дегенеративно изменен и восстановить его не представляется возможным. В то время как отсутствие вышеописанных изменений позволяет восстановить поврежденных мениск не зависимо от локализации и сроков с момента травмы.

Выбор метода реконструкции мениска основывается на установлении локализации повреждения мениска, его стабильности и сложности, которая определяется протяженностью и разнонаправленностью линии разрыва. Для восстановления мениска применялись 3 методики: outside in, inside out, all inside.

Шов мениска выполнялся перпендикулярно линии разрыва. Расстояние между швами – 0,5 см. При выявлении полных вертикальных разрывов швы располагались в шахматном порядке: если первый шов захватывал «бедренную» поверхность мениска, следующий шов находился по «большеберцовой» поверхности, а далее снова с «бедренной» стороны. При разрыве мениско-капсульного соединения одно игла вводится через мениск, а вторая - только через капсулу, прилегающую к разрыву. В случае протяженного сложного разрыва мениска, например, по типу «ручки лейки» или наличия нескольких разнонаправленных линий разрыва применялись комбинации нескольких методик.

При лечении симптоматических менисков проводилась саусеризация - парциальная серповидная резекция с приданием мениску «физиологической» формы полумесяца, которая дополнялась выполнением шва в зоне повреждения.

После менискэктомии осевая нагрузка на оперированную конечность разрешалась на следующий день. Иммобилизация не проводилась. Спортивная нагрузка исключалась на срок 3 месяца с момента операции.

После шва мениска и саусеризации в сочетании со швом мениска у всех детей исключалась осевая нагрузка на оперированную конечность на срок 6 недель, далее выполнялась смена гипса на ортез с регулируемым углом сгибания. Угол сгибания увеличивался на 15 градусов каждые 7 дней. После выполнения шва изолированного разрыва переднего рога латерального или медиального менисков иммобилизация гипсовой лонгетой проводилась в течение 4 недель, что было связано с большей вероятностью развития сгибательной контрактуры коленного сустава.

В качестве инструментальной диагностики в послеоперационном периоде на сроках 6 месяцев с момента операции выполнялась МРТ коленного сустава. На контрольных исследованиях в области шва мениска сохранялся гиперинтенсивный сигнал у 48% при отсутствии жалоб и клинических проявлений повреждения мениска. Такую МР-картину можно объяснить наличием «функциональной» рубцовой ткани в послеоперационной области, которая на МРТ выглядит аналогично свежему разрыву мениска. При отсутствии жалоб и клинической

картины повреждения мениска интенсивность сигнала снижается со временем по мере заживления мениска и фактически может полностью исчезнуть через несколько лет.

Через 1 год после шва мениска проводилась рентгенография коленного сустава с целью оценки наличия/отсутствия признаков остеоартрита. Данное исследование выполнило 47,3% пациентов после шва мениска и ни у кого не отмечалось признаков остеоартрита.

Дети, которым выполнялась менискэктомия, проходили анкетирование по адаптированным педиатрическим шкалам KOOS-Child и Pedi-IKDC в сроки 1–3 года с момента операции. Пациенты, которым выполнялся шов мениска и саусеризация, проходили анкетирование через 1 год с момента операции.

У 104 (80%) оперированных детей был достигнут хороший результат, у 19 (14,6%) удовлетворительный и 7 (5,4%) неудовлетворительный. Среди детей с неудовлетворительным результатом 7 детей перенесли тотальную менискэктомию. Через 1 год с момента операции жалобы отмечались у 28 детей (28,6%), при этом 8 детям (8,2%) выполнялась пластика ПКС и 20 детям (20,4%) - нет. Всего жалобы отмечались у 13 детей (52%), которым проводилась частичная менискэктомия, у 14 детей (22,2%), которым выполнен шов мениска и у 1 ребенка (10%) с саусеризацией. Среди детей, которым выполнялся шов мениска, большинство жалоб пришлось на группу пациентов, у которых для восстановления целостности мениска использовалась комбинация методов (29%). при динамическом анализе боли в области коленного суставе до операции и после шва мениска, а также после саусеризации в комбинации со швом мениска на сроках 6 и 12 месяцев определяется положительная статистически значимая динамика ( $p < 0,001$  и  $p < 0,002$  соответственно).

В группе детей, которым выполнялась менискэктомия, осложнений не было. У 7 пациентов (8%), которым был выполнен шов мениска, выявлены осложнения в виде: гематомы в послеоперационной области (1), киста в области шва мениска (1), нейропатия n.saphenus, которая проявлялась в виду снижения чувствительности по переднемедиальной поверхности голени (5). На сроках 12 месяцев с момента

операции у 1 пациента по данным контрольной МРТ сохранилась киста в области швов, которая не беспокоила ребенка и не потребовала какого-либо лечения. Остальные осложнения были купированы полностью.

Согласно литературным данным, существуют возрастные особенности гистологического строения менисков: у детей микрососуды достигают внутренней трети мениска, имеются питательные каналы, а также клеточный состав менисков имеет значимые количественные и качественные отличия по сравнению со взрослыми. Данные особенности строения мениска у детей обеспечивают жизнеспособность травмированных элементов мениска длительное время, что увеличивает регенераторный потенциал независимо от сроков с момента травмы. Дискоидный мениск на всем своем протяжении богато васкуляризован крупными сосудами, что увеличивает прогноз на сращение мениска в зоне его повреждения. Анализ результатов гистологических исследований, проведенный в рамках данного исследования, подтверждает, что возрастные особенности гистологического строения менисков у детей позволяют сшивать мениски в любой зоне повреждения независимо от сроков с момента травмы.

Таким образом, шов мениска приводит к улучшению долгосрочных результатов, более высокому уровню активности в позднем послеоперационном периоде и замедляет прогрессирование остеоартрита.

## ВЫВОДЫ

1. Наименьшая диагностическая ценность МРТ выявлена для повреждений переднего рога медиального мениска (наименьшая площадь под ROC-кривой составила 0,692). Наибольшая диагностическая МРТ выявлена для повреждений тела латерального мениска (наибольшая площадь под ROC-кривой составила 0,904).

2. У всех детей после тотальной менискэктомии получены неудовлетворительные результаты в виде стойкого болевого синдрома, что привело к снижению качества жизни (100% от всех детей, которым выполнена тотальная менискэктомия)

3. В результате морфологических исследований выявлено, что у детей отмечается высокое содержание клеточных элементов, в том числе хондробластов, которое сохраняется более 3 месяцев с момента травмы. Большое количество микрососудов и питательные каналы длительное время обеспечивают жизнеспособность травмированных элементов мениска, что объясняет высокую способность ткани детского мениска к регенерации.

4. Морфологические исследования свидетельствуют о том, что дискоидный мениск у детей богато васкуляризован крупными сосудами, в том числе артериолами, что является основой для сращения застарелых протяженных разрывов дискоидного мениска и определяет необходимость выполнения шва мениска, а не менискэктомии по линии разрыва.

5. В отдаленном периоде после частичной менискэктомии и после шва мениска анализ результатов анкетирования по шкалам Pedi-IKDC и KOOS-Child показал хороший результат в обеих группах и не выявил статистически значимых отличий ( $p=0,148$  и  $p=0,470$  соответственно). Однако анализ данных клинической картины до шва мениска, на сроках 6 и 12 мес после операции показал статистически значимый регресс болевого синдрома ( $p<0,001$ ), купирования ограничения сгибания ( $p=0,021$ ) и отека в области коленного сустава ( $p<0,001$ ).

6. Разработанные и внедренные в клиническую практику способы хирургического лечения повреждений дискоидного мениска I-II типа по Watanabe

у детей позволяют не только создать условия для регенерации в зоне повреждения и предотвратить деформацию мениска вследствие его сшивания (Патент на изобретение RU №2751416 С1, 13.07.2021), но и избежать проведения тотальной менискэктомии, сохраняя мениск путем его рефиксации к капсуле коленного сустава (Патент на изобретение RU №2741704 С1, 28.01.2021).

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Повреждения мениска протяженностью более 1 см самостоятельно не восстанавливаются и требуют выполнения шва мениска

2. Макроскопически сохранный мениск при отсутствии выраженных дегенеративных изменений и наличии технической возможности выполнить шов мениска следует восстанавливать независимо от сроков с момента травмы и локализации разрыва.

3. При наличии дегенеративного многоплоскостного повреждения мениска, который технически не поддаётся восстановлению никаким из существующих хирургических методов, или выраженных рубцовых изменений, в том числе деформирующих мениск, показано проведение менискэктомии.

4. Симптоматические дискоидные мениски I и II типов по Watanabe при отсутствии зоны разрыва рекомендуется подвергать саусеризации.

5. При выявлении линии разрыва симптоматического дискоидного мениска I и II типов по Watanabe после выполнения саусеризации независимо от тяжести повреждения необходимо восстанавливать зону разрыва, избегая формирования швов «через край» мениска.

6. Для восстановления переднего рога медиального и латерального менисков наиболее эффективна методика «снаружи внутрь». Для шва тела медиального и латерального менисков может использоваться методика «изнутри наружу» и «снаружи внутрь». Наиболее безопасной и удобной техникой шва мениска для восстановления заднего рога медиального и латерального менисков является «все внутри».



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авраменко, В.В. Артроскопия при внутренних повреждениях коленного сустава у детей и подростков (обзор литературы) / В.В. Авраменко, И.А. Кузнецов // Травматология и ортопедия России. – 2011. - № 4 (62). – С. 131-139.
2. Балабанова, Р.М. Остеоартроз или остеоартрит? Современное представление о болезни и ее лечении / Р.М. Балабанова // Современная ревматология. – 2013. – 3 – С.67-70.
3. Богатов, В.Б. Отдалённые результаты артроскопических вмешательств при травмах коленного сустава у детей / В.Б. Богатов, Н.Х. Бахтеева, В.А. Митрофанов // Травматология и ортопедия России. – 2010. – 3(57) – С.55-60.
4. Богатов, В.Б. Гистоморфологические изменения в повреждённых менисках у детей / В.Б. Богатов, В.Н. Белоногов, О.В. Матвеева // Травматология и ортопедия России. – 2010. – 4(58) – С.30-36.
5. Бритько, А.А. Пути улучшения результатов лечения пациентов с разрывами менисков коленного сустава / А.А. Бритько, И.П. Богданович, В.С. Аносов // Медицинские новости. – 2021. – 12 – С.22-26.
6. Ворончихин, Е.В. Роль артроскопии в комплексной диагностике последствий травм коленного сустава у детей / Е.В. Ворончихин, В.В. Кожевников, Л.Г. Григоричева, В.В. Тимофеев // Практическая медицина. – 2017. – 6(107). – С.22-26.
7. Выборнов, Д.Ю. Артроскопия коленного сустава у детей / Д.Ю. Выборнов, М.А. Петров, И.Н. Исаев // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. – 2012 – 2(1) – С.102-110.
8. Герасименко, М.А. Дискоидный мениск / М.А. Герасименко // Медицинский журнал. – 2009. – 2(28) – С.36-39.
9. Герасименко, М.А. Современные подходы к лечению повреждений менисков в детском возрасте / М.А. Герасименко, А.О. Одинцов // Медицинский журнал. – 2011. – 1(35) – С.42-45.
10. Гумеров Р.А. Сравнительная оценка результатов низкопольной магнитно-резонансной томографии и артроскопии в диагностике патологии коленного

сустава у детей / Р.А. Гумеров, А.А. Абзалилов, А.А. Гумеров, Р.Ш. Хасанов // Казанский медицинский журнал. – 2005. – 86(4) – С.336-338.

11. Гумеров, Р.А. Использование магнитно-резонансной томографии в диагностике повреждений менисков коленного сустава у детей / Р.А. Гумеров // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. – 2008. – 167(1) – С.62-65.

12. Клинические рекомендации по реабилитации высококвалифицированных спортсменов после оперативного лечения травм и заболеваний нижних конечностей / под ред.: В.В. Уйба. – Москва, 2018. – 192 с.

13. Клинические рекомендации: повреждения менисков коленного сустава / ред. совет: Е.Е. Черняк [и др.]. – Нижний Новгород, 2013. – 20 с.

14. Клюквин И.Ю. О хирургическом лечении пациентов с повреждением менисков при травме коленного сустава: от удаления до трансплантации (обзор литературы) / И.Ю. Клюквин, О.П. Филиппов, В.В. Сластинин // Трансплантология. – 2013. – 3 – С. 39-45.

15. Королев, А.В. Отдаленные результаты сшивания менисков при артроскопической пластике передней крестообразной связки / А.В. Королев, М.С. Рязанцев, Н.Е. Магнитская и др // Травматология и ортопедия России. – 2016. – 22 (3) – С.44-53.

16. Павлова Д.Д. Определение тактики лечения повреждений менисков у детей на основе классификаций / Д.Д. Павлова, С.М. Шарков, М.А. Петров, Е.М. Крайнова // Детская хирургия. – 2020. – 24 (3) – С.194-197.

17. Павлова Д.Д., Петров М.А. Способ хирургического лечения паракапсулярных разрывов дискоидного мениска I-II типа по Watanabe у детей // Патент на изобретение RU №2741704 С1, 28.01.2021. Заявка № 2020109648 от 05.03.2020

18. Павлова Д.Д. Техники шва мениска у детей и показания к их применению / Д.Д. Павлова, С.М. Шарков, М.А. Петров // Гений Ортопедии. – 2021. – 27(4) – С.424-430.

19. Павлова Д.Д., Петров М.А. Способ хирургического лечения повреждений дискоидного мениска I-II типа по Watanabe у детей // Патент на изобретение RU №2751416 С1, 13.07.2021. Заявка № 2020109650 от 05.03.2020.

20. Павлова Д.Д. Сравнительный анализ результатов хирургического лечения повреждений менисков коленного сустава у детей после менискэктомии и шва мениска / Д.Д. Павлова, С.М. Шарков, М.П. Шалатонин // Детская хирургия. – 2022. – 26(4) – С.201-206.
21. Прохорова, Е.С. Посттравматические артриты коленных суставов у детей. Основы комплексного патогенетического лечения / Е.С. Прохорова, Д.Ю. Выборнов // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. – 2011. – 2 – С.108-111.
22. Садыков, Р.Ш. Особенности гистоморфологического строения менисков коленного сустава у детей / Р.Ш. Садыков, В.Б. Богатов, А.М. Шорманов, А.М. Раджабов // Политравма. – 2013. – 2 – С. 67-72.
23. Салихов, Р.З. Шов мениска. Сравнение результатов артроскопических техник «все внутри» и «снаружи внутрь» / Р.З. Салихов, М.А. Чекунов, Ю.А. Плаксейчук // Практическая медицина. – 2016. – 4(96) – С.143-145
24. Самбатов, Б.Г. Внутрисуставные мягкотканые повреждения коленного сустава у детей и подростков. Артроскопическая верификация диагноза: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.01.15 / Самбатов Баир Гатапович. – М., 2010. – 23 с.
25. Стулов, А.С. «Ловушки» магнитно-резонансной томографии в диагностике повреждений менисков коленного сустава / А.С. Стулов, А.Н. Тарасов // Гений Ортопедии. – 2017. – 23(4) – С.444-449.
26. Тайбулатов, Н.И. Современные возможности ранней диагностики дегенеративных заболеваний суставов у подростков / Н.И. Тайбулатов, Л.С. Намазова-Баранова, О.А. Малахов и др // Педиатрическая фармакология. – 2010. – 7 (2) – С. 66-72.
27. Федотов, В.К. Нестабильность коленного сустава как биомеханическая проблема / В.К. Федотов, В.Ю. Соломин // Омский научный вестник. – 2000. – 13 – С.139-141.
28. Хирургия колена. Оперативная техника / М.Д. Миллер, Д.А. Браун, Б.Дж. Коул [и др.]; пер с англ. – М.: Издательство Панфилова, 2019. – 424 с.

29. Ширинский, В.С. Воспаление и иммунитет: роль в патогенезе остеоартрита / В.С. Ширинский, Е.В. Казыгашева, И.В. Ширинский // Медицинская иммунология. – 2019. – 21(1) – С. 39-48.
30. Abdelkafy, A. Two to nineteen years follow-up of arthroscopic meniscal repair using the outside-in technique: a retrospective study / A. Abdelkafy, N. Aigner, M. Zada, et al // Arch Orthop Trauma Surg. – 2007. – 127(4) – P.245-252.
31. Abdelrazek, B.H.M.Z. Different techniques for the management of meniscal ramp lesions using standart anterior portals / B.H.M.Z. Abdelrazek, M.R. Waly, M.A.A. Aziz, A.A. Aziz // Arthrosc Tech. – 2020. – 9(1) – P.e39-e44.
32. Abreu, F.G. Lateral meniscus repair using posterolateral portal: suture hook technique / F.G. Abreu, J.L. Moura, C.M. Queiros, et al // Arthrosc Tech. – 2019. – 8(10) – P.e1269-e1272.
33. Ahmed, A.F. MRI as an accurate tool for the diagnosis and characterization of different knee joint meniscal injuries / A.F. Ahmed, A.A. Azeem, A. Eladawy, M. Abdeen // The Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine. – 2017. – 48 – P.953-960.
34. Alabi, I.A. Arthroscopic procedure for chronic isolated bucket-handle meniscal tears / I.A. Alabi, B. Chernchujit, C. Kanokvaleewong, et al // Arthrosc Tech. – 2021. – 10(2) – P.e375-e383.
35. Anderson, A.F. The ISAKOS classification of meniscal tears / A.F. Anderson, ISAKOS Knee Committee // ISAKOS Newsletter. – 2010. – 14(1) – P.11-13.
36. Anderson, A.W. Common peroneal nerve neuropraxia after arthroscopic inside-out lateral meniscus repair / A.W. Anderson, R.F. LaPrade // J Knee Surg. – 2009. – 22 – P.27-29.
37. Allen, A.A. Anatomy and biomechanics of the meniscus / A.A. Allen, G.L. Caldwell, F.H. Fu // Operative Techniques in Orthopaedics. – 1995. – 5(1) – P.2-9.
38. Babalola, O.R. Arthroscopic partial meniscectomy – short-term clinical outcomes an orthopaedic center in Southwestern Nigeria / O.R. Babalola, A.E. Laiyemo, S.E. Itakpe, et al // Journal of the west African college of surgeons. – 2017. – 7(1) – P.1-8.

39. Beaufils, P. Management of traumatic meniscal tear and degenerative meniscal lesions. Save the meniscus / P.Beaufils, N. Pujol // Orthop Traumatol Surg Res. – 2017. – 103(8) – P.237-244.
40. Beaufils, P. Meniscal repair: technique / P. Beaufils, N. Pujol // Orthop Traumatol Surg Res. – 2018. – 104(1) – P.s137-s145.
41. Bellisari, G. Meniscus tears in children / G. Bellisari, W. Samora, K. Klingele // Sports Med Arthrosc Rev. – 2011. – 19(1) – P.50-55.
42. Bhatia, S. Meniscal root tears: significance, diagnosis, and treatment / S. Bhatia, C.M. LaPrade, M.B. Ellman, R.F. LaPrade // The American Journal of Sports Medicine. – 2014. – 42(12) – P.3016-3030.
43. Bhatia, S. A novel repair method for radial tears of the medial meniscus / S. Bhatia, D.M. Civitarese, T.L. Turnbull, et al // Am J Sports Med. – 2016. – 44(3) – P.639-645.
44. Bouju, Y. The concordance of MRI and arthroscopy in traumatic meniscal lesions in children / Y. Bouju, E. Carpentier, F. Bergerault, et al // Orthop Traumatol Surg Res. – 2011. – 97(7) – P.712-718.
45. Brockmeier, S.F. MRI-Arthroscopy Correlations / S.F. Brockmeier, J.J. Christoforetti, L.D. Field, et al – New York: Springer, 2015. – 481p.
46. Bryceland, J.K. Knee menisci: structure, function, and management of pathology / J.K. Bryceland, A.J. Powell, T. Nunn // Cartilage. – 2017. – 8(2) – P.99-104
47. Buyukdogan, K. Meniscal ramp lesion repair by a trans-septal portal technique / K. Buyukdogan, M.S. Laidlaw, M.D. Miller // Arthrosc Tech. – 2017. – 6(4) – P.e1379-e1386.
48. Chahla, J. Inside-out meniscal repair: medial and lateral approach / J. Chahla, R.S. Cruz, T.R. Cram, et al // Arthrosc Tech. – 2016. – 5(1) – P.e163-e168.
49. Chahla, J. Meniscal ramp lesions: anatomy, incidence, diagnosis, and treatment / J. Chahla, C.S. Dean, G. Moatshe, et al // Orthop J Sports Med. – 2016. – 4(7) – P.1-7.
50. Chahla, J. Review of Arnoczky and Warren on the microvasculature of the human meniscus / J. Chahla, M.E. Cinque, J.A. Godin, et al // Journal of ISAKOS Joint Disorders & Orthopaedic Sports Medicine. – 2017. – 2(4) – P.1-4.

51. Chernchujit, B. Arthroscopic all-inside medial meniscus extrusion reduction / B. Chernchujit, S. Agrawal // *Arthrosc Tech.* – 2019. – 8(5) – P.e495-e501.
52. Chrysanthou, C. Meniscal repair using fibrin clot from autologous blood: description of the surgical technique / C. Chrysanthou, N. Laliotis, N. Galanis, et al // *JRPMS.* – 2018. – 2(3) – P.89-94.
53. Ciliz, D. Evaluation of postoperative menisci with MR arthrography and routine conventional MRI / D. Ciliz, A. Ciliz, E. Elverici, et al // *Clin Imaging.* – 2008. – 32(3) – P.212-219.
54. Cinque, M.E. Clinical outcomes of inside-out meniscal repair according to anatomic zone of the meniscal tear / M.E. Cinque, N.N. DePhillipo, G. Moatshe, et al // *Orthop J Sports Med.* – 2019. – 7(7) – P.1-8.
55. DePhillipo, N. Inside-out repair of meniscal ramp lesions / N.N. DePhillipo, M.E. Cinque, N.I. Kennedy, et al // *Arthrosc Tech.* – 2017. – 6(4) – P.e1315-e1320.
56. DePhillipo, N.N. Type II medial meniscus root repair with peripheral release for addressing meniscal extrusion / N.N. DePhillipo, M.I. Kennedy, J. Chahla, R.F. LaPrade // *Arthrosc Tech.* – 2019. – 8(9) – P.e941-e946.
57. Doral, M.N. Modern treatment of meniscal tears / M.N. Doral, O. Bilge, G. Huri, et al // *EFFORT Open Rev.* – 2018. – 3(5) – 260-268.
58. Drynan, D. Arthroscopic medial meniscal posterior root repair with transtibial luggage-tag and horizontal mattress sutures / D. Drynan, M. Betsch, W. Aljilani, D.B. Whelan // *Arthrosc Tech.* – 2021. – 10(1) – P.e21-e27.
59. Englund, M. Meniscectomy and osteoarthritis: what is the cause and what is the effect? / M. Englund, L.S. Lohmander // *Future Rheumatol.* – 2006. – 1(2) – P.207-215.
60. Feeley, B.T. Biomechanics and clinical outcomes of partial meniscectomy / B.T. Feeley, B.C. Lau // *J Am Acad Orthop Surg.* – 2018. – 26(24) – P.853-863.
61. Fox, A.J.S. The basic science of human knee menisci: structure, composition, and function / A.J.S. Fox, A. Bedi, S.A. Rodeo // *Sports Health.* – 2012. – 4(4) – P.340-351.
62. Fox, A.J.S. The human meniscus: a review of anatomy, function, injury, and advances in treatment / A.J.S. Fox, F. Wanivenhaus, A.J. Burge, et al // *Clin Anat.* – 2015. – 28(2) – P.269-287.

63. Francavilla, M.L. Meniscal pathology in children: differences and similarities with the adult meniscus / M.L. Francavilla, R. Restrepo, K.W. Zamora, et al // *Pediatr Radiol.* – 2014. – 44(8) – P.910-925.
64. Hendrix, S.T. All-inside arthroscopic meniscal repair technique using a midbody accessory portal / S.T. Hendrix, A. Kwapisz, D.J. Wyland // *Arthrosc Tech.* – 2017. – 6(5) – P.e1885-1890.
65. Hetsroni, I. Inside-out repair of extensive meniscal tears using posteromedial and posterolateral neurovascular protective windows / I. Hetsroni, G. Mann, G. Marino, N. Ohana // *Arthrosc Tech.* – 2021. – 10(1) – P.e1310-e138.
66. Hoffelner, T. Arthroscopic all-inside meniscal repair—Does the meniscus heal? A clinical and radiological follow-up examination to verify meniscal healing using a 3-T MRI / T. Hoffelner, H. Resch, R. Forstner, et al // *Skeletal Radiol.* – 2011. – 40(2) – P.181-187.
67. Holmes, S.W. Anatomic reinforced medial meniscal root reconstruction with gracilis autograft / S.W. Holmes, L.W. Huff, A.J. Barnes, A.J. Baier // *Arthrosc Tech.* – 2019. – 8(3) – P.e209-e213.
68. Hussain, Z.B. The role of meniscal tears in spontaneous osteonecrosis of the knee. A systematic review of suspected etiology and a call to revisit nomenclature / Z.B. Hussain, J. Chahla, B.R. Mandelbaum, et al // *Am J Sports Med.* – 2019. – 47(2) – P.501-507.
69. Jackson, T. Epidemiology, injury patterns, and treatment of meniscal tears in pediatric patients: a 16-year experience of a single center / T. Jackson, P.D. Fabricant, N. Beck, et al // *Orthop J Sports Med.* – 2019. – 7(12)- P.1-5.
70. James, E.W. An evidence-based approach to the diagnosis and treatment of meniscal root tears / E.W. James, A.M. Johannsen, M.E. Cinque, et al // *Minerva Orthopedica e Traumatologica.* – 2017. – 68(2) – P. 81-90.
71. Jan, N. Complications in posteromedial arthroscopic suture of the medial meniscus / N. Jana, B. Sonnery-Cottetb, J.M. Fayardb, et al // *Orthop Traumatol Surg Res.* – 2016. – 102(8) – P.287-293.
72. Kang, C. Pseudotear sign of the anterior horn of the meniscus / C. Kang, L. Wu, X. Pu, et al // *Arthroscopy.* – 2021. – 37(2) – P.588-597.

73. Kang, H.J. A ganglion cyst generated by non-absorbable meniscal repair suture material / H.J. Kanga, C.H. Chuna, S.H. Kima, K.M. Kimb // *Orthop Traumatol Surg Res.* – 2012. – 98(5) – 608-612.
74. Kang, H.J. The results of all-inside meniscus repair using the viper repair system simultaneously with anterior cruciate ligament reconstruction / H.J. Kang, C.H. Chun, K.M. Kim, et al // *Clin Orthop Surg.* – 2015. – 7(2) – P.177-184.
75. Karia, M. Current concepts in the techniques, indications and outcomes of meniscal repairs / M. Karia, Y. Ghaly, N. Al-Hadithy, et al // *Eur J Orthop Surg Traumatol.* – 2019. – 29(3) – P.509-520.
76. Kohn, M.D. Classifications in Brief: Kellgren-Lawrence Classification of Osteoarthritis / M.D. Kohn, A.A. Sassoon, N.D. Fernando // *Clin Orthop Relat Res.* – 2016. – 474(8) – P.1886-1893.
77. Kotsovolos, E.S. Results of all-inside meniscal repair with the FasT-Fix meniscal repair system // E.S. Kotsovolos, M.E. Hantes, D.S. Mastrokalos, et al // *Arthroscopy.* – 2006. – 22(1) – P.3-9.
78. Kowalski, C. Platelet-rich fibrin clote - augmented repair of horizontal cleavage meniscal tear / C. Kowalski, R.A. Gallo // *Arthrosc Tech.* – 2017. – 6(5) – P.e2047-e2051.
79. Kramer, D.E. Outcomes after the operative treatment of bucket-handle meniscal tears in children and adolescents / D.E. Kramer, L.A. Kalish, D.J. Martin // *Orthop J Sports Med.* – 2019. – 15(7) – P.1-10.
80. Krans, T. Outcome of repaired unstable meniscal tears in children and adolescents / T. Kraus, N. Heidari, M. Švehlík, et al // *Acta Orthop.* – 2012. – 83(3) – P.261-266.
81. LaPrade, C.M. Altered tibiofemoral contact mechanics due to lateral meniscus posterior horn root avulsions and radial tears can be restored with in situ pull-out suture repairs / C.M. LaPrade, K.S. Jansson, G. Dornan, et al // *J Bone Surg Am.* – 2014. – 96(6) – P.471-479.
82. LaPrade, C.M. Meniscal root tears: a classification system based on tear morphology / C.M. LaPrade, E.W. James, T.R. Cram, et al // *Am J Sports Med.* – 2015. – 43(2) – P.362-369.



83. LaPrade, C.M. Biomechanical consequences of a nonanatomic posterior medial meniscal root repair / C.M. LaPrade, A. Foad, S.D. Smith, et al // *Am J Sports Med.* – 2015. – 43(4) – P.912-920.
84. LaPrade, R.F. The menisci / R.F. LaPrade, E.A. Arendt, A. Getgood, S.C. Faucett – Berlin: Springer, 2017. – 198p.
85. Laurendon, L. Prognostic factors for all-inside meniscal repair. A 87-case series / L. Laurendon, T. Neri, F. Farizona, R. Philippot // *Orthop Traumatol Surg Res.* – 2017. – 103(7) – P.1017-1020.
86. Leafblad, N.D. Arthroscopic repair of double radial tears of the lateral meniscus / N.D. Leafblad, D.P. Leland, C.L. Camp, et al // *Arthrosc Tech.* – 2019. – 8(6) – P. e541-e547.
87. Leafblad, N.D. Arthroscopic centralization of the extruded medial meniscus / N.D. Leafblad, P.A. Smith, M.J. Stuart, A.J. Krych // *Arthrosc Tech.* – 2021. – 10(1) – P.e43-e48.
88. Lecouvet, F. Magnetic resonance imaging (MRI) of the knee: identification of difficult-to-diagnose meniscal lesions / F.Lecouvet, T.V. Haver, S.Acid, et al // *Diagn Interv Imaging.* – 2018. – 99(2) – P. 55-64.
89. Liao Y. Young children with a bucket-handle tear to the discoid lateral meniscus successfully treated using arthroscopic saucerization and repair: two case reports / Y. Liao, C.Chen, C. Lin, et all // *Medicina.* – 2022. – 58 – P. 1-7.
90. Lucas, G. Isolated meniscal injuries in paediatric patients: outcomes after arthroscopic repair / G. Lucas, F. Accadbled, P. Violas, et al // *Orthop Traumatol Surg Res.* – 2015. – 101(2) – P.173-177.
91. Manzione, M. Meniscectomy in children: A long-term follow-up study / M. Manzione, P.D. Pizzutillo, A.B. Peoples, P.A. Schweizer // *Am J Sports Med.* – 1983. – 11(3) – P.111-115.
92. Marchetti, M.E. Bilateral discoid medial menisci of the knee / M.E. Marchetti, D.C. Jones, D.A. Fischer, et al // *Am J Orthop.* – 2007. – 36(6) – P.317-321.

93. Massey, P. The rebar repair for radial meniscus tears: a biomechanical comparison of a reinforced suture repair versus parallel and cross-stitch techniques / P. Massey, K. McClary, D. Parker, et al // *J Exp Orthop*. – 2019. – 6(1) – P.1-8.
94. McCarty, E.C. Meniscus repair: considerations in treatment and update of clinical results / E.C. McCarty, R.G. Marx, K.E. DeHaven // *Clin Orthop Relat*. – 2002. – 402 – P.122-134.
95. McDermott, I.D. The consequences of meniscectomy / I.D. McDermott, A.A. Amis // *J Bone Joint Surg Br*. – 2006. – 88(12) – P.1549-1556.
96. Menge, T.J. Anterior horn meniscal repair using an outside-in suture technique / T.J. Menge, C.S. Dean, J. Chahla, et al // *Arthrosc Tech*. – 2016. – 5(5) – P.e1111-e1116.
97. Moatshe, G. Posterior meniscal root injuries / G. Moatshe, J. Chahla, E. Slette, et al // *Acta Orthopaedica*. – 2016. – 87(5) – P.452-458.
98. Moran, T.E. The Outside-in, percutaneous release of the medial collateral ligament for knee arthroscopy / T.E. Moran, A. Demers, J.T. Awowale, B.C. Werner, M.D. Miller // *Arthrosc Tech*. – 2020. – 9(3) – P.e393-e397.
99. Mosich, G.M. Operative treatment of isolated meniscus injuries in adolescent patients: a meta-analysis and review / G.M. Mosich, V. Lieu, E. Ebrahimzadeh, J.J. Beck // *Sports Health*. – 2018. – 10(4) – P.311-316.
100. Mueller, B.T. Rehabilitation following meniscal root repair: a clinical commentary / B.T. Mueller, S.G. Moulton, L. O'Brien, R.F. LaPrade // *J Orthop Sports Phys Ther*. – 2016. – 46(2) – P.104-113.
101. Muiño, J.M.S. Outside-in single - lasso loop technique for meniscal repair: fast, economic, and reproducible / J.M.S. Muiño, A.N. Fulvi, M. Gimenez, J.R.M. Rullan // *Arthrosc Tech*. – 2018. – 7(11) – P.e1191-1196.
102. Negrín, R. Meniscal ramp lesion repair using an all-inside technique / R. Negrín, N.O. Reyes, M. Iñiguez, et al // *Arthrosc Tech*. – 2018. – 7(3) – P.e265-e270.
103. Nelson, C.G. Inside-out meniscus repair / C.G. Nelson, K.F. Bonner // *Arthrosc Tech*. – 2013. – 2(4) – P.e453-e460.

104. Nguyen, J.C. MR imaging–based diagnosis and classification of meniscal tears / J.C. Nguyen, A.A. De Smet, K. Graf, H.G. Rosas // *Radiographics*. – 2014. - 34(4) – P.981-999.
105. Noyes, F.R. Arthroscopic repair of meniscal tears extending into the avascular zone in patients younger than twenty years of age / F.R. Noyes, S.D. Barber-Westin // *Am J Sports Med*. – 2002. – 30(4) – P.589-600.
106. Noyes, F.R. Repair of complex and avascular meniscal tears and meniscal transplantation / F.R. Noyes, S.D. Barber-Westin // *J Bone Joint Surg Am*. – 2010. – 92(4) – P.1012-1029.
107. Pache S. Meniscal root tears: current concepts review / S. Pache, Z.S. Aman, M. Kennedy, et al // *Arch Bone Jt Surg*. – 2018. – 6(4) – P.250-259.
108. Padalecki, J.R. Biomechanical consequences of a complete radial tear adjacent to the medial meniscus posterior root attachment site: in situ pull-out repair restores derangement of joint mechanics / J.R. Padalecki, K.S. Jansson, S.D. Smith, et al // *Am J Sports Med*. – 2014. – 42(3) – P.699-707.
109. Papalia, R. Meniscectomy as a risk factor for knee osteoarthritis: a systematic review / R. Papalia, A.D. Buono, L. Osti, et al // *Br Med Bull*. – 2011. – 99 – P.89-106.
110. Park, L.S. Posterior horn lateral meniscal tears simulating meniscomfemoral ligament attachment in the setting of ACL tear: MRI findings / L.S. Park, J.A. Jacobson, D.A. Jamadar, et al // *Skeletal Radiol*. – 2007. – 36(5) – P.399-403.
111. Patil, A.S. Imaging of meniscus repair and healing: a review of current trends/ literature / A.S. Patil, A.H. Chandorkar // *Asian Journal of Arthroscopy*. – 2016. – 1(2) – P.23-27.
112. Peña, E. Why lateral meniscectomy is more dangerous than medial meniscectomy. A finite element study / E. Peña, B. Calvo, M.A. Martinez, et al // *J Orthop Res*. – 2006. – 24(5) – P.1001-1010.
113. Persiani, P. Can early diagnosis and partial meniscectomy improve quality of life in patients with lateral discoid meniscus? / P. Persiani, M. Mariani, M. Crostelli, et al // *Clin Ter*. – 2013. – 164(5) – P.e359-e364.

114. Prejbeanu, R. Atlas of knee arthroscopy / R. Prejbeanu – London: Springer, 2015. – 193p.
115. Pujol, N. Meniscal healing after meniscal repair a CT arthrography assessment / N. Pujol, L. Panarella, T.A.S. Selmi, et al // Am J Sports Med. – 2008. – 36(8) – P.1489-1495.
116. Pujol, N. Amount of meniscal resection after failed meniscal repair / N. Pujol, O. Barbier, P. Boisrenoult, P. Beaufils // Am J Sports Med. – 2011. – 39(8) – P.1648-1658.
117. Pujol, N. Long-term outcomes of all-inside meniscal repair / N. Pujol, N. Tardy, P. Boisrenoult, P. Beaufils // Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. – 2015. – 23(1) – P.219-224.
118. Rainio, P. Observation of anomalous insertion of the medial meniscus on the anterior cruciate ligament / P. Rainio, J. Sarimo, J. Rantanen, et al // Arthroscopy. – 2002. – 18(2) – P.1-6.
119. Randelli, P. Arthroscopy / P. Randelli, D.Dejour, C. Niek van Dijk, et al – Berlin: Springer, 2016. – 1152p.
120. Rodeo, S.A. Histological analysis of human meniscal allografts: a preliminary report / S.A. Rodeo, A. Seneviratne, K. Suzuki, et al // J Bone Joint Surg Am. – 2000. – 82(8) – P.1071-1082.
121. Rosas, H.G. Magnetic resonance imaging of the meniscus / H.G. Rosas // Magn Reson Imaging Clin N Am. – 2014. – 22(4) – p.493-516.
122. Sallé de Chou, E. Analysis of short and long-term results of horizontal meniscal tears in young adults / E. Sallé de Chou, N. Pujol, G. Rochcongar, et al // Orthop Traumatol Surg Res. – 2015. – 101(8) – P.317-322
123. Samora, W.P. Meniscal pathology associated with acute anterior cruciate ligament tears in patients with open physes / W.P. Samora, R. Palmer, K.E. Klingele // J Pediatr Orthop. – 2011. – 31(3) – P.272-276.
124. Samuelsen, B.T. Comparative outcomes of all-inside versus inside-out repair of bucket-handle meniscal tears: a propensity-matched analysis / B.T. Samuelsen, N.R. Johnson, M. Hevesi, et al // Orthop J Sports Med. – 2018. – 6(6) – 1-7.

125. Schmitt, A. Results with all-inside meniscal suture in pediatrics / A. Schmitt, F. Batische, C. Bonnard // *Orthop Traumatol Surg Res.* – 2016. – 102(2) – P.207-211.
126. Schurz, M. The value of clinical examination and MRI versus intraoperative findings in the diagnosis of meniscal tears / M. Schurz, J.T. Erdoes, P. Platzer, et al // *Scripta Medica.* – 2008. – 81(1) – P.3-12.
127. Sevillano-Perez, E. Symptomatic bilateral torn discoid medial meniscus treated with saucerization and suture / E. Sevillano-Perez, A. Espejo-Reina, M.J. Espejo-Reina // *Case Rep Orthop.* – 2016. – 2016 – P.1-10.
128. Sherman, B. Relaxation of the medial collateral ligament to facilitate rediatric meniscal surgery / B. Sherman, T. Harrah, J.A. Schlechter // *Arthrosc Tech.* – 2019. – 8(11) – P.e1345-e1351.
129. Shimomura, K. Meniscal repair and regeneration: current strategies and future perspectives / K. Shimomura, S. Hamamoto, D.A. Hart, et al // *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma.* – 2018. – 9(3) – P.247-253.
130. Song, K.M. Orthopaedic Knowledge Update: Pediatrics / K.M. Song, D.S. Bae, H.K.W. Kim, et al – Rosemont: American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2011. – 494p.
131. Sonnery-Cottet, B. Ramp lesions: an unrecognized posteromedial instability? / B. Sonnery-Cottet, R.S. Cruz, T.D. Vieira, et al // *Clin Sports Med.* – 2020. – 39(1) – P. 69-81.
132. Stein, M.I. Regeneration of a discoid meniscus after arthroscopic saucerization / M.I. Stein, R.B. Gaskins, C.C. Nalley, C. Nofsinger // *Am J Orthop.* – 2013. – 42(1) – P.E5-E8.
133. Steineman, B.D. Early osteoarthritis after untreated anterior meniscal root tears: an in vivo animal study / B.D. Steineman, R.F. LaPrade, K.S. Santangelo, et al // *Orthop J Sports Med.* – 2017. – 5(4) – P.1-14.
134. Steiner, S.R.H. Outside-in repair technique for a complete radial tear of the lateral meniscus / S.R.H. Steiner, S.M. Feeley, J.R. Ruland, D.R. Diduch // *Arthrosc Tech.* – 2018. – 7(3) – P.e285-e288.

135. Tarafder, S. Engineered healing of avascular meniscus tears by stem cell recruitment / S. Tarafder, J. Gulko, K.H. Sim, et al // *Sci Rep.* – 2018. – 8(1) – P.1-9.
136. Thauinat, M. Classification and surgical repair of ramp lesions of the medial meniscus / M. Thauinat, J.M. Fayard, T.M. Guimaraes, et al. // *Arthrosc Tech.* – 2016. – 5(4) – P.e871-e875.
137. Tsujii, A. Age-related changes in the knee meniscus / A. Tsujii, N. Nakamura, S. Horibe // *Knee.* – 2017. – 24(6) – P.1262-1270.
138. Uchio, Y. Results of rasping of meniscal tears with and without anterior cruciate ligament injury as evaluated by second-look arthroscopy / Y. Uchio, M. Ochi, N. Adachi, et al // *Arthroscopy.* – 2003. – 19(5) – P.463-469.
139. Velden, C.A. Pedi-IKDC or KOOS-child: which questionnaire should be used in children with knee disorders? / C.A. van der Velden, M.C. van der Steen, J. Leenders, et al // *BMC Musculoskeletal Disorders.* – 2019. – 20(1) – P.1-8.
140. Wadhwa, V. ISAKOS classification of meniscal tears – Illustration on 2D and 3D isotropic spin echo MR imaging / V. Wadhwa, H. Omar, K. Coyner, et al // *European journal of radiology.* – 2016. – 85 – P.15-24.
141. Wasser, L. Arthroscopic treatment of discoid meniscus in children: clinical and MRI results / L. Wasser, J. Knörr, F. Accadbled, et al // *Orthop Traumatol Surg Res.* – 2011. – 97(3) – P.297-303.
142. Wilson, P.L. Incidence, presentation, and treatment of pediatric and adolescent meniscal root injuries / P.L. Wilson, C.W. Wyatt, J. Romero, et al // *Orthop J Sports Med.* – 2018. – 6(11) – P.1-7.
143. Woodmass, J.M. Meniscal repair: reconsidering indications, techniques, and biologic augmentation / J.M. Woodmass, R.F. LaPrade, N.A. Sgaglione, et al // *J Bone Joint Surg Am.* – 2017. – 99(14) – P.1222-1231.
144. Yang, S. A reliable, ultrasound-based method for the diagnosis of discoid lateral meniscus / S. Yang, M. Zhang, J. Li, et al // *Arthroscopy.* – 2021. – 37(3) – P.882-890.
145. Yaniv, M. The discoid meniscus / M. Yaniv, N. Blumberg // *J Child Orthop.* – 2007. – 1(2) – P.89-96.

146. Yoon, K.H. Meniscal Repair / K.H. Yoon, K.H. Park // *Knee Surg Relat Res.* – 2014. – 26(2) – P.68-76.
147. Zhu, S. Microstructure analysis and reconstruction of a meniscus / S. Zhu, G. Tong, J. Xiang, et al // *Orthop Surg.* – 2021. – 13(1) – P.306-313.
148. Zuke, W.A. Arthroscopic saucerization and all-inside repair of a delaminated discoid lateral meniscus / W.A. Zuke, G.L. Cvetanovich, B. Go, et al // *Arthrosc Tech.* – 2017. – 6(4) – P.e1387-e1391.