

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Научно-исследовательский институт ревматологии имени В. А. Насоновой»

*На правах рукописи*

**НУРМУХАМЕТОВ Максим Ринатович**

**ХОНДРОПЛАСТИКА В ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ С ОСТЕОАРТРИТОМ  
ПЕРВОГО ПЛЮСНЕФАЛАНГОВОГО СУСТАВА**

14.01.15 – травматология и ортопедия

Диссертация  
на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:  
**Бялик Евгений Иосифович,**  
доктор медицинских наук, профессор

Москва – 2020

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>4</b>
<b>Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	<b>9</b>
1.1. Определение остеоартрита I плюснефалангового сустава .....	9
1.2. Этиология.....	9
1.3. Классификация .....	10
1.4. Клинические проявления.....	12
1.5. Методы диагностики.....	12
1.6. Инструментальная диагностика.....	13
1.7. Подходы к лечению .....	15
<b>Глава 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ</b> .....	<b>44</b>
2.1. Общая характеристика исследования .....	44
2.2. Отбор пациентов. Критерии включения и исключения .....	44
2.3. Характеристика групп.....	45
2.4. Этапы исследования.....	48
2.5. Клинические и инструментальные методы обследования больных. Критерии оценки результатов лечения.....	51
2.5.1. Клиническое обследование больных.....	51
2.5.2. Лабораторные методы исследования .....	51
2.5.3. Инструментальные методы исследования.....	52
2.5.4. Статистический анализ .....	54
<b>Глава 3. ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ</b> .....	<b>56</b>
3.1. Хирургическая техника хондропластики первого плюснефалангового сустава с использованием коллагеновой матрицы.....	56
3.2. Послеоперационное ведение больных .....	62
<b>Глава 4. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БЛИЖАЙШИХ И СРЕДНЕСРОЧНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ В ОСНОВНОЙ И КОНТРОЛЬНЫХ ГРУППАХ</b> .....	<b>65</b>
4.1. Результаты в контрольной группе № 1 (хейлэктомия).....	67
4.2. Результаты в контрольной группе №2 (артродез первого плюснефалангового сустава).....	71
4.3. Результаты в основной группе (хондропластика первого плюснефалангового сустава).....	73
4.4. Сравнение послеоперационной динамики основной и контрольных групп.....	83
4.5. Влияние возраста пациентов на результаты в основной группе .....	87
4.6. Влияние наличия ревматических заболеваний у пациентов на результаты в основной группе .....	92
4.6. Осложнения в основной группе.....	95
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	<b>98</b>

Выводы.....	107
Практические рекомендации.....	108
<b>СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ .....</b>	<b>109</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>110</b>
<b>Приложение А (обязательное). Патент Российской Федерации № 2737710 на изобретение: «Способ лечения артроза первого плюснефалангового сустава» от 02.12.2020 .....</b>	<b>118</b>

## ВВЕДЕНИЕ

### Актуальность темы исследования

Остеоартрит (ОА) I плюснефалангового сустава (I ПФС) – заболевание, характеризующееся наличием боли, усиливающейся при ходьбе, скованностью в суставе и снижением объема движений, особенно тыльного сгибания. В литературе ОА I ПФС чаще всего обозначается термином *hallux rigidus* (ригидный I палец стопы) [1–3].

*Hallux rigidus* (HR) является вторым по частоте после вальгусной деформации I пальца патологическим состоянием стопы и встречается, по данным литературы, у 2,5–10% взрослого населения [3, 7–11].

В настоящее время общего подхода к выбору хирургической тактики при *hallux rigidus* не существует [7, 8, 14, 28, 29]. Основные методы хирургического лечения на сегодняшний день – хейлэктомия и артродез I ПФС. Тем не менее при хейлэктомии авторы отмечают рецидив развития дорсального остеофита в 30% случаев; более чем у 40% прооперированных пациентов сохраняется боль в среднем диапазоне движений, а на поздних стадиях ОА I ПФС у большинства пациентов возникала необходимость в повторном хирургическом лечении в виде артродеза I ПФС [14, 46].

Артродез I ПФС чаще всего применяется на поздних стадиях ОА I ПФС. Данный метод считается «золотым стандартом», так как обеспечивает быстрое купирование болевого синдрома [9, 64–71]; однако после артродеза I ПФС могут развиваться такие осложнения, как метатарзалгия (9,8%), несостоятельность артродеза (7,8%), смещение артродезируемых поверхностей (7,8%), боль в межфаланговом суставе (3,9%), замедленная консолидация (2%) [73].

В свою очередь, известно, что при наличии костно-хрящевых дефектов в коленном, тазобедренном и голеностопном суставах довольно успешно применяется техника хондропластики с использованием коллагеновой матрицы, индуцирующей процесс аутологичного хондрогенеза, при котором происходит формирование из стволовых клеток гиалиноподобной ткани [87–107].

В связи с описанной эффективностью данного метода при наличии дефектов хряща в коленном, тазобедренном и голеностопном суставах [87–107] нами предложено применение хондропластики с использованием коллагеновой матрицы в качестве нового способа хирургического лечения пациентов с ОА I ПФС.

### **Степень разработанности темы исследования**

В мировой литературе только один автор предлагает метод хирургического лечения ОА I ПФС, схожий с тем, который использовался в нашем исследовании – модифицированный вариант хондропластики – MAST (matrix-associated stem cell transplantation) [108–110]. M. Richter проводил наблюдение за пациентами (n = 20) в течение 2 лет после выполненной хондропластики I ПФС, при этом отмечал значительное улучшение клинических показателей как в раннем послеоперационном периоде, так и через вышеуказанный промежуток времени, в том числе, увеличение объема движений в I ПФС [109].

Таким образом, существующие хирургические методики, в отличие от хондропластики, не позволяют достичь хороших результатов лечения пациентов с ОА I ПФС.

**Цель исследования** – улучшить результаты хирургического лечения пациентов с ОА I ПФС путём разработки суставсберегающего метода с использованием коллагеновой матрицы, индуцирующей хондрогенез.

### **Задачи исследования**

1. Проанализировать исходы лечения больных с ОА I ПФС после хейлэктомии и артрореза I ПФС.
2. Разработать хирургическую технику суставсберегающей операции при ОА I ПФС с использованием коллагеновой матрицы для стимуляции хондрогенеза.
3. Определить показания и противопоказания к выполнению разработанного способа хондропластики I ПФС.
4. Проанализировать ближайшие и среднесрочные результаты разработанной хирургической методики.
5. Оценить эффективность методики у пациентов разных возрастных групп, а также у пациентов, страдающих системными ревматическими заболеваниями (РЗ).

**Научная новизна.** Научная новизна диссертационной работы заключается в том, что разработан новый способ суставсберегающей операции при ОА I ПФС по технике хондропластики на коллагеновой матрице (получен патент РФ № 2737710 на изобретение: «Способ лечения артроза первого плюснефалангового сустава» от 02.12.2020); определены показания и противопоказания к разработанной методике хондропластики I ПФС; доказана эффективность хондропластики у больных с ОА I ПФС на всех стадиях заболевания; обоснована возможность применения разработанной операции у больных с системными воспалительными РЗ.

**Практическая значимость работы.** Разработанная новая хирургическая методика позволит улучшить функциональные результаты хирургического лечения пациентов с ОА I ПФС и сократить сроки послеоперационной реабилитации

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

1. Разработанная хирургическая техника хондропластики I ПФС с использованием коллагеновой матрицы является эффективным методом хирургического лечения, позволяющим купировать боль и улучшить функцию стопы у больных с ОА I ПФС как на ранних, так и на поздних стадиях заболевания.

2. Хондропластика I ПФС с использованием коллагеновой матрицы может применяться у пациентов, страдающих системными воспалительными РЗ с низкой активностью или в ремиссии заболевания (при ревматоидном артрите активность по DAS28 < 3,2; при анкилозирующем спондилите активность по BASDAI < 2,0).

3. Разработанная операция может быть использована для лечения пациентов с ОА I ПФС как молодого, так и пожилого возраста.

**Степень достоверности результатов исследования.** Достоверность данных подтверждается достаточным количеством больных в исследовании (41 пациентов, 44 стопы) для реализации поставленных цели и задач. Для анализа полученных результатов и осложнений использовали современные методы статистической обработки данных с применением компьютерной программы BioStat®. Выводы и практические рекомендации подкреплены данными, представленными в таблицах и рисунках, демонстрирующих результаты исследования и подтверждающих положения, выносимые на защиту.

**Внедрение результатов исследования.** Разработанная хирургическая техника применяется у пациентов, страдающих ОА I ПФС, в том числе на поздних стадиях заболевания. Результаты диссертационной работы внедрены в практическую работу травматолого-ортопедического отделения ФГБНУ НИИР имени В. А. Насоновой.

**Апробация диссертации.** Результаты исследования были представлены на российских и международных съездах, конференциях, конгрессах, форумах:

1) Научно-практическая конференция «Новые концепции диагностики и лечения остеоартроза», Астрахань, 18 мая 2018 года (устный доклад);

2) II Международный конгресс ассоциации ревмоортопедов, 21 сентября 2018 года (устный доклад);

3) 39th SICOT Orthopaedic World Congress. 10–13 October 2018 (устный доклад);

4) XIV Межрегиональная научно-практическая конференция «Организационные и клинические вопросы оказания помощи больным в травматологии и ортопедии», г. Воронеж, 30 ноября 2018 года (устный доклад);

5) III Конгресс Российской ассоциации хирургов стопы и голеностопного сустава, Санкт-Петербург, 5–6 апреля 2019 года, (устный доклад);

6) 40th SICOT Orthopaedic World Congress, Muscat, December 4–7, 2019 (устный доклад);

7) III Международный конгресс ассоциации ревмоортопедов, Москва, 20–21 сентября 2019 г. (постерный доклад);

**Личный вклад автора.** Автором изучены существующие в настоящее время методы хирургического лечения ОА I ПФС. Автор участвовал в разработке хирургической техники хондропластики I ПФС с использованием коллагеновой матрицы, принимал непосредственное участие в операциях. Автором осуществлен сбор, статистическая и компьютерная обработка первичного материала; проведен анализ обобщенных данных; сформулированы выводы; оформлены результаты исследования и представлены в виде диссертационной работы.

**Соответствие диссертации паспортам научных специальностей.** Научные положения диссертации соответствуют паспорту специальности 14.01.15 – травматология и ортопедия. Результаты проведенного исследования соответствуют области исследования специальности 14.01.15 – травматология и ортопедия.

**Публикации по теме диссертации.** Основные результаты диссертации опубликованы в 15 научных работах, из них 3 статьи в журналах, рекомендованных ВАК, 1 статья в журнале международной базы Scopus. Получен патент Российской Федерации № 2737710 на изобретение: «Способ лечения артроза первого плюснефалангового сустава» от 02.12.2020.



## Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1. Определение остеоартрита I плюснефалангового сустава

ОА I ПФС – распространенное заболевание, при котором пациент испытывает скованность и боль в суставе, усиливающуюся при ходьбе. При ОА I ПФС наблюдается значительное ограничение движений в суставе, в особенности ограничивается тыльное сгибание, и данное состояние обозначается как «ригидный I палец стопы» или hallux rigidus [1–3].

Впервые hallux rigidus был описан в 1887 г. М. Davies-Colley, и получил тогда название hallux flexus из-за нахождения проксимальной фаланги в состоянии подошвенного сгибания [4, 5]. Спустя 4 месяца J. M. Cotterill описал то же состояние и предложил термин hallux rigidus [4, 6].

По данным литературы, hallux rigidus встречается от 2,5 до 10% взрослого населения [3, 7–11]. При этом двустороннее поражение в 80% случаев имеет наследственный характер [12, 14]. М. J. Coughlin и P. S. Shurnas в 2003 г. провели метаанализ и определили, что 80% пациентов, страдающих ОА I ПФС, имеют проблему с обеими стопами, при этом 98% отмечали наличие заболевания у прямых родственников. Также авторы указывают на то, что большинство пациентов (62%) – женщины [14].

### 1.2. Этиология

Причина развития hallux rigidus до сих пор точно не определена. С целью изучения данной проблемы А. Salvo и соавт. [8] оценивали взаимосвязь отношения длины I плюсневой кости (I ПК) и проксимальной фаланги I пальца (ПФПП) к общей длине стопы и развития hallux rigidus. В рамках ретроспективного исследования определялись индексы *длина стопы / длина I ПК*, *длина стопы / длина ПФПП*. Обнаружена статистически достоверная разница ( $p = 0,002$ ) в развитии hallux rigidus между группами исследуемых пациентов по первому индексу (у пациентов с hallux rigidus индекс *длина стопы / длина I ПК* меньше, чем в группе сравнения) и отсутствие разницы по второму. Таким образом, авторы предпо-

жили, что относительная длина I ПК играет роль в этиопатогенезе hallux rigidus [9]. М. Erdil и соавт. [4] указывают на то, что одними из основных факторов риска развития hallux rigidus являются постоянная микротравматизация I ПФС и ношение неудобной обуви.

### 1.3. Классификация

Наиболее известная классификация hallux rigidus была разработана М. J. Coughlin и Р. S. Shurnas (Таблица 1) [4, 14].

**Таблица 1** – Классификация Coughlin – Shurnas

<i>Стадия</i>	<i>Тыльное сгибание</i>	<i>Рентгенологическая картина</i>	<i>Клиническая картина</i>
0	От 40° до 60° и/или от 10 до 20% потери объема по сравнению со здоровой стопой	Норма	Боли нет; при осмотре определяется незначительное ограничение движений
1	От 30° до 40° и/или от 20 до 50% потери объема по сравнению со здоровой стопой	Наличие тыльного остеофита на головке I ПК, минимальное сужение суставной щели, минимальный периапартулярный склероз, минимальное уплощение головки I ПК	Незначительный или случайный болевой синдром, при осмотре боль возникает в крайней точке тыльного и/или подошвенного сгибания
2	От 10° до 30° и/или от 50 до 75% потери объема по сравнению со здоровой стопой	Наличие тыльного, латерального и, возможно, медиального остеофитов, создающих картину уплощения головки I ПК; в боковой проекции – вовлечение в патологический процесс не более ¼ суставной щели с тыльной стороны; сужение суставной щели, склероз суставных поверхностей – от легкой до умеренной степени; сесамовидные кости, как правило, не вовлечены в патологический процесс	Болевой синдром от умеренного до выраженного и скованность, которые могут носить постоянный характер; при осмотре боль возникает до максимальных точек тыльного и подошвенного сгибания
3	≤ 10° и/или от 75 до 100% потери объема по сравнению со здоровой стопой. Также имеется значительное ограничение подошвенного сгибания (как правило, ≤ 10°)	Выраженное сужение суставной щели, возможно наличие периапартулярных кистовидных просветлений, вовлечение в патологический процесс более ¼ суставной щели с тыльной стороны, а также сесамовидных костей.	Практически постоянный болевой синдром и выраженная скованность в крайних точках объема движения, но не на среднем уровне
4	То же, как и при 3-й стадии	Та же, как и при 3-й стадии	Та же, как и при 3-й стадии, но имеется болевой синдром в среднем диапазоне движений

Они выделяют пять стадий заболевания (от 0 до 4) и такие характеристики, как состояние суставной щели I ПФС, характер болевого синдрома и ограничение объема движений в суставе. Нулевая стадия характеризуется нормальными размерами суставной щели, отсутствием боли и полным объемом движений или его незначительным ограничением. На первой стадии наблюдаются небольшое сужение суставной щели, периодически возникающая боль и небольшое ограничение движений. При второй стадии в области I ПФС формируются остеофиты, сужение суставной щели и ограничение движений в суставе становятся умеренными, чаще возникает боль. Третья стадия характеризуется выраженным сужением суставной щели, наличием крупных остеофитов и постоянной боли, отсутствующей, однако, при движениях в среднем диапазоне, и выраженным ограничением движений (суммарно менее 20°). На четвертой стадии боль возникает также при пассивных движениях в среднем диапазоне, в остальном клинико-рентгенологическая картина та же, что и при третьей стадии [14].

С. Ю. Бережной [7] модифицировал и расширил вышеуказанную классификацию (Таблица 2): 3-я стадия подразделена на промежуточные стадии:

- 3а (боль в крайних положениях и/или от давления обуви; от умеренного до выраженного ограничения движений);
- 3б (боль при любых движениях);
- 3в (боль от давления обуви или отсутствие боли из-за формирования анкилоза; выраженное ограничение движений).

При 4-й стадии наблюдается практически полное отсутствие суставной щели, при этом движения в суставе качательные или полностью отсутствуют (фиброзный анкилоз) [7].

Также иногда используется рентгенологическая классификация Hattrup–Johnson, согласно которой *hallux rigidus* имеет три стадии. I стадия характеризуется незначительным или умеренным формированием остеофитов при нормальной ширине суставной щели. На II стадии, помимо умеренного формирования остеофитов, наблюдаются сужение суставной щели и субхондральный склероз. На III

стадии происходит формирование крупных остеофитов, суставная щель не прослеживается, и могут обнаруживаться субхондральные кисты [15].

**Таблица 2** – Классификация Бережного С. Ю.

<i>Степень</i>	<i>Рентгеновские изменения</i>	<i>Болевой синдром</i>	<i>Подвижность в I ПФС</i>
0	Характерные для артроза изменения отсутствуют	Отсутствует или возникает при повышенных нагрузках	Тугоподвижность без или с легким или умеренным ограничением объема движений
1	Склероз суставных концов без или с минимальным сужением суставной щели	Непостоянный (зависит от физической нагрузки и обуви)	Тугоподвижность с легким или умеренным ограничением
2	Умеренное сужение щели сустава, появление остеофитов	Более постоянный	Умеренное или выраженное ограничение
3а	Выраженное сужение суставной щели, умеренно выраженные или массивные остеофиты	Боль в крайних положениях и (или) от давления обуви	От умеренного до выраженного ограничения
3б	Идентична степени 3а	Боль при любых движениях	Идентична степени 3а
3в	Идентична степени 3а	Боль от давления обуви или отсутствие боли	Выраженное ограничение
4	Резко выраженное сужение (практически полное отсутствие) суставной щели, умеренно выраженные или массивные остеофиты	Боль от давления обуви или отсутствие боли	Качательные движения или полное их отсутствие (фиброзный анкилоз)

#### 1.4. Клинические проявления

Основным клиническим проявлением hallux rigidus является боль в I ПФС, возникающая преимущественно при тыльном сгибании I пальца, что объясняется соударением основания ПФПП и остеофитов в области тыльной стороны головки I ПК. Также боль может возникать при подошвенном сгибании вследствие растяжения воспаленной капсулы I ПФС, сухожилия extensor hallucis longus (EHL) и наличия синовита. Визуально в области I ПФС могут наблюдаться покраснение кожных покровов, отечность и деформация в связи с наличием остеофитов [9].

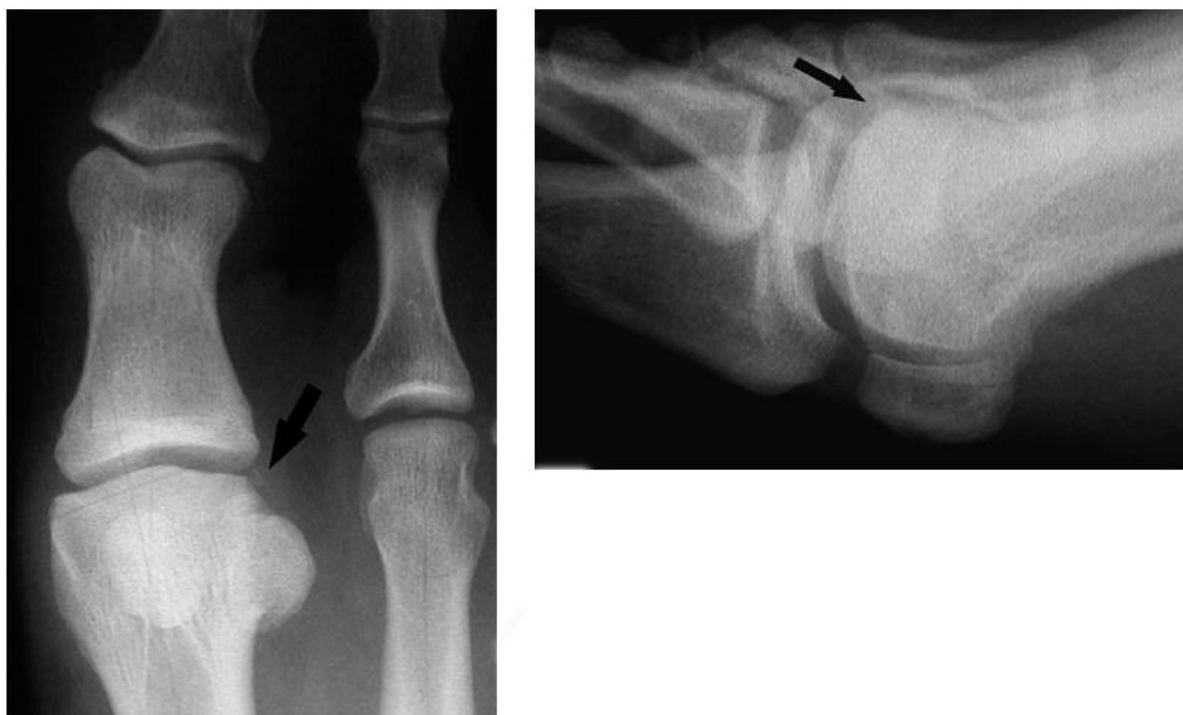
#### 1.5. Методы диагностики

Для оценки состояния пациента с ОА I ПФС в клинической практике чаще всего определяется интенсивность боли и функциональное состояние стопы [16]. Оценка осуществляется с помощью анкетирования пациентов с использованием

опросника Американского ортопедического общества стопы и голеностопного сустава (American Orthopedic Foot & Ankle Society – AOFAS) [17, 18], а также визуальной аналоговой шкалы оценки функционального состояния стопы и голеностопного сустава (Visual Analogue Scale Foot and Ankle – VAS FA) [19].

### 1.6. Инструментальная диагностика

Наиболее простым, информативным и доступным диагностическим методом является рентгенография (Рисунки 1–4). Для оценки состояния I ПФС при ОА I ПФС используются прямая, боковая и косая проекции. В прямой проекции можно увидеть сужение суставной щели, латеральные и медиальные остеофиты, наличие субхондральных кист и склероза суставных поверхностей. Боковая проекция позволяет визуализировать тыльные остеофиты. Косая проекция, в свою очередь, необходима для оценки состояния сесамовидных костей, которые также могут поражаться на поздних стадиях заболевания [9].



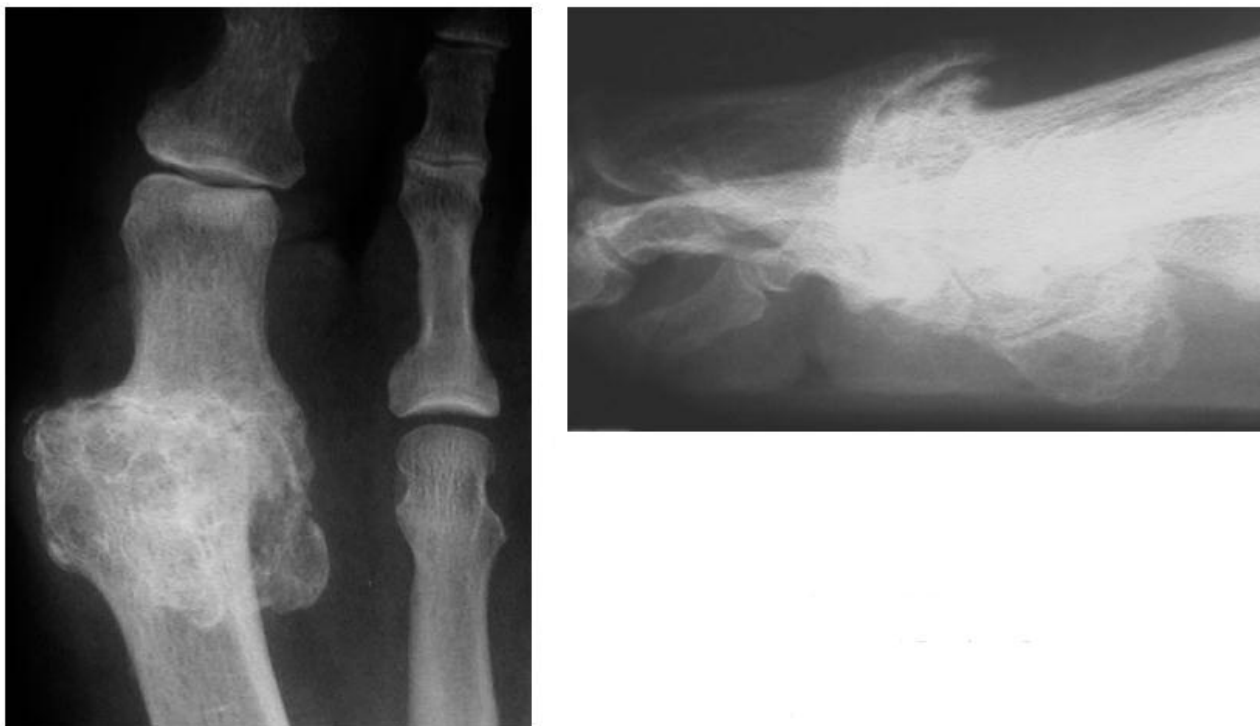
**Рисунок 1** – Стадия 1 hallux rigidus по классификации Coughlin – Shurnas [14]



**Рисунок 2** – Стадия 2 hallux rigidus по классификации Coughlin – Shurnas [14]



**Рисунок 3** – Стадия 3 hallux rigidus по классификации Coughlin – Shurnas [14]



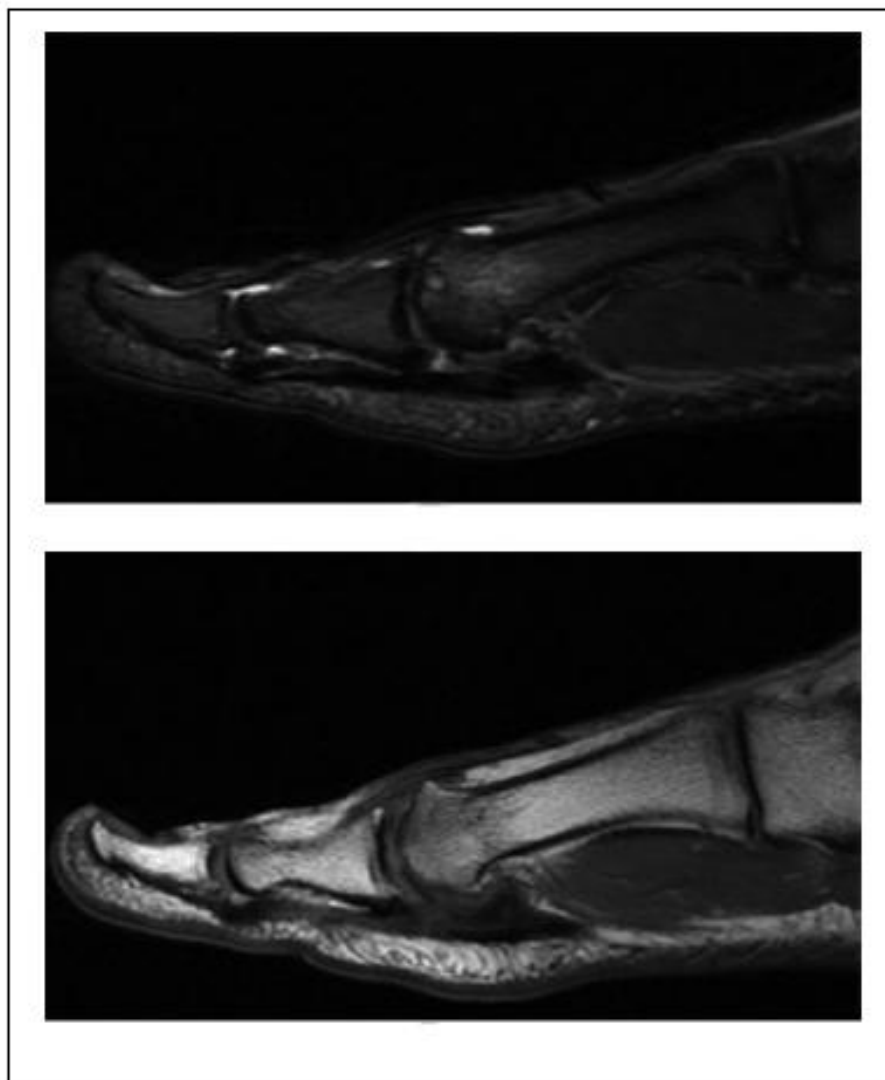
**Рисунок 4** – Стадия 4 hallux rigidus по классификации Coughlin – Shurnas [14]

Более точно оценить состояние хряща I ПФС позволяет магнитно-резонансная томография (МРТ, Рисунок 5) [17].

### 1.7. Подходы к лечению

Первоначальный подход к лечению ОА I ПФС, по мнению ряда авторов [9, 21–25], должен быть консервативным. Консервативное лечение данного заболевания направлено на устранение воспаления и боли. На ранних стадиях применяются нестероидные противовоспалительные препараты. Также можно использовать внутрисуставные инъекции глюкокортикоидов в сочетании с анестетиком. По данным литературы, это позволяет улучшить состояние в среднем на 6 месяцев [9, 18]. Из немедикаментозной терапии рекомендованы плавание и занятия на велотренажере, так как при этом не нагружается I ПФС [9]. Помимо вышеуказанных, выделяют такие методы, как тейпирование, ортезирование, использование индивидуальной сложной ортопедической обуви, массаж, лечебная физкультура для укрепления мышц голени, а также физиотерапия [3, 15, 21–25]. М. Pons и соавт. [27] сообщали об успешном применении внутрисуставных инъекций препарата гиалуроновой кислоты (Ostenil mini) на ранних стадиях заболевания. Облег-

чить состояние пациентов на более поздних стадиях позволяет ношение обуви на высокой жесткой платформе [9, 29], однако радикально решить проблему, связанную с ОА I ПФС, можно только хирургическим путем.



**Рисунок 5** – МРТ I ПФС при hallux rigidus [17]

В настоящее время разработано множество способов хирургического лечения ОА I ПФС, однако общего подхода к выбору хирургической тактики не существует [7, 8, 14, 28, 29]. На практике применяются такие методы, как хейлэктомия, артродез I ПФС, различные остеотомии I ПК, в том числе с использованием чрескожных техник [7, 13], а также гемиартропластика и тотальное эндопротезирование I ПФС [4, 7, 9, 10–12, 28, 30–38].

Для пациентов, имеющих I и II рентгенологическую стадию заболевания с умеренным или периодически возникающим болевым синдромом и скованно-



стью, рекомендованным методом хирургического лечения является хейлэктомия (Рисунок 6) [3].



**Рисунок 6 – Хейлэктомия [3]**

Однако стоит отметить, что хейлэктомия не позволяет восстановить поврежденные участки суставного хряща, следовательно, болевой синдром может рецидивировать. В свою очередь, согласно исследованию Seibert и соавт. [40], хейлэктомия противопоказана на поздних стадиях заболевания, когда интактной остается менее 50% суставной поверхности I ПФС. У пациентов с выраженными остеофитами в области головки 1 ПК Razik и соавт. отмечают ранний рецидив болевого синдрома и скованности в I ПФС [41]. Sidon и соавт. также указывают на то, что поздние стадии hallux rigidus являются противопоказанием к хейлэктомии. В исследовании авторов рецидив болевого синдрома отмечался у 29% прооперированных на 1–3-й стадиях заболевания пациентов, а удовлетворенность хирургическим лечением при этом составила 69% [42]. Harrison и соавт. утверждают, что боль в среднем диапазоне движений в I ПФС связана с наличием обширных дефектов суставного хряща, и в таких случаях эффект от выполненной хейлэктомии сомнителен [43]. В свою очередь, Coughlin и Shurnas, разработавшие клинкорентгенологическую классификацию ОА I ПФС, не рекомендуют выполнять хейлэктомию на 3-й и 4-й стадиях заболевания [14]. Pease и соавт. указывают на то, что основной проблемой, связанной с хейлэктомией, является послеоперационный хондролит и повторное формирование остеофитов и, как следствие, дальнейшая деформация суставных поверхностей I ПФС [44]. Рецидив формирования

дорсальных остеофитов после хейлэктомии возникает у 30% прооперированных пациентов по данным Perler и соавт. [45] и у 31% пациентов по данным Но и соавт. [46]. В исследовании Sanders и соавт. из 66 прооперированных пациентов у 21 пациента результат хейлэктомии был оценен как неудовлетворительный. Также авторы указывают на то, что у 43% прооперированных пациентов сохраняется боль в среднем диапазоне движений; на поздних стадиях (3-4) hallux rigidus у 56% пациентов возникала необходимость в повторном хирургическом лечении в виде артродеза I ПФС [47].

Одной из модификаций хейлэктомии является артропластика по Valenti (Рисунок 7) [48–50]. Метод заключается в выполнении косой двусторонней V-образной резекционной артропластики I ПФС с удалением остеофитов. Целью операции является получение амплитуды разгибания в ПФС до 90°. Тем не менее D. H. Kurtz и соавт. [47] сообщают о таком осложнении данной операции, как бессимптомный плантарный подвывих проксимальной фаланги, встречающийся в 30% случаев.



**Рисунок 7** – Артропластика по методу Valenti [3]

Укорачивающие остеотомии I ПК (Рисунок 8) актуальны при ее избыточной относительной длине [7, 8, 51], дистальная косая остеотомия – при избыточной элевации I ПК [13]. При нормальных анатомических размерах и расположении I ПК вопрос целесообразности применения данных операций остается открытым. Более того, при укорачивающих остеотомиях достаточно часто встречается такое осложнение, как возникновение перегрузочной метатарзалгии [53].

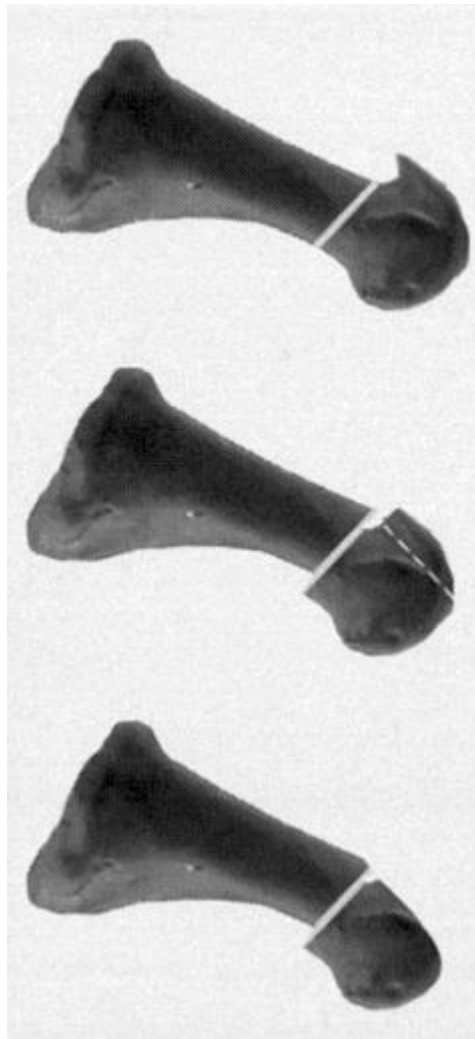


**Рисунок 8** – Укорачивающая остеотомия I ПК [7]

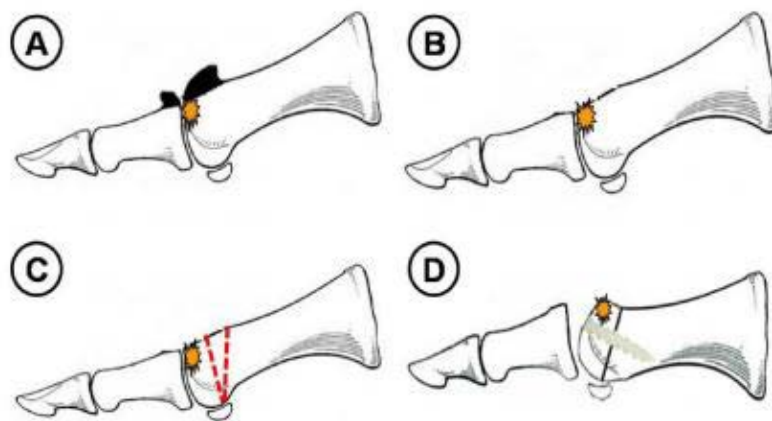
В 1992 г. предложена остеотомия Watermann – Green, целью которой является транспозиция головки I ПК [54]. В свою очередь, J. Gonzalez и соавт. [55] предложили модифицированную остеотомию Hohmann (Рисунок 9) выполняющуюся в случае умеренно и значительно выраженного ОА I ПФС в сочетании с относительно длинной и приподнятой I ПК. При выполнении данной операции головка I ПК смещается в подошвенную сторону, а также происходит укорочение I ПК [3, 55].

Cho В.-К. и соавт. в 2017 г. изучали возможность применения клиновидной дорзализирующей остеотомии I ПК (Рисунок 10) на поздних стадиях hallux rigidus и пришли к выводу, что данный метод эффективен только в том случае, если поражено не более 50% суставной поверхности головки I ПК [56].

В 2010 г. Т. S. Roukis провел анализ результатов лечения пациентов с hallux rigidus на основании системного обзора электронных баз данных и сделал вывод, что спектр применения данных остеотомий должен быть значительно ограничен, так как наблюдается высокий риск послеоперационных осложнений [57]. Тот же автор провел систематический обзор результатов сочетания хейлэктомии и остеотомии ПФПП, который показал, что данной процедурой были удовлетворены 77% пациентов, хотя при этом наблюдается небольшой процент ревизий – 4,8% [58].



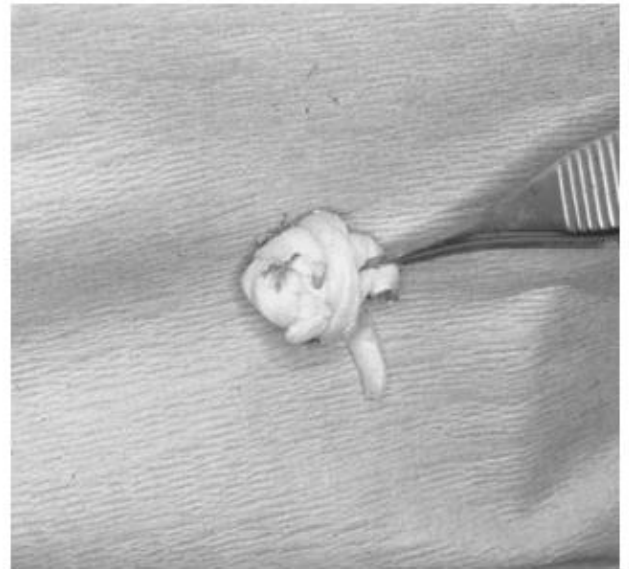
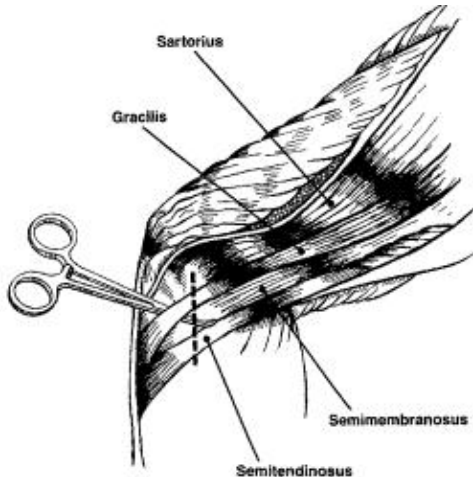
**Рисунок 9** – . Модифицированная остеотомия Hohmann [55]



**Рисунок 10** – Дорзализирующая остеотомия I ПК [56]

Некоторые авторы в качестве хирургического лечения hallux rigidus предлагают различные виды артропластики I ПФС [2, 14, 59, 60, 62, 63]. М. J. Coughlin и Р. J. Shurnas [14] изучали сочетание хейлэктомии, обработки суставных поверхностей риммерами и использование в качестве «прокладки» трансплантата из сухо-

жилия *m. gracilis* (Рисунок 11). В целом, результаты данной интерпозиционной артропластики были хорошими, однако у четырех из семи пациентов сохранялась умеренная метатарзалгия [14]. Систематический обзор результатов интерпозиционной артропластики показал, что данная методика позволяет улучшить тыльное сгибание I пальца, однако нередко встречаются различные осложнения [59].



**Рисунок 11** – Интерпозиционная артропластика [14]

L. M. Talarico и соавт. [60] в 2005 г. предложили использование аппарата наружной фиксации для дистракции I ПФС. Аппарат снимается через 6 недель после операции, по данным исследования, результаты хорошие, суставная щель и объем движений в I ПФС увеличиваются. Также данную методику предлагают Da Cunha и соавт. [61] в качестве ревизионного хирургического лечения после развития нестабильности компонентов эндопротеза I ПФС (Рисунок 12). Недостатком

метода является неудобство для пациента в послеоперационном периоде, а также риск инфицирования непосредственно из-за наличия дистракционного аппарата как «входных ворот» для инфекции.



**Рисунок 12** – Ревизионное вмешательство на первом луче с использованием аппарата наружной фиксации [61]

У нетребовательных пожилых пациентов быстрое купирование болевого синдрома и короткий период восстановления обеспечивает артропластика по Келлеру (в европейской и отечественной литературе – по Келлеру – Брандесу). Данная операция заключается в резекции основания ПФПП, которая зачастую бывает довольно объемной, что может привести к значительному укорочению I пальца и развитию нестабильности в I ПФС [9, 11, 39]. По данным И. А. Пахомова и соавт. [26], 40% пациентов, которым выполнена операция Келлера – Брандеса (Рисунок 13), не удовлетворены ее результатом вследствие рецидива болевого синдрома,

параартикулярных костно-хрящевых разрастаний и формирования фиброзного анкилоза I ПФС, наблюдавшегося в 21 случае из 25.

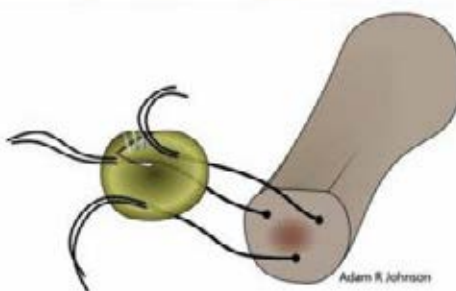


**Рисунок 13** – Операция Келлера – Брандеса [26]

Довольно интересный вариант модифицированной артропластики по Келлеру – косую остеотомию ПФПП в сочетании с удалением дорсальных остеофитов головки ПК и капсульной интерпозицией – предлагают Maskey R. V. и соавт. [2]. При этом авторы отмечают, что модифицированная интерпозиционная артропластика по Келлеру и артродез I ПФС дают похожие функциональные результаты, но артропластика в некоторой степени даже предпочтительнее, поскольку позволяет сохранять движения в суставе [2]. Однако другое исследование показало отсутствие статистически значимой разницы результатов модифицированной интерпозиционной артропластики и стандартной остеотомии по Келлеру [63], дающей зачастую, как отмечено выше, неудовлетворительный эффект.

Еще один вид артропластики I ПФС, продемонстрировавший хорошие ближайшие результаты, но требующий изучения отдаленных функциональных ре-

зультатов, был предложен DelaCruz E. L. и соавт. – интерпозиционная артропластика с использованием менискового аллотрансплантата (Рисунок 14) [62].



**Рисунок 14.** Интерпозиционная артропластика с использованием менискового аллотрансплантата [62]

Несмотря на сообщения о хороших результатах интерпозиционной артропластики, согласно обзору, подготовленному G. Yee и соавт. [39], эффективность данного метода изучена пока недостаточно, что не позволяет рекомендовать его для широкого применения. «Золотым стандартом» хирургического лечения поздних стадий ОА I ПФС, позволяющим решить главную проблему hallux rigidus – купировать боль при движениях в данном суставе, считается артродез I ПФС (Рисунок 15) [9, 64–71]. Безусловно, артродез целесообразно выполнять при запущенных стадиях, когда наблюдается выраженная деформация суставных поверхностей. В мире проведено много исследований, демонстрирующих высокую эффективность артродеза в избавлении пациентов от боли и восстановлении функции стопы [39, 46, 64, 65]. Тем не менее исследователи указывают на то, что артродез не полностью возвращает нормальную биомеханику ходьбы [65]. Существует немало способов фиксации артродеза, причем некоторые авторы наиболее эффективным из них считают сочетание фиксации дорсальной пластиной и косо направленным винтом [65]. Другие исследо-



ватели успешно фиксировали артродез дорсальной пластиной Accutrak [64]. При этом обработка суставных поверхностей осуществлялась полусферическими риммерами [65]. В целом, в настоящее время авторами все чаще предлагается фиксация артродеза различными вариантами пластин [67–70].



**Рисунок 15** – Артродез I ПФС

Claassen L. и соавт. изучали влияние способа фиксации на развитие несостоятельности артродеза в послеоперационном периоде и пришли к выводу, что при использовании дорсальной пластины несостоятельность артродеза встречается реже, чем при фиксации винтами. При этом вид пластины (блокируемая или неблокируемая) значения не имеет. Тем не менее, авторы отмечали, что в функциональном плане не было значимой разницы между исследуемыми группами (Рисунок 16) [68]. В последнее время также используются различные методики малоинвазивной хирургии стопы.

Чрескожные модификации артродеза I ПФС считаются менее травматичными, и позволяют ускорить процесс реабилитации пациентов [7, 71, 72].



a) Crossed-screws



b) Nonlocking plate



c) Locking plate

**Рисунок 16** – Различные способы фиксации артродеза I ПФС [68]

Тем не менее после артродеза I ПФС авторы отмечают развитие таких осложнений, как метатарзалгия (9,8%), несостоятельность артродеза (7,8%), смещение артродезируемых поверхностей (7,8%), боль в межфаланговом суставе (3,9%), замедленная консолидация (2%) [73]. При этом значительная часть литературы посвящена именно несостоятельности артродеза, что свидетельствует о довольно высокой частоте встречаемости данной проблемы [74–78].

Гемиартропластика и тотальное эндопротезирование I ПФС используются уже более 60 лет. С 1967 г. применялись силиконовые протезы, но послеоперационные результаты были неудовлетворительными, и от их использования отказались [4]. В дальнейшем технология изготовления протезов менялась, результаты хирургического лечения улучшались. Тем не менее в настоящее время результаты эндопротезирования I ПФС зачастую остаются неудовлетворительными, в связи с чем данный способ хирургического лечения не может быть рекомендован как метод выбора (Рисунки 17, 18) [9, 11, 34, 61, 79–83].



**Рисунок 17** – Развитие нестабильности имплантов I ПФС [61]



**Рисунок 18** – Развитие нестабильности силиконовых имплантов [83]

В частности, К. F. Konkel и соавт. [10] сообщают о рецидивах формирования дорсальных остеофитов при гемиартропластике I ПФС в 68% случаев в течение 6 лет наблюдения. Авторы, анализируя среднесрочные результаты гемиартропластики основания ПФПП имплантом Futura, не рекомендуют использовать данный метод для лечения пациентов с 4-й стадией hallux rigidus [10].

Е. Seeber и J. Knessl [31] сообщали о необходимости ревизии у 11 из 52 пациентов после эндопротезирования I ПФС в течение 3 лет наблюдения в связи с такими осложнениями, как инфекция, асептическая нестабильность компонентов, хроническая боль и тугоподвижность I ПФС.

I. W. McGraw и соавт. [33] также приводят неудовлетворительные данные (расшатывание в 58% случаев) применения керамических эндопротезов Moje. По данным Y. H. Chee и соавт. [34], несмотря на то, что 90% пациентов были удовлетворены операцией, 33% больных после хирургического лечения продолжали принимать анальгетические препараты, и объем движений в суставе не был удо-

влетворительным. Соответственно, данные эндопротезы не могут быть рекомендованы для лечения ОА I ПФС.

Отдельный интерес представляли эндопротезы системы ToeFit-Plus (Рисунок 19).



**Рисунок 19.** Эндопротез I ПФС системы ToeFit-Plus [31]

По данным E. Seeber и J. Knessl [31], разработчики эндопротеза ToeFit-Plus постарались учесть недостатки имеющихся имплантов I ПФС. Титановые конические основания компонентов эндопротеза, за счет которых увеличивается площадь соприкосновения с костью, направлены на обеспечение надежной бесцементной фиксации. Авторы анализируют данные трех исследований. E. Seeber отмечал, что в течение 42,7-месячного срока наблюдения 5 из 64 (6,8%) пациентов после тотального эндопротезирования потребовалась ревизионная операция. По-

сле эндопротезирования амплитуда движений в I ПФС увеличилась. J. Knessl, в свою очередь, сообщал об увеличении среднего объема движений до  $55^\circ$  в сагитальной плоскости у пациентов после гемиартропластики. Удаление протеза потребовалось у 25% пациентов при сроке наблюдения в 5,1 года, при этом расшатывания протезов не наблюдалось. После тотального эндопротезирования I ПФС объем движений увеличился до  $58^\circ$ . Ревизионная операция потребовалась в 16,7% случаев при сроке наблюдения 1,5 года. В третьем, мультицентровом исследовании, включавшем пациентов как после гемиартропластики, так и после тотального эндопротезирования, ревизионная операция проведена 21,2% из них при сроке наблюдения 3 года. В заключение авторы приходят к выводу, что конструкция эндопротезов Toefit-Plus позволяет улучшить стабильность импланта, ближайшие результаты операции оцениваются как положительные, однако необходимо изучение отдаленных результатов [31]. Тем не менее обращает на себя внимание довольно высокий процент ревизионных вмешательств.

Имеется опыт применения имплантов ToeFit-Plus в ревизионном эндопротезировании I ПФС. N. Gutteck и соавт. [36] провели небольшое исследование, в котором 6 пациентам выполнено ревизионное эндопротезирование. За двухлетний срок наблюдения авторы отмечают хорошие результаты, однако у одного пациента во время операции произошел интраоперационный перелом ПФПП, потребовался остеосинтез. Учитывая очень небольшую выборку, сложно сделать полноценный вывод об эффективности ToeFit-Plus в качестве имплантов для ревизионных операций.

В 2013 г. O. Erkosak и соавт. [32] также изучали ближайшие функциональные результаты эндопротезирования I ПФС при hallux rigidus эндопротезами системы ToeFit-Plus. В период с декабря 2007 г. по январь 2011 г. прооперировано 24 пациента (26 стоп). Средний срок наблюдения – 29,9 мес. Удовлетворенность операцией и функция оценивались по шкале AOFAS, уровень боли – по визуальной аналоговой шкале (ВАШ). Средний счет по шкале AOFAS увеличился с 42,7 до 88,5, при этом боль уменьшилась с 7,4 до 1,9 см ВАШ, а средний объем движений в I ПФС увеличился с  $25,9^\circ$  до  $53,8^\circ$ . Рентгенологических признаков расшаты-

вания не было, но у двух пациентов обнаружен остеолит. На протяжении периода наблюдения ревизионных операций не потребовалось [32]. Результаты данного исследования, безусловно, удовлетворительные, однако длительность наблюдения невелика, и при необходимости ревизионной операции методом выбора остается артродез I ПФС.

Тем не менее в 2017 г. опубликована статья S. Gupta и соавт., в которой продемонстрированы отдаленные результаты применения имплантов ToeFit-Plus. За 84–144 месяцев наблюдения авторы отмечали высокий процент ревизий вследствие асептического расшатывания имплантов (21%, Рисунок 20).



**Рисунок 20** – Развитие нестабильности компонентов эндопротеза I ПФС системы ToeFit-Plus [84]

Результатом операции были удовлетворены только 51% пациентов (24 из 47). При этом у 23% пациентов сохранялась боль в I ПФС. Исходя из полученных

результатов, авторы приходят к выводу, что использование имплантов ToeFit-Plus не может быть рекомендовано в качестве хирургического лечения пациентов с hallux rigidus [84].

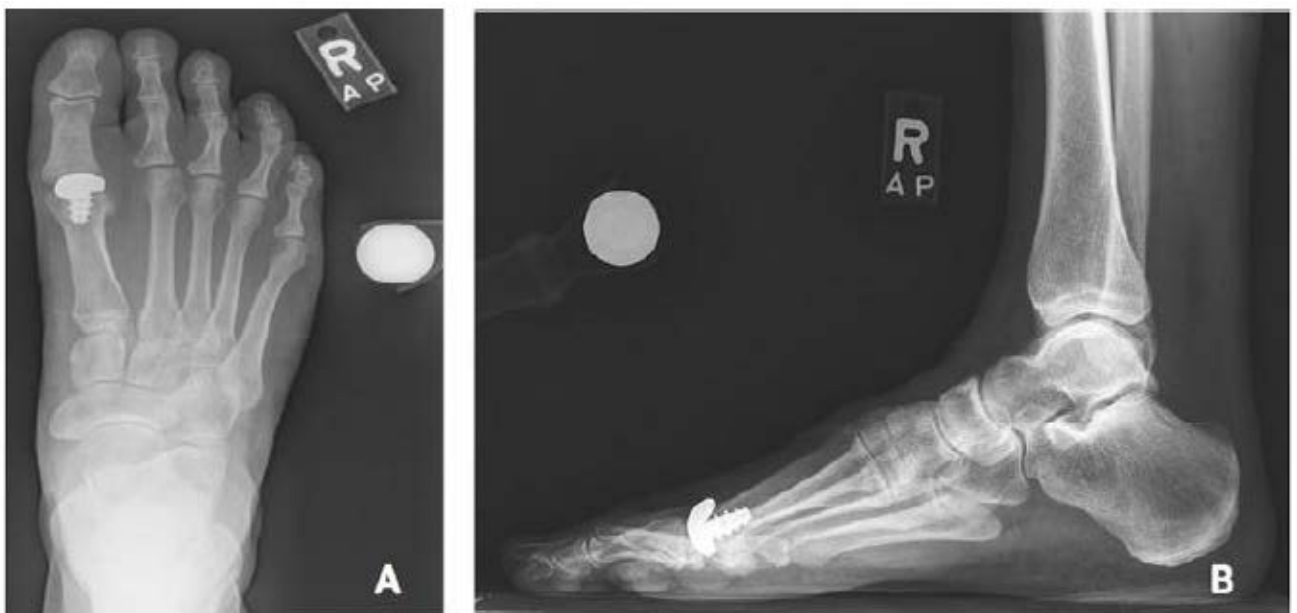
В 2016 г. М. D. Johnson и М. E. Brage [30] проанализировали результаты применения тотального эндопротезирования I ПФС в США. В первом рандомизированном контролируемом исследовании сравнивались результаты артродеза и тотального эндопротезирования I ПФС. В течение 2 лет наблюдения 28,2% пациентов после эндопротезирования I ПФС потребовалась ревизионная операция. Артродез I ПФС обеспечивал лучшую функцию и более значительное уменьшение боли. Во втором исследовании сравнивались гемиартропластика, тотальное эндопротезирование и артродез I ПФС. Результаты гемиартропластики и тотального эндопротезирования I ПФС не различались, но артродез I ПФС давал более благоприятный эффект. Дополнительные исследования показали, что пациенты-спортсмены после эндопротезирования I ПФС испытывали трудности с возвращением к профессиональной деятельности. Авторы считают, что тотальное эндопротезирование I ПФС – развивающийся метод лечения hallux rigidus, однако в связи с частым расшатыванием имплантов и развитием остеолиза данный метод стали применять реже.

Изучение гемиартропластики шло параллельно с совершенствованием систем эндопротезов и интересовало авторов в первую очередь из-за меньшей инвазивности и минимального объема костной резекции. К. F. Konkel и А. G. Menger [11] провели исследование результатов поверхностного эндопротезирования основания ПФПП титановым имплантом Swanson. В течение 2,5 года наблюдения из 12 пациентов только одному потребовалась ревизионная операция, однако при изучении послеоперационных рентгенограмм во всех случаях выявлялись признаки остеолиза в той или иной степени выраженности (Рисунок 21) [11]. Cunha и соавт. также наблюдали развитие нестабильности импланта при гемиартропластике головки I ПК (Рисунок 22) [61].





**Рисунок 21** – Остеолиз после гемиартропластики основания ПФПП [11]



**Рисунок 22** – Развитие нестабильности импланта головки I ПК [61]

Более того, Garras и соавт. отмечают, что при развитии нестабильности импланта часто наблюдается значительная потеря костной ткани как на головке I ПК, так и на ПФПП, что осложняет в дальнейшем выполнение ревизионной операции (Рисунок 23) [66].



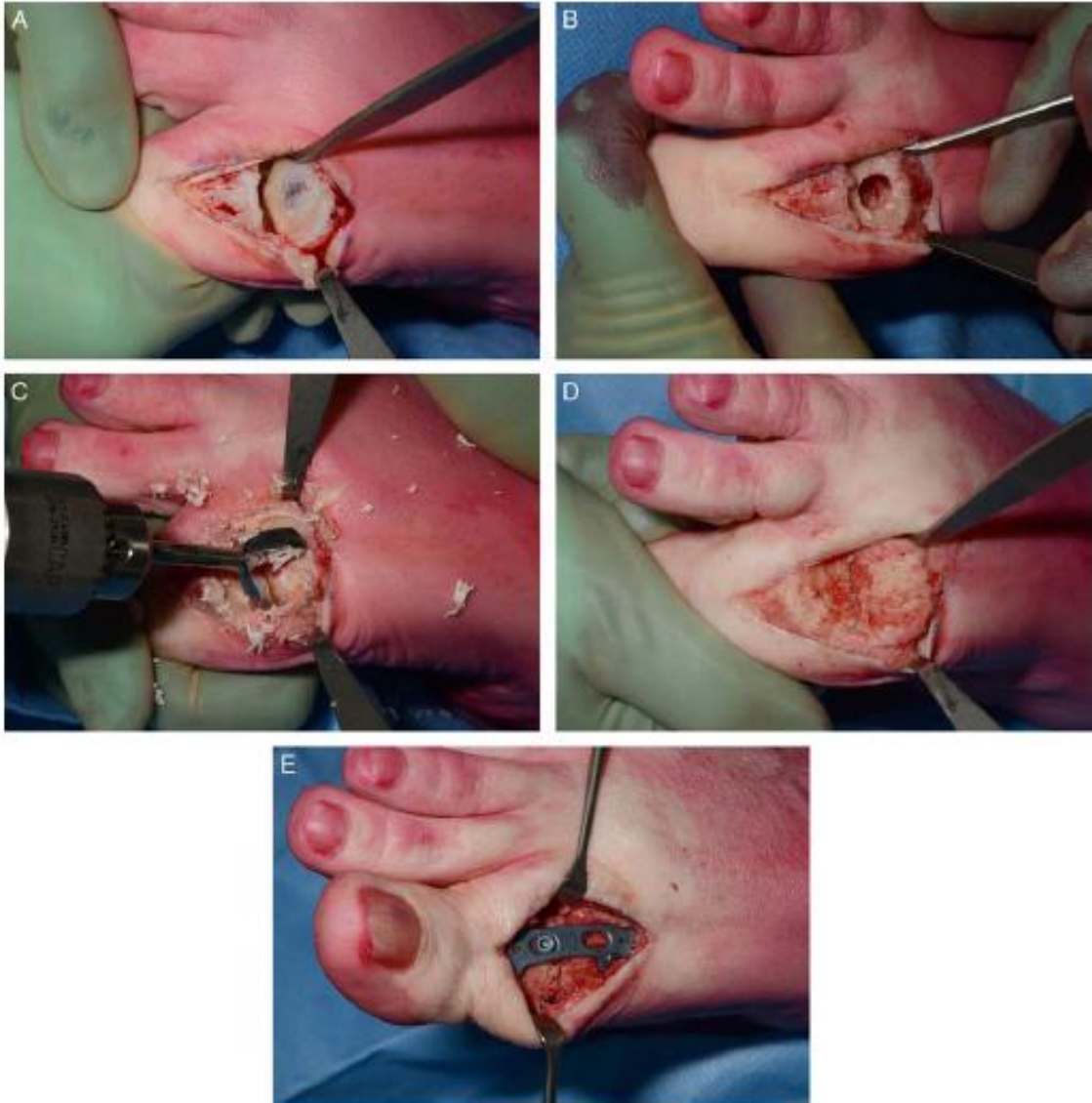
**Рисунок 23** – Потеря костной ткани как на головке I ПК, так и на ПФП вследствие расшатывания импланта [66]

Имеется довольно противоречивый опыт применения комбинации гемиартропластики и дистальной кривой остеотомии I ПК. Р. Ronconi и соавт. [37] сообщают о неудовлетворенности операцией 23,8% пациентов, при этом более чем у половины исследуемых больных выявлены рентгенологические признаки нестабильности имплантов.

Одним из новых методов суставсберегающей операции при *hallux rigidus* является гемиартропластика головки I ПК с использованием синтетического хрящевого импланта. Несмотря на относительно хорошие результаты, в течение 2 лет наблюдения в 9,2% случаев возникает необходимость в проведении ревизионной операции в виде удаления импланта и артродеза I ПФС (Рисунок 24) [85, 86]. Стоит отметить, что после удаления синтетического хрящевого импланта образуется выраженный дефект головки I ПК, и при выполнении артродеза удаляется большое количество костной ткани, что приводит к укорочению первого пальца.

М. Erdil и соавт. сравнивали эффективность эндопротезирования (группа А), гемиартропластики (группа В) и артродеза (группа С) I ПФС у пациентов с поздними стадиями *hallux rigidus* [4]. Результаты оценивались по шкале AOFAS для плюснефалангового и межфалангового суставов I пальца (*Hallux Metatarsoph-*

alangeal Interphalangeal – AOFAS-HMI), динамике боли и объему движений в I ПФС. Во всех трех группах отмечено улучшение по шкале AOFAS-HMI и уменьшение боли по ВАШ. Авторы наблюдали за пациентами (n = 38) в течение 24–66 месяцев после операции.



**Рисунок 24** – Удаление синтетического хрящевого имплантата и артродез I ПФС [86]

В группе А уровень боли по ВАШ уменьшился с 76,7 мм до 15,8 мм, показатель AOFAS увеличился с 45,4 до 92,7, объем движения в I ПФС увеличился с 15,1° до 40°. В группе В боль по ВАШ снизилась с 78,6 мм до 13,6 мм, показатель AOFAS увеличился с 38,4 до 86,1, объем движения в I ПФС увеличился с 20,5° до 47,9°. В группе С наблюдалось снижение уровня боли по ВАШ с 80 мм до 5 мм и увеличение показателя AOFAS с 33,6 до 76,1. Объем движений в связи с выполнением артродеза

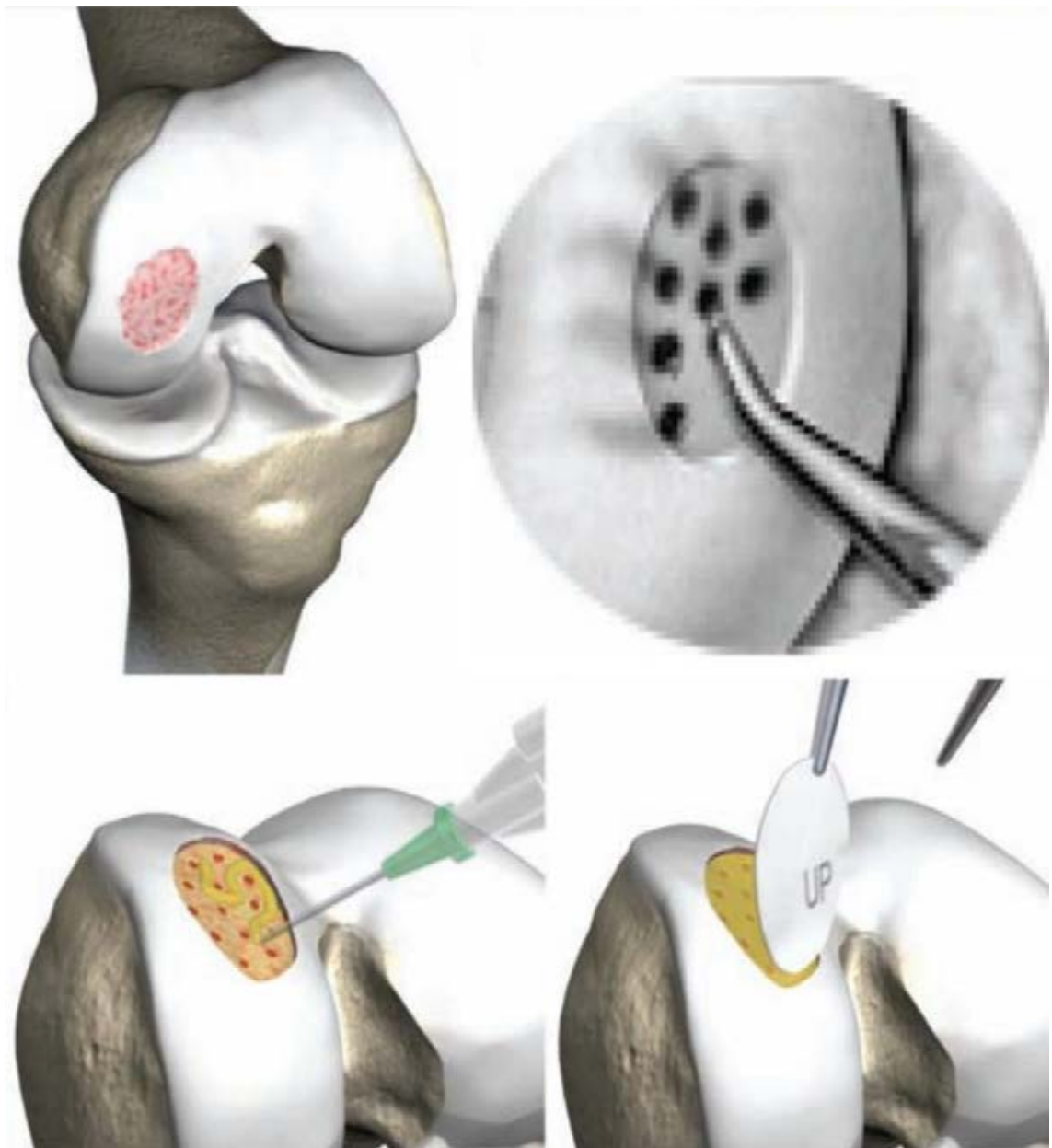
I ПФС у данной группы пациентов снизился с  $13,3^\circ$  до  $0^\circ$ . Ни в одной из групп не наблюдалось развития серьезных осложнений. Тем не менее в группе после тотального эндопротезирования в раннем послеоперационном периоде выявлен случай инфицирования поверхностных мягких тканей. Также у одного пациента из этой группы диагностирован перелом плюсневой кости без смещения. У двух-трех пациентов в каждой группе наблюдалась умеренная метатарзалгия. Симптоматику удалось купировать за счет подбора подходящей обуви. У одного пациента наблюдалась замедленная консолидация артродеза, но на пятом месяце после операции артродез состоялся без дополнительного хирургического вмешательства. Между тремя группами пациентов статистически значимой разницы по частоте возникновения осложнений не выявлено. Авторы считают, что артродез продолжает оставаться наиболее надежным методом хирургического лечения.

Исходя из анализа литературы, проведенного D. S. McNeil и соавт. [1], имеются достаточные доказательства (уровень B) в поддержку артродеза как способа лечения *hallux rigidus*. Недостаточные доказательства эффективности (уровень C) имеют такие методы, как хейлэктомия, остеотомия, эндопротезирование I ПФС, резекционная и интерпозиционная артропластика. Наименьший уровень доказанности эффективности в лечении *hallux rigidus* имеет сочетание хейлэктомии с остеотомией. В свою очередь, M. J. Coughlin и P. S. Shurnas [14], разработавшие клинико-рентгенологическую классификацию *hallux rigidus*, провели анализ отдаленных результатов хейлэктомии и артродеза I ПФС, выполненных в период с 1981 по 1999 г. Наблюдалось значительное улучшение тыльного сгибания и общего объема движений в I ПФС после хейлэктомии и выраженное уменьшение боли и улучшение по шкале AOFAS в обеих группах. Авторы приходят к выводу, что для 1-й, 2-й и некоторых случаев 3-й стадии *hallux rigidus* подходящим методом является хейлэктомия, для 4-й и 3-й стадии при отсутствии более 50% суставного хряща – артродез I ПФС [14]. Однако обращает на себя внимание достаточно ограниченный спектр операций, представленных в данном исследовании и применявшихся в то время.

Хондропластика – малоинвазивный одноэтапный биологический метод восстановления хряща, заключающийся в использовании способности мезенхимальных стволовых клеток к регенеративным процессам. Данный метод может быть использован при наличии хрящевых дефектов размером  $> 2 \text{ см}^2$  и занимающих всю толщину хряща до субхондральной кости. Во время операции участки поврежденного хряща удаляются. После этого при помощи спицы или шила производится микрофрактурирование кортикального слоя субхондральной кости. Затем обработанный участок укрывается двуслойной коллагеновой матрицей. Через перфорации в субхондральной кости элементы костного мозга, включая полипотентные мезенхимальные прогениторные (стволовые) клетки, цитокины и факторы роста, проникают в зону дефекта и формируют сгусток, который стабилизируется и защищается коллагеновой матрицей. Таким образом, создаются условия для дифференцировки мезенхимальных клеток и образования новой гиалиноподобной ткани. Матрица фиксируется при помощи фибринового клея или тонкого шовного материала (Рисунок 25) [87–107].

Для хондропластики с использованием коллагеновой матрицы имеются следующие показания к применению: хондральные и остеохондральные поражения III-IV степени по Оутербриджу; площадь дефекта  $2,0\text{--}8,0 \text{ см}^2$  (для голеностопного сустава – от  $1,0 \text{ см}^2$ ); наличие не более двух дефектов; неповрежденный окружающий хрящ; неповрежденный хрящ на противоположной суставной поверхности (максимально допустимая степень поражения – II); первичная или ревизионная операция.

В качестве противопоказаний к хондропластике обозначаются такие факторы, как наличие более двух дефектов хряща или дефекты хряща на противоположной суставной поверхности (так называемые «целующиеся дефекты»); метаболические артропатии; хронические системные воспалительные и иммунные заболевания или инфекции; нестабильность сустава; выраженные осевые нарушения; гемофилия A/B; аллергия на свиной коллаген; возраст пациента до 18 лет; индекс массы тела  $>30$  [87–107].

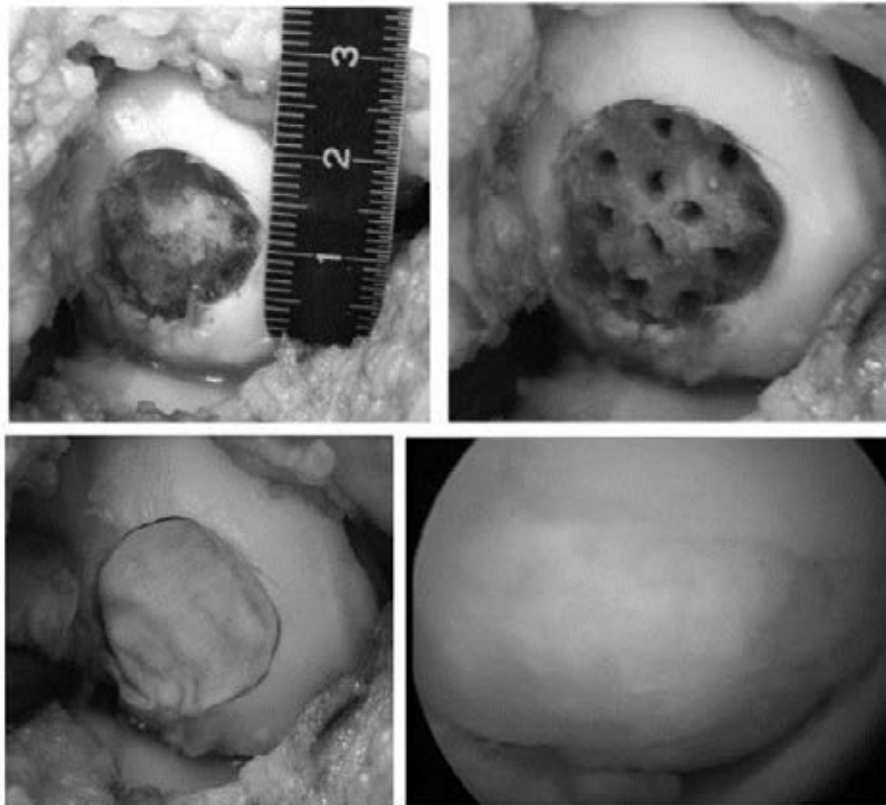


**Рисунок 25** – Схема хондропластики в коленном суставе [88]

Как указывалось выше, применение хондропластики описано при наличии дефектов хряща в коленном [88–95], тазобедренном [96–99] и голеностопном [100–107] суставах. Клинические случаи, проанализированные Gille и соавт., продемонстрировали постепенное и значительное клиническое улучшение состояния пациентов через 1 и 2 года после операции, что свидетельствует о том, что хондропластика является эффективным и безопасным методом лечения костно-хрящевых дефектов коленного сустава [88]. При этом, как отмечали Лазишвили Г. Д. и соавт. [92], наилучшие результаты лечения достигаются у пациентов с локальными дефектами гиалинового хряща (Рисунок 26), а применение данной ме-

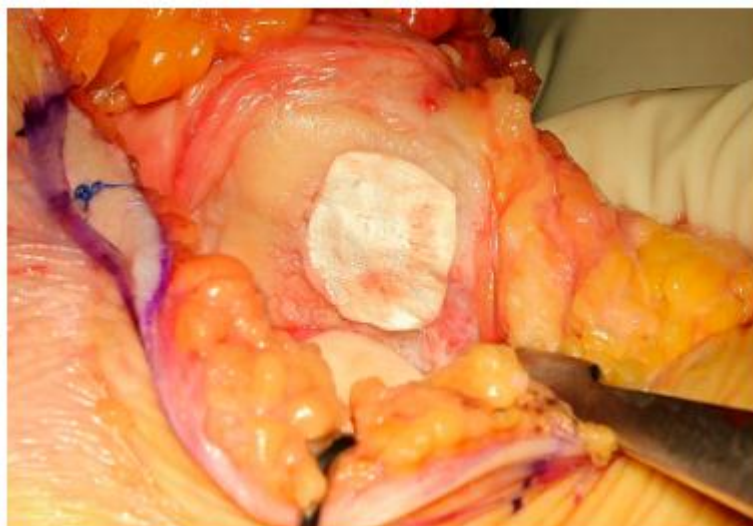


тодики у больных с обширными костно-хрящевыми дефектами мыщелков бедренной кости является бесперспективным.



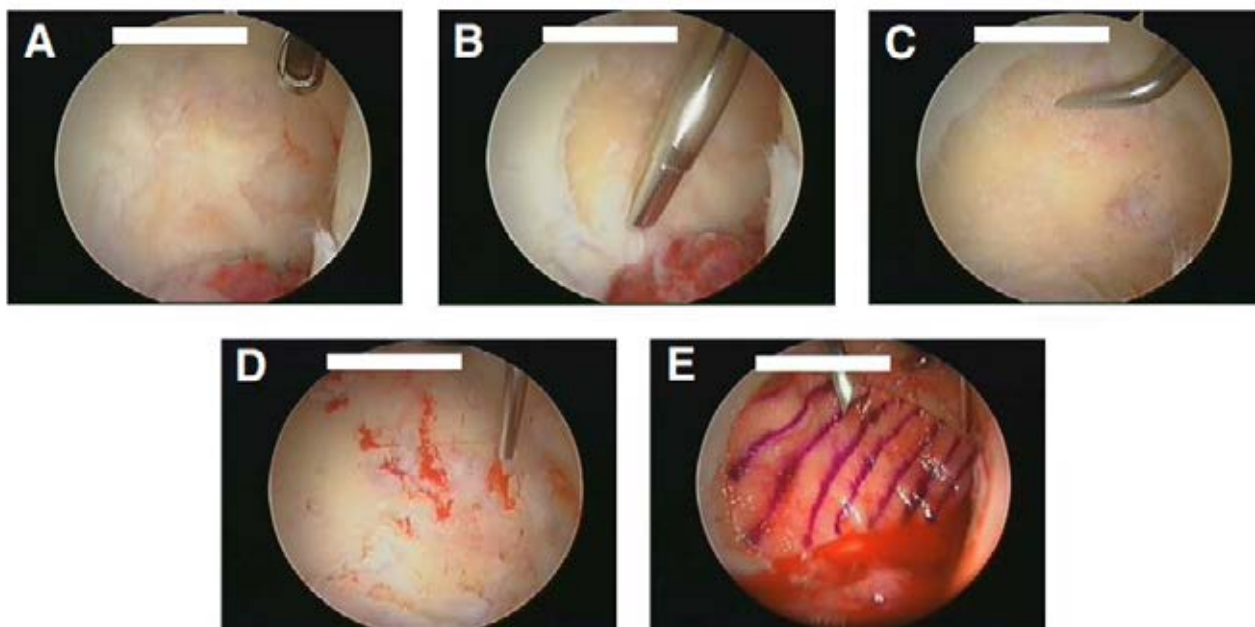
**Рисунок 26** – Применение хондропластики у пациентов с локальными дефектами гиалинового хряща коленного сустава; артроскопическая картина через 1,4 года – дефект мыщелка полностью закрыт хрящевой тканью [92]

В свою очередь, Tradati D. и соавт. [95] продемонстрировали возможность использования хондропластики при наличии дефекта суставного хряща на надколеннике (Рисунок 27).



**Рисунок 27** – Хондропластика дефекта суставного хряща надколенника [95]

Fontana и соавт. показали, что у пациентов с поражением суставного хряща вертлужной впадины III и IV степени после хондропластики с использованием коллагеновой матрицы наблюдалось значительное улучшение, которое сохранялось в среднем в течение пяти лет после операции (Рисунок 28) [96].

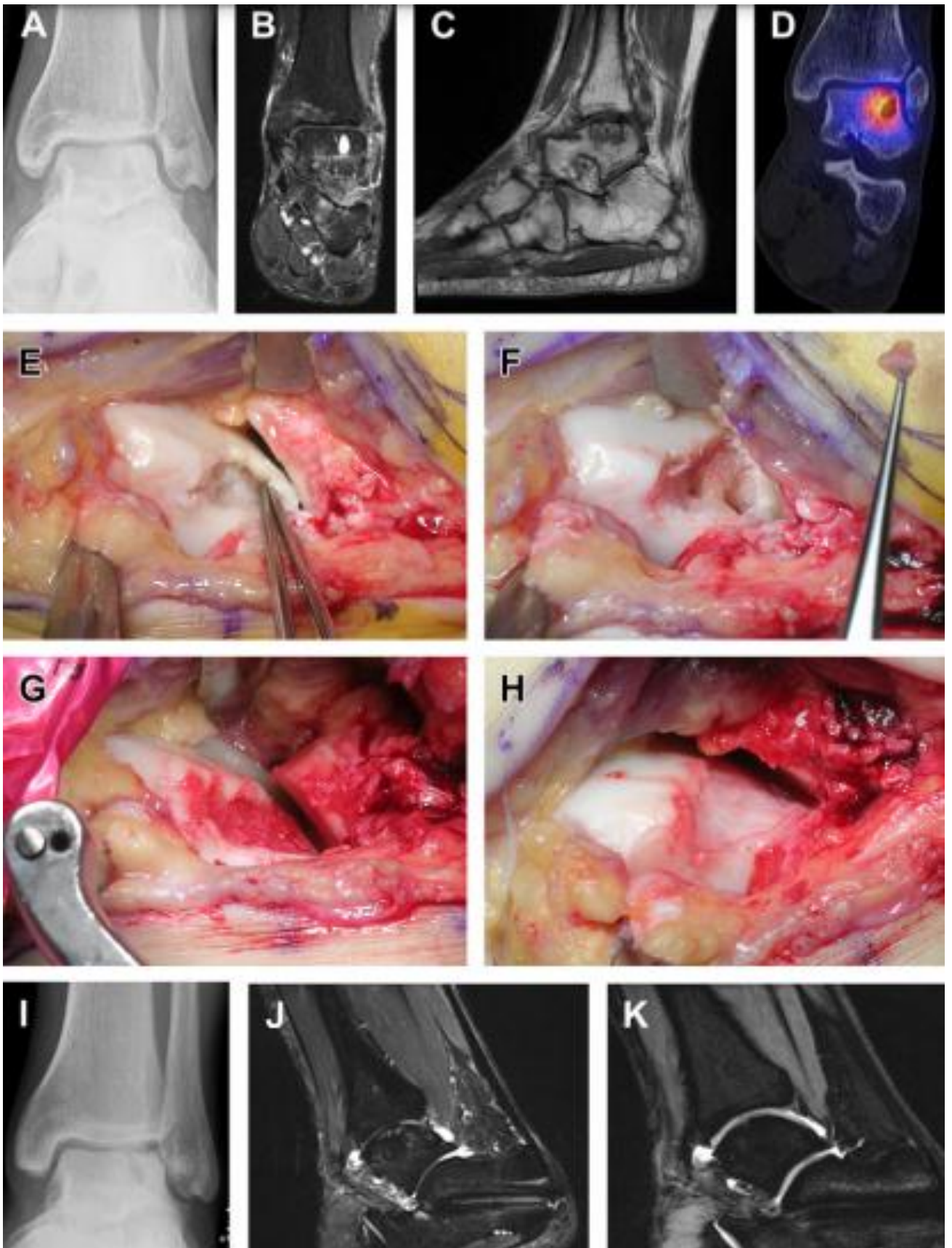


**Рисунок 28** – Хондропластика в тазобедренном суставе [96]

Usuelli и соавт. в своем исследовании продемонстрировали, что хондропластика является безопасным и эффективным методом лечения остеохондральных повреждений голеностопного сустава, что проявляется снижением уровня боли, улучшением функции сустава, а также МР-признаками заживления пораженного участка [100]. М. Wiewiorski и соавт. [101, 102] ближайшие послеоперационные результаты оценивают как положительные (Рисунок 29).

В раннем послеоперационном периоде важно держать оперированную конечность в возвышенном положении, использовать криотерапию и обезболивание нестероидными противовоспалительными препаратами, а также препараты низкомолекулярного гепарина с целью профилактики тромбообразования [87–107].

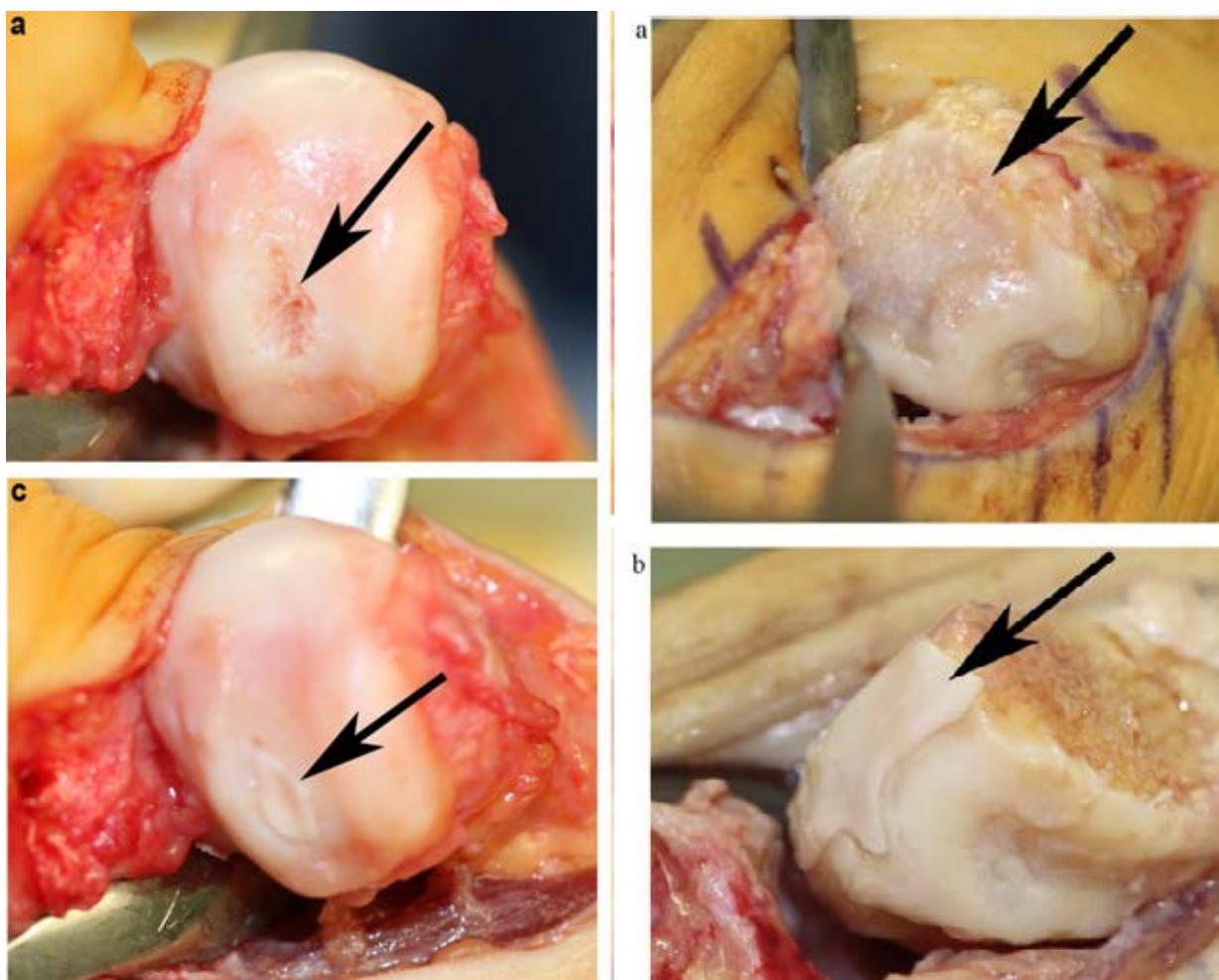




**Рисунок 29** – Хондропластика в голеностопном суставе  
наблюдение в течение 4 лет) [102]

Полная нагрузка и полный объем движений в коленном суставе допустимы в среднем через 6 недель после операции [88–95], в тазобедренном – через 7 недель [96–99], в голеностопном суставе – через 3 месяцев (в связи с необходимостью выполнения остеосинтеза медиальной или латеральной лодыжки в зависимости от выбранного доступа) [100–107]. Таким образом, послеоперационное восстановление происходит в довольно небольшие сроки.

В зарубежной литературе только один автор предлагает метод хирургического лечения hallux rigidus, схожий с тем, который использовался в нашем исследовании – модифицированный вариант хондропластики – MAST (matrix-associated stem cell transplantation, Рисунок 30) [108–110].



**Рисунок 30** – Хондропластика I ПФС по технике MAST [108–110]

В 2016 г. М. Richter проводил наблюдение за пациентами ( $n = 20$ ) в течение 2 лет после выполненной хондропластики I ПФС, при этом отмечал значительное улучшение клинических показателей как в раннем послеоперационном периоде, так

и через вышеуказанный промежуток времени (в т. ч., увеличение объема движений в I ПФС): медиана показателя VAS FA увеличилась с 5,1 до 9,2, объем движений в I ПФС увеличился с 29,1° до 60° [108]. Авторы также наблюдали пациентов в течение 4–7 лет после операции, при этом медиана показателя VAS FA увеличилась с 4,9 до 8,3, в то же время медиана объема движений в I ПФС увеличилась незначительно – с 28,8° до 45,6° [109].

Таким образом, из обзора литературы следует вывод, что обилие существующих хирургических методов свидетельствует об отсутствии общего подхода к лечению ОА I ПФС, а также о наличии существенных недостатков данных способов. В связи с тем что, помимо людей старше 50 лет [9], ОА I ПФС нередко страдают и более молодые пациенты, особенно женщины трудоспособного возраста, а также, учитывая положительное мнение авторов, изучавших эффективность различных видов артропластики I ПФС [14, 62, 63], нами разработан новый способ хирургического лечения hallux rigidus – хондропластика I ПФС с использованием коллагеновой матрицы, стимулирующей аутологичный хондрогенез.

## Глава 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1. Общая характеристика исследования

В лаборатории ревмоортопедии и реабилитации ФГБНУ НИИР имени В. А. Насоновой за период с 2015 по 2020 гг. по разработанной нами хирургической технике, по которой получен патент РФ, было выполнено 44 хондропластики I ПФС у 41 пациента. Эти пациенты составили основную группу.

Для оценки эффективности разработанной методики созданы две контрольные группы. Первую группу составили пациенты с ОА I ПФС, которым выполнялась хейлэктомия без хондропластики (13 пациентов с HR на 1-2-й стадиях и 9 пациентов с HR на 3-4-й стадиях заболевания). Во вторую контрольную группу были включены пациенты, которым выполнялся артродез I ПФС (27 пациентам на поздних стадиях HR). Пациенты основной группы были также разделены на две группы сравнения в зависимости от следующих характеристик:

1) возраст: 18–59 лет (23 пациентов, 25 операций) / 60–74 года (18 пациентов, 19 операций)

2) наличие / отсутствие системного ревматического заболевания

Из 41 прооперированных пациентов 18 страдали системными РЗ:

- ревматоидный артрит (РА) – 10 пациентов,
- анкилозирующий спондилит (АС) – 5 пациентов;
- псориатический артрит (ПсА) – 3 пациента.

### 2.2. Отбор пациентов. Критерии включения и исключения

Отбор больных на исследование осуществляли на основании жалоб, анамнеза болезни, клинической и рентгенологической картины, а также магнитно-резонансных томограмм (МРТ). Также учитывали следующие критерии включения и исключения:

1) **критерии включения:** боль по ВАШ  $> 40$  мм, амплитуда движений в I ПФС  $< 75$  градусов, нарушение переката стопы, затруднение подбора и ношения обычной обуви, рентгенологическая картина ОА I ПФС 1–4-й стадий;

2) **критерии исключения:** пациенты моложе 18 и старше 74 лет, индекс массы тела  $> 40$ , наличие системных заболеваний средней и высокой активности, наличие инфекционных заболеваний, грибковых поражений.

### 2.3. Характеристика групп

Медиана возраста прооперированных пациентов основной группы составила 58,5 лет, средний возраст –  $52,2 \pm 13,6$  лет (min 20 лет, max 71 год), из них мужчин – 10 (11 операций), женщин – 31 (33 операции). В соответствии с классификацией Coughlin – Shurnas (Таблица 1), у двух пациентов (2 операции) была 1-я стадия ОА I ПФС, у четырнадцати (15 операций) пациентов – 2-я стадия, у тринадцати пациентов (14 операций) – 3-я стадия и у двенадцати пациентов (13 операций) – 4-я стадия заболевания (Таблица 3).

**Таблица 3** – Характеристика пациентов основной группы

<i>Количество пациентов</i>	<i>Медиана возраста пациентов, лет</i>	<i>Средний возраст пациентов, лет</i>	<i>Пол</i>	<i>Стадии ОА I ПФС</i>
41	58,5	$52,2 \pm 13,6$	Женщины – 31 Мужчины – 10	1-я стадия – 2 пациента 2-я стадия – 14 пациентов 3-я стадия – 13 пациентов 4-я стадия – 12 пациентов

Медиана возраста пациентов контрольной группы №1 (после хейлэктомии) составила 51,5 лет, средний возраст –  $50,4 \pm 9,2$  лет (min 28 лет, max 62 года), из них мужчин – 6, женщин – 16. При этом у трех пациентов была 1-я стадия ОА I ПФС, у десяти пациентов – 2-я стадия, у шести пациентов – 3-я стадия и у трех пациентов – 4-я стадия заболевания (Таблица 4).

**Таблица 4** – Характеристика пациентов контрольной группы № 1 (хейлэктомия)

<i>Количество пациентов</i>	<i>Медиана возраста пациентов, лет</i>	<i>Средний возраст пациентов, лет</i>	<i>Пол</i>	<i>Стадии ОА I ПФС</i>
22	51,5	$50,4 \pm 9,2$ лет	Женщины – 16 Мужчины – 6	1-я стадия – 3 пациента 2-я стадия – 10 пациентов 3-я стадия – 6 пациентов 4-я стадия – 3 пациента

Медиана возраста пациентов контрольной группы №2 (после артрореза I ПФС) составила 63 года, средний возраст –  $62,9 \pm 6,8$  лет (min 49 лет, max 73 года),

из них мужчин – 9, женщин – 18. В данную группу были включены пациенты с поздними стадиями ОА I ПФС: у двенадцати пациентов была 3-я стадия, у пятнадцати пациентов – 4-я стадия заболевания (Таблица 5).

**Таблица 5** – Характеристика пациентов контрольной группы № 2 (артродез I ПФС)

<i>Количество пациентов</i>	<i>Медиана возраста пациентов, лет</i>	<i>Средний возраст пациентов, лет</i>	<i>Пол</i>	<i>Стадии ОА I ПФС</i>
27	63	62,9±6,8 лет	Женщины – 18 Мужчины – 9	3-я стадия – 12 пациентов 4-я стадия – 15 пациентов

В Таблице 6 представлены клинические показатели (медианы) пациентов основной и двух контрольных групп до операции. У пациентов контрольной группы № 1 клинические показатели немного лучше, чем у пациентов основной группы, тогда как показатели пациентов контрольной группы № 2, напротив, немного хуже.

**Таблица 6** – Общие клинические показатели (медианы) пациентов до операции

	<i>Возраст пациентов, лет</i>	<i>ВАШ боли, мм</i>	<i>АOFAS</i>	<i>VAS FA</i>	<i>Объем движений в I ПФС, градусы</i>
Основная группа	58,5	75	50	4,3	20
Хейлэктомия	51,5	80	50	4,8	26
Артродез I ПФС	63	80	32	3,6	12

В свою очередь, пациенты основной группы были разделены на две группы сравнения в зависимости от возраста, а также наличия или отсутствия РЗ.

У пациентов в возрасте до 59 лет (n = 23 (25 стоп), медиана возраста – 44 года) медиана объема движений в I ПФС составила 20° (min 0°, max 70°), боли по ВАШ – 70 мм (min 20 мм, max 90 мм), АOFAS – 50 (min 20, max 62), VAS FA – 4,4 (min 2,5, max 7,6) (Таблица 7).

В группе пациентов 60 лет и старше (n = 18 (19 стоп), медиана возраста – 63 года) исходные клинические показатели оказались немного хуже, чем в более молодой группе: медиана объема движений в I ПФС также составила 20° (min 15°,



max 68°), боли по ВАШ – 80 мм (min 40 мм, max 90 мм), AOFAS – 49 (min 32, max 60), VAS FA – 4,1 (min 2,8, max 7,8) (Таблица 7).

**Таблица 7** – Исходные клинические показатели (медианы) пациентов основной группы в зависимости от возраста

	<i>Возраст пациентов, лет</i>	<i>ВАШ боли, мм</i>	<i>AOFAS</i>	<i>VAS FA</i>	<i>Объем движений в I ПФС, градусы</i>
< 60 лет	44	70	50	4,4	20
≥ 60 лет	63	80	49	4,1	20

У пациентов с РЗ (n = 18 (18 стоп), медиана возраста – 49 лет) медиана объема движений в I ПФС составила 20° (min 0°, max 70°), боли по ВАШ – 75 мм (min 20 мм, max 90 мм), AOFAS – 51 (min 32, max 62), VAS FA – 4,6 (min 2,8, max 7,2) (Таблица 8).

**Таблица 8** – Исходные клинические показатели (медианы) пациентов основной группы в зависимости от наличия или отсутствия РЗ

	<i>Возраст пациентов, лет</i>	<i>ВАШ боли, мм</i>	<i>AOFAS</i>	<i>VAS FA</i>	<i>Объем движений в I ПФС, градусы</i>
РЗ	49	75	51	4,6	20
ОА	60	72,5	48	3,8	20

В группе пациентов, не страдающих РЗ (ОА, n = 23 (26 стоп), медиана возраста – 60 лет), медиана объема движений в I ПФС также составила 20° (min 5°, max 68°), боли по ВАШ – 72,5 мм (min 40 мм, max 95 мм). Медиана AOFAS составила 48 (min 20, max 55), VAS FA – 3,8 (min 2,5, max 7,8) (Таблица 8).

Таким образом, мы видим, что исходные данные пациентов в этой группе заметно хуже по показателям AOFAS и VAS FA, в то время как уровни боли по ВАШ в обеих группах идентичны. Стоит также отметить, что медиана возраста у пациентов с РЗ существенно меньше, чем у пациентов, не страдающих РЗ (49 и 60 лет, соответственно).

В целом, можно сделать вывод, что основная и контрольные группы сопоставимы по полу, возрасту, стадиям ОА I ПФС, а также по предоперационным клиническим данным.

## 2.4. Этапы исследования

**1. Поступление пациентов в стационар.** В отделение пациенты поступали с готовыми серологическими (результаты анализов крови на ВИЧ, вирусные гепатиты В и С, сифилис), клиническими (общий и биохимический анализ крови, коагулограмма, группа крови и резус фактор, общий анализ мочи) анализами и результатами инструментальных исследований (ультразвуковой доплерографии (УЗДГ) вен нижних конечностей, ЭКГ, флюорографии, рентгенограммами и МРТ стоп в прямой и боковой проекциях). Проводили подготовку больных к хондропластике I ПФС, заключающуюся в подробном изучении жалоб и анамнеза, осмотре, изучении локального статуса, предоперационном планировании и осмотре анестезиологом.

Для оценки состояния пациентов до операции определялся объем движений в I ПФС, а также использовались следующие анкеты:

1) Визуальная аналоговая шкала (ВАШ) боли – от 0 до 100 мм, где 0 – отсутствие боли, 100 мм – максимальная интенсивность (Рисунок 31);

2) шкала Американского ортопедического общества стопы и голеностопного сустава (American Orthopedic Foot & Ankle Society – AOFAS) – от 0 до 100 баллов, где 0 – наихудшее состояние стопы, 100 – наилучшее (Рисунок 32);

3) Визуальная аналоговая шкала оценки функционального состояния стопы и голеностопного сустава (Visual Analogue Scale Foot and Ankle – VAS FA) – от 0 до 10, где 0 баллов – наихудший показатель, 10 – наилучший (Рисунок 33).

**2. Операция.** Хондропластику I ПФС выполняли под спинальной анестезией на ортопедическом столе в положении лежа на спине под пневматическим жгутом, наложенным на границе верхней и средней трети бедра, либо под ленточным жгутом, наложенным на среднюю треть голени.

**3. Послеоперационное ведение.** Сразу после операции накладывали компрессионный трикотаж на нижние конечности, укладывали ногу в возвышенное положение, осуществляли криотерапию области оперированной стопы. На следующий день после операции выполняли перевязку операционной раны, рентген-контроль оперированной стопы в прямой и боковой проекциях, после которых



проводили активизацию больных в пределах палаты (ходьба в послеоперационной обуви Барука с разгрузкой переднего отдела стопы).

### ВИЗУАЛЬНАЯ АНАЛОГОВАЯ ШКАЛА БОЛИ

#### ИНДИВИДУАЛЬНАЯ КАРТА №

Ф.И.О. \_\_\_\_\_

Дата заполнения: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Пол: \_\_\_\_ Возраст: \_\_\_\_\_  
 День Месяц Год

№ и/б: \_\_\_\_\_

Диагноз: \_\_\_\_\_

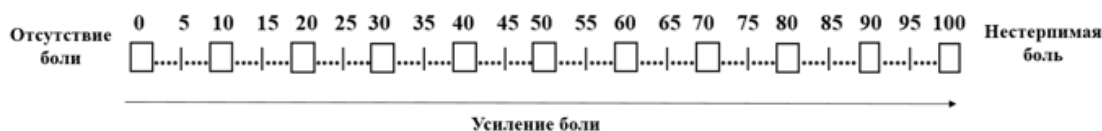


Рисунок 31 – Визуальная аналоговая шкала боли

Параметры	Баллы
<b>Боль:</b>	
Нет	40
Умеренная, редко	30
Сильная, ежедневно	20
Очень сильная, присутствует постоянно	0
<b>Функция, ограничение активности:</b>	
Нет	10
Нет ограничений ежедневной активности, только при избыточной нагрузке	7
Ежедневные ограничения, невозможность избыточной нагрузки	4
Ограничения, исключающие любую активность	0
<b>Требование к обуви:</b>	
Удобная, модельная не требующая стелек	10
Комфортная с ортопедическими стельками	5
Только специально подобранная или брейс	0
<b>Движения в плюснефаланговых суставе (сгибание/разгибание):</b>	
Полный или небольшое ограничение (объём 75° или больше)	10
Умеренное ограничение (объём 30° – 74°)	5
Значительное ограничение(объём менее 30°)	0
<b>Объём движений в межфаланговых суставах(сгибание) :</b>	
Нет ограничений	5
Значительное ограничение(объём менее 10°)	0
<b>Стабильность в ПФС и МФС (все направления)</b>	
Стабильны	5
Нестабильны	0
<b>Гиперкератоз или мозоль под плюснефаланговым/над межфаланговым :</b>	
нет / есть бессимптомные	5
есть болезненные	0
<b>Восстановление оси:</b>	
Восстановлена	15
Удовлетворительно; от слабой до умеренной степени смещения	8
Недостаточно; значительное смещение	0

Рисунок 32 – Опросник AOFAS

Фамилия: _____		Пол:	Время исследования:
Имя: _____		м	1   2
Отчество: _____		ж	1) до операции 2) после операции
Дата рождения: _____		Дата исследования: _____	

**Заполните шкалу по примеру нижеприведенной схемы**

*ПРИМЕР*

Очень плохое самочувствие	-1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10 	Очень хорошее самочувствие
Очень плохое самочувствие	-1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10 	Очень хорошее самочувствие
Очень плохое самочувствие	-1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10 	Очень хорошее самочувствие

Сильная жрмота	Как сильно проблемы со стопой мешают при ходьбе? -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10	Без изменений, нормальная походка
Постоянно, всегда	Как часто вы испытываете боль в состоянии покоя? -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10	Никогда, очень редко
Чрезмерная боль	Какой интенсивности боль в состоянии покоя? -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10	Нет боли
Постоянно, всегда	Как часто вы испытываете боль при физической активности? -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10	Никогда, очень редко
Чрезмерная боль	Какой интенсивности боль при физической активности? -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10	Нет боли

Слабость сильно ограничивается	Есть ли ощущение, что одна нога слабее другой? -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10	Сила как в здоровой ноге
Гаспространенная болезненная мозоль	Есть ли у вас мозоли на стопах/стопах? -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10	Нет мозоли
Сустав не сгибается	Есть ли ограничения при движении в голеностопном суставе/стопах? -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10	Нет ограничений движения
Подъем по ступенькам невозможен	Есть ли ограничения при подъеме по ступенькам? -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10	Нет ограничений
Сильное влияние	Сильно ли проблемы со стопой влияют на вашу деятельность? -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10	Нет ограничений
Вождение не возможно	Есть ли трудности при вождении автомобиля(педала)? -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10	Нет ограничений
Недолго с тростью	Как долго можете стоять без проблем в стопах? -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10	Более часа, без ограничений
Стояние невозможно	Возникают ли проблемы при стоянии на одной ноге? -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10	Нет ограничений
Невозможно/недолго с тростью	Как долго можете ходить без проблем в стопах? -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10	Более часа, без ограничений
Спорт невозможен	Проблемы со стопой останавливают вас от активной спортивной? -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10	Нет ограничений
Нужна посторонняя помощь	Насколько ограничена повседневная активность? -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10	Нет ограничений
Путешествия невозможны	Проблемы со стопой останавливают вас от путешествий? -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10	Нет ограничений
Ортопедическая обувь	Есть ли проблемы с выбором обуви? -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10	Любой тип обуви
Ходьба невозможна	Есть ли ограничения при ходьбе по ровной поверхности? -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10	Нет ограничений
Чувствительность отсутствует	Есть ли снижение чувствительности в стопах/стопах? -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10	Нормальная чувствительность

**Рисунок 33** – Визуальная аналоговая шкала оценки функционального состояния стопы и голеностопного сустава (VAS FA)

**4. Контрольный осмотр по прошествии 3 месяцев после хондропластики I ПФС.** После выписки из стационара больные продолжали ходить в обуви Барука. Пациенты приступали к разработке пассивных движений в I ПФС через неделю после операции.

Через 3 недели после операции мы рекомендовали пациентам начать разработку активных движений.

После перехода к ношению обычной обуви (через 6 недель после операции) пациентам рекомендовали использование индивидуальных стелек.

По прошествии 3 месяцев со дня операции выполняли контрольные рентгенограммы оперированной стопы, заполняли опросники.

**5. Изучение результатов.** Дальнейшее амбулаторное наблюдение и сопровождающее им выполнение рентгенограмм и МРТ оперированных стоп, заполнение опросников осуществляли по прошествии 6 и 12 месяцев после хондропластики I ПФС. Соответственно, через 3 месяца результат операции был оценен в 38 случаях, через 6 месяцев – в 35, через 12 месяцев – в 31.

## **2.5. Клинические и инструментальные методы обследования больных. Критерии оценки результатов лечения**

### ***2.5.1. Клиническое обследование больных***

При поступлении в травматолого-ортопедическое отделение у всех больных были собраны жалобы, анамнестические данные, проведено изучение локального статуса.

Чаще всего пациенты предъявляли жалобы на боль в области I ПФС, появляющуюся и усиливающуюся в положении стоя и при ходьбе, хромоту, нарушение опорной функции нижней конечности, резкое ограничение движений в I ПФС, появление деформации с в области I ПФС с тыльной стороны.

При осмотре обращали внимание на состояние кожных покровов, оценивали наличие/отсутствие дефигурации и деформации I ПФС. Пальпация в области I ПФС была болезненна у всех пациентов. Амплитуда движений была резко ограниченной (медиана объема движений в I ПФС составила 20°). Трофических и неврологических расстройств, грибковых поражений у отобранных на операцию больных не было.

Таким образом, операция была осуществлена пациентам с ОА I ПФС, на 1–4-й стадиях заболевания, у которых был выраженный болевой синдром, ограничение движений в I ПФС и нарушение функции стопы, а также при неэффективности проводимого консервативного лечения.

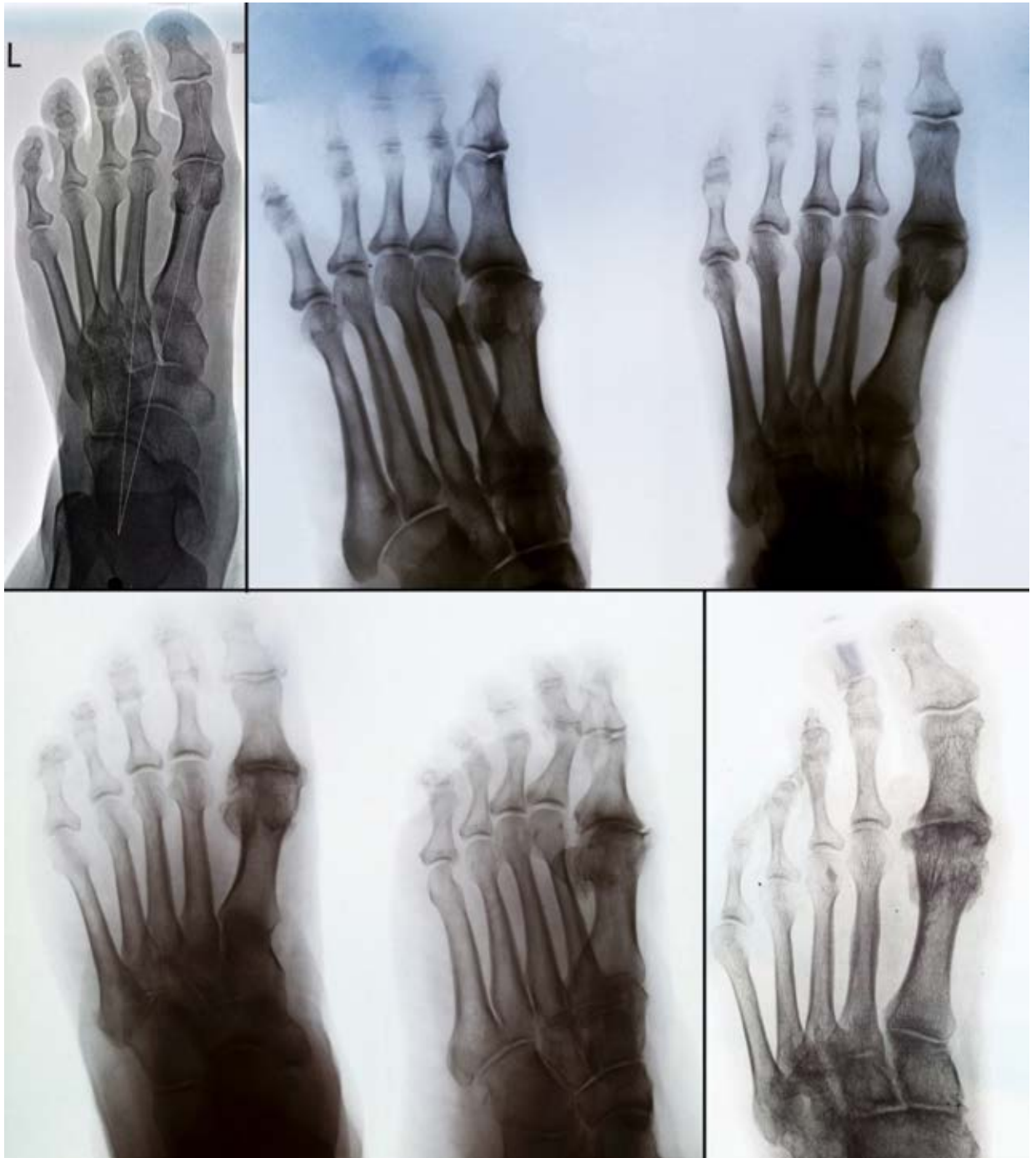
### ***2.5.2. Лабораторные методы исследования***

Обязательным условием предоперационной подготовки пациентов было наличие следующих лабораторных данных:

- 1) общего клинического анализа крови,
- 2) общего анализа мочи,
- 3) биохимического анализа крови,
- 4) коагулограммы,
- 5) группы крови, резус-фактора.

### 2.5.3. Инструментальные методы исследования

Рентгенологическое исследование I ПФС выполняли в прямой и боковой проекциях до операции, через 3, 6 и 12 месяцев после операции. По выполненным рентгенограммам осуществляли оценку стадии ОА I ПФС в соответствии с рентгенологической классификацией Coughlin – Shurnas (Таблица 1, Рисунок 34).



**Рисунок 34** – Рентгенологическая картина пациентов с ОА I ПФС до операции (от 1-й до 4-й стадии)

На нулевой стадии рентгенологические признаки ОА отсутствуют (норма).

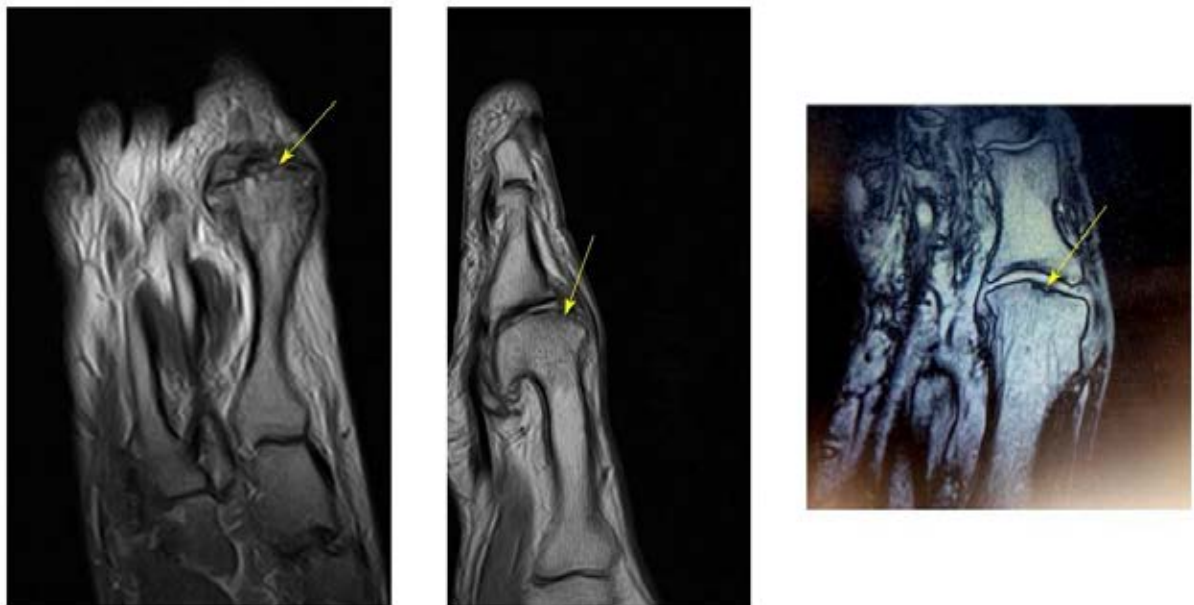
1-я стадия характеризуется небольшим сужением суставной щели, периодически возникающей болью и небольшим ограничением движений.

На 2-й стадии формируются остеофиты, наблюдается умеренное сужение суставной щели и ограничение движений в суставе, чаще возникает боль.

3-я стадия характеризуется выраженным сужением суставной щели, наличием крупных остеофитов и постоянной боли, отсутствующей, однако, при движениях в среднем диапазоне, и выраженным ограничением движений (суммарно  $< 20^\circ$ ).

На 4-й стадии суставная щель практически не определяется, боль возникает также при пассивных движениях в среднем диапазоне.

По магнитно-резонансным томограммам (МРТ) выявляли наличие остеофитов, костно-хрящевых дефектов на головке I плюсневой кости и основания проксимальной фаланги первого пальца (Рисунок 35).



**Рисунок 35** – МР-картина пациентов с ОА I ПФС до операции (стрелки указывают на костно-хрящевые дефекты головки I ПК)

Помимо вышеуказанных инструментальных методов исследования все пациенты перед операцией имели результаты ультразвукового доплерографического исследования вен нижних конечностей на наличие или отсутствие тромбоза.

### 2.5.4. Статистический анализ

Статистическую обработку полученных данных проводили на персональном компьютере с использованием приложения Microsoft Excel и пакета статистического анализа данных BioStat®. Для описательной части определяли среднее арифметическое, стандартное отклонение, медиану, частоту в процентах. Среднее арифметическое было определено по формуле:

$$\mu = \frac{\sum X}{N} \quad (1)$$

где  $\sum X$  – сумма значений признака;  
 $N$  – число членов совокупности.

Стандартное отклонение вычислено по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\frac{\sum (X - \mu)^2}{N}}, \quad (2)$$

где  $\sigma^2$  – дисперсия;  
 $\sum (X - \mu)^2$  – сумма количественного признака для всех членов совокупности за вычетом среднего по совокупности;  
 $N$  – число наблюдений.

Медиана – значение, разделяющее распределение пополам (половина значений больше медианы, половина меньше).

Для сравнения результатов в исследуемых группах также применяли непараметрическую статистику. Использовали анализ Манна – Уитни, рассчитываемый по формуле:

$$U_{\text{эмп.}} = n_1 n_2 + \frac{n_x(n_x + 1)}{2} - T_x, \quad (3)$$

где  $n_1$  и  $n_2$  – число наблюдений в выборке 1 и выборке 2;  
 $T_x$  – большая из 2 ранговых сумм;  
 $n_x$  – количество испытуемых с большей суммой рангов.

При этом чем меньше  $U$ , тем выше достоверность различий.

Также при сравнении нескольких независимых выборок использовали критерий Краскела – Уоллиса ( $H$ ), рассчитываемый по формуле:

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum \frac{T_j^2}{n} - 3(N+1), \quad (4)$$

где  $N$  – общее количество испытуемых в объединенной выборке;  
 $n$  – количество испытуемых в каждой группе;  
 $T$  – суммы рангов по каждой группе.

В качестве статистического теста также использовался критерий Уилкоксона ( $W$ ), суть которого заключается в том, что сопоставляются абсолютные величины выраженности сдвигов в том или ином направлении [112, 113]. Следовательно, чем больше величина выраженности сдвига, тем меньше вероятность случайных сдвигов. Если сдвиг происходит в сторону уменьшения, критерий  $W$  приобретает положительное значение (+); если сдвиг происходит в сторону увеличения, критерий  $W$  приобретает отрицательное значение (-).

Выбор данного теста обусловлен небольшим объемом выборки (минимально допустимое количество испытуемых – 5 человек, максимальное – 50).

Таким образом, обследование в исследуемых группах было проведено с использованием современных клинических, лабораторных и инструментальных методов обследования, что позволяло правильно спланировать хирургическое лечение и послеоперационное ведение больных. Оценка результатов лечения была осуществлена на основании разработанных критериев при помощи современных технологий анализа данных в приложении Microsoft Excel и пакете статистического анализа данных BioStat®.

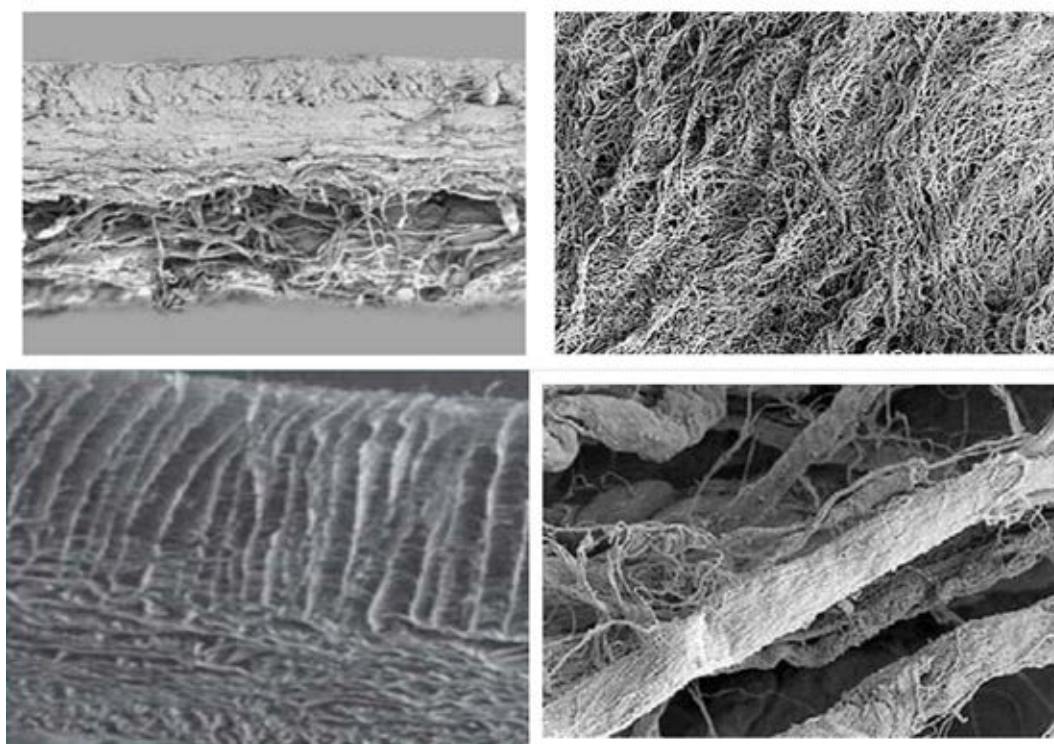


### Глава 3. ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ

#### 3.1. Хирургическая техника хондропластики первого плюснефалангового сустава с использованием коллагеновой матрицы

Всем пациентам основной группы мы выполняли суставсберегающую операцию с использованием коллагеновой матрицы. В работе мы применяли мембраны Chondro – Gide® и Aescular Novocart Basic®.

Матрица состоит из коллагена I и III типа. Она имеет двуслойное строение с плотной и пористой сторонами (Рисунок 36).



**Рисунок 36** – Двуслойная коллагеновая матрица [87–107]

Плотный слой имеет гладкую, непроницаемую для клеток поверхность, препятствующую проникновению мезенхимальных стволовых клеток в полость сустава. Пористый слой состоит из рыхлых коллагеновых волокон, способствующих адсорбции клеток. Матрица изготавливается из свиного коллагена, который через некоторое время после операции резорбируется естественным путем под действием ферментов до свободных аминокислот. В процессе изготовления из коллагена удаляются телопептиды – главные детерминанты антигенности. Поэтому коллагеновая матрица обладает минимальным иммуногенным потенциалом [87–107].



Нами была разработана техника суставсберегающей операции, которая заключалась в следующем: под спинальной анестезией на ортопедическом столе в положении пациента лежа на спине под пневматическим жгутом, наложенным на границе верхней и средней трети бедра, либо под ленточным жгутом, наложенным на среднюю треть голени выполняли прямой медиальный кожный разрез в проекции I ПФС длиной 4 см (Рисунок 37) с последующей мобилизацией кожи с подкожно-жировой клетчаткой, обнажением капсулы сустава и артротомией, оценивали костно-хрящевой дефект головки I ПК (Рисунок 38).



**Рисунок 37 – Доступ к I ПФС**



**Рисунок 38 – Артротомия**

Осуществляли удаление остеофитов с головки I ПК и основания проксимальной фаланги первого пальца (хейлэктомия).

Обрабатывали зоне дефекта хряща на головке плюсневой кости до субхондральной кости (Рисунок 39).

Выполняли микрофрактурирование (Рисунки 40, 41) данного участка с помощью тонкой спицы или шила (расстояние между микроперфорациями – 2–3 мм), чтобы через микроперфорации в зону дефекта проникали элементы костного мозга (стволовые клетки, цитокины и факторы роста) и формировали сгусток.

Дефект укрывали предварительно подготовленной двуслойной коллагеновой матрицей (Рисунок 42), которую фиксировали по краям к надкостнице с помощью тонких рассасывающихся нитей – PDS, Vicryl или Monosyn 6-0 (Рисунок 43).

При этом важно обратить внимание на то, что матрицу накладывали на дефект пористым слоем к поверхности кости [111].

Последним этапом выполняли ушивание капсулы сустава, накладывали швы на кожу (Рисунок 44).

На послеоперационную рану накладывали асептическую повязку.

Подготовку матрицы Chondro – Gide производили следующим образом:

- 1) с помощью шаблона из стерильной алюминиевой фольги создавали отпечаток дефекта;

- 2) отпечаток вырезали и переносили на предварительно выдержанную в течение 2–7 мин в растворе NaCl 0,9% матрицу;

- 3) далее выполняли обрезку коллагеновой матрицы по отпечатку (Рисунок 45).



**Рисунок 39** – Хейлэктомия, удаление остатков поврежденного хряща



**Рисунок 40** – Микрофрактурирование зоны дефекта



**Рисунок 41** – Нанесенные микроперфорации на головке I ПК



**Рисунок 42**– Укладка коллагеновой матрицы

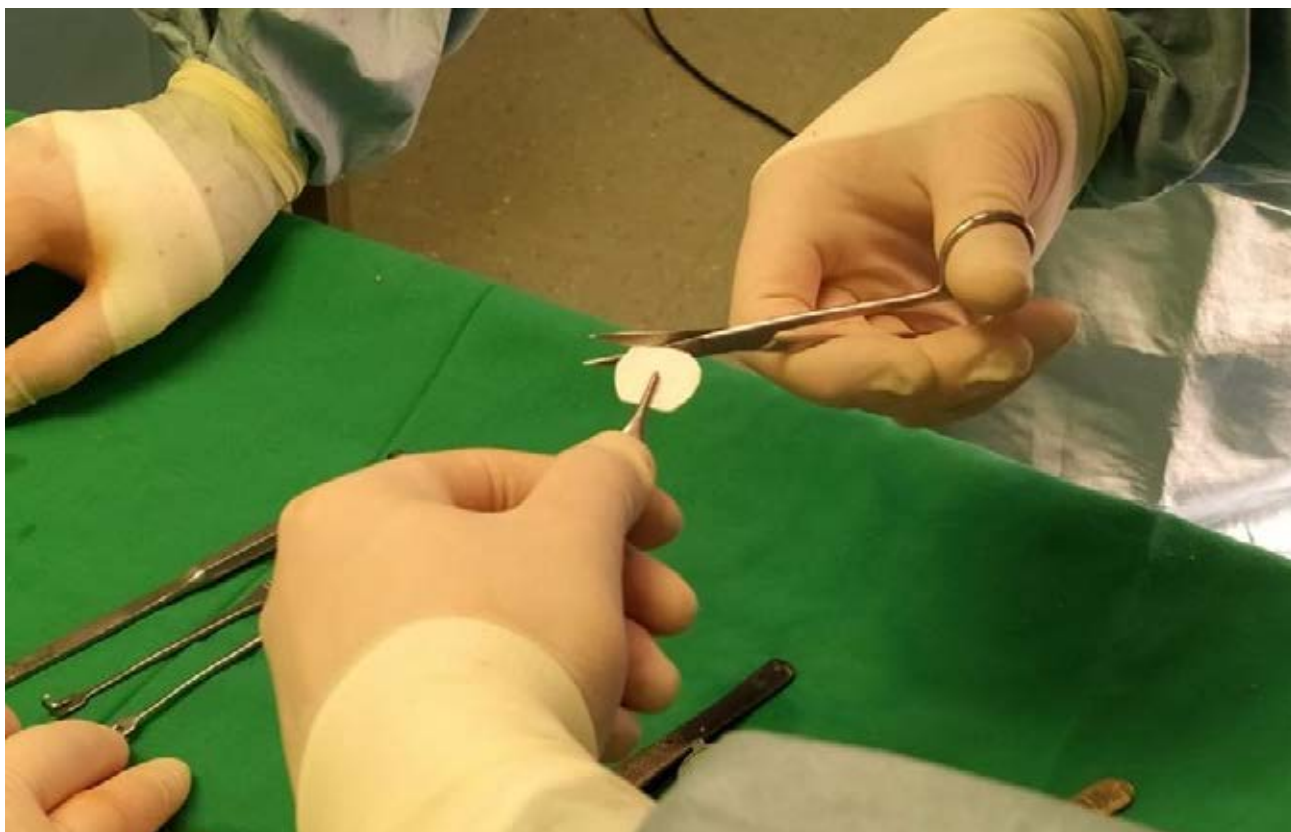




**Рисунок 43** – Фиксация матрицы тонкими рассасывающимися нитями



**Рисунок 44** – Наложение швов на кожу



**Рисунок 45 – Подготовка коллагеновой матрицы**

### **3.2. Послеоперационное ведение больных**

Послеоперационное ведение больных заключалось в ранней активизации в обуви Барука (Рисунок 46), которую пациенты должны носить в течение 6 недель после операции.



**Рисунок 46 – Обувь Барука**

Перевязки послеоперационной раны выполняли на следующие сутки после операции, в дальнейшем – 1 раз в 3 дня до снятия швов через 2 недели после операции.

Для снятия болевого синдрома течение первых 2 суток со дня операции внутримышечно выполняли инъекции кетопрофена по 2,0 мл. При недостаточной эффективности такой анальгетической терапии внутримышечно выполняли инъекцию 1,0 мл промедола. По прошествии 2 суток дальнейшее обезболивание, при необходимости, осуществляли при помощи инъекционных или таблетированных форм НПВП.

Для профилактики инфекционных осложнений использовали препарат III поколения цефалоспоринов – цефтриаксон. Первое введение антибиотика осуществляли перед началом операции и далее ежедневно в течение 5 дней после операции вводили по 2,0 мл внутримышечно.

Сразу после операции и в течение периода госпитализации, ежедневно осуществляли охлаждение оперированной стопы с целью уменьшения послеоперационного отека мягких тканей. В день операции и первые несколько суток после нее укладывали оперированную нижнюю конечность на шину Беллера для придания ей возвышенного положения, что также способствовало уменьшению послеоперационного отека.

Пациентам разрешали ходьбу на следующие сутки после операции. Согласно правилам реабилитации пациентов после хондропластики, следует исключить осевую нагрузку на оперированный сустав в течение 4–6 недель после операции [87–107], следовательно, обязательным условием послеоперационной реабилитации для наших пациентов было ношение обуви Барука для разгрузки переднего отдела стопы в течение 6 недель. Что касается разработки движений, то после хейлэктомии ряд авторов, в частности, Seibert и соавт., указывают на необходимость ранней агрессивной разработки движений в I ПФС [40]. Учитывая наличие болевого синдрома в раннем послеоперационном периоде, мы рекомендовали нашим пациентам приступить к постепенной разработке пассивных движений в безболевого диапазоне через неделю после операции. Через 3 недели после опера-

ции рекомендовали начать разработку активных движений. После перехода к ношению обычной обуви пациентам было рекомендовано использование индивидуальных стелек. Контрольный осмотр пациентов осуществлялся через 3, 6 и 12 месяцев после операции.

Таким образом, пациенты были прооперированы по разработанной нами новой технике суставсберегающей операции с использованием коллагеновой матрицы, а послеоперационное ведение больных проводилось на современном уровне.



#### **Глава 4. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БЛИЖАЙШИХ И СРЕДНЕСРОЧНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ В ОСНОВНОЙ И КОНТРОЛЬНЫХ ГРУППАХ**

Результат лечения оценивали в зависимости от изменения интенсивности боли и счетов AOFAS и VAS FA, а также объема движений в I ПФС, как это представлено в Таблице 9.

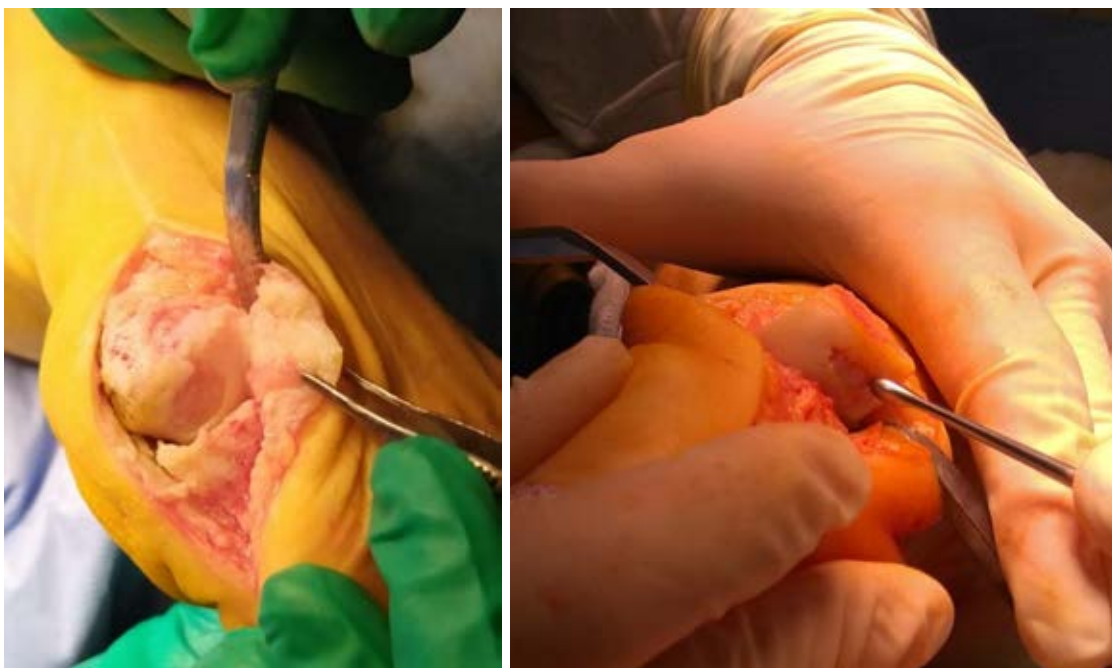
**Таблица 9** – Оценка результатов лечения в зависимости от изменения интенсивности боли и счетов AOFAS, VAS FA и объема движений в I ПФС

<i>Результат</i>	<i>Боль по ВАШ (мм)</i>	<i>AOFAS</i>	<i>VAS FA</i>	<i>Объем движений в I ПФС</i>
Отличный	0–14	85–100	8,5–10	≥ 75°
Хороший	15–34	70–84	7,0–8,4	56°–74°
Удовлетворительный	35–54	50–69	5,0–6,9	30°–55°
Неудовлетворительный	≥ 55	≤ 49	≤ 4,9	≤ 29°

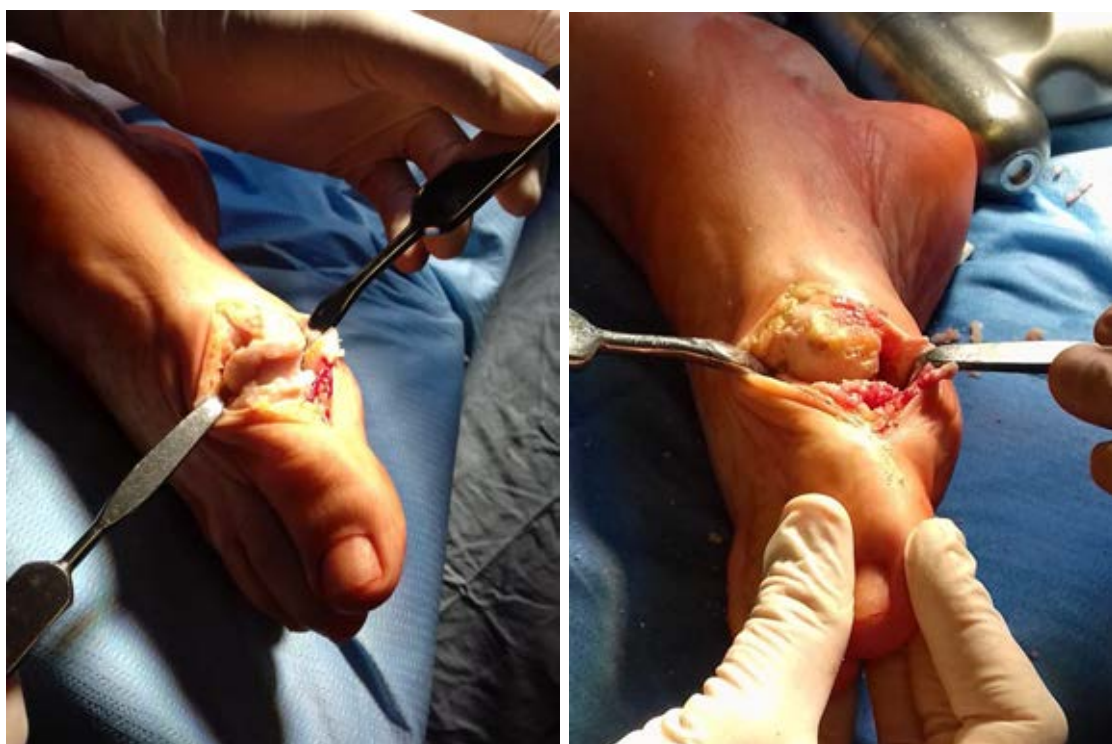
В случаях несоответствия интенсивности боли по ВАШ, объема движений в I ПФС и результатов по шкалам AOFAS и VAS FA приоритет при оценке результата отдавали интенсивности боли, за исключением контрольной группы № 2 (в данном случае в приоритете шкала AOFAS).

Наличие и размер дефекта хрящевого покрытия головки I ПК определяли интраоперационно. Пластике подвергались единичные дефекты хряща диаметром более 3 мм (Рисунок 47), а также множественные дефекты вне зависимости от размера. В большинстве случаев (32 операции) обнаруживались множественные дефекты хряща в сочетании с наличием остеофитов (Рисунок 48), при этом выполнялась тотальная хейлэктомия с покрытием всей площади головки I ПК коллагеновой матрицей.

Ближайшие результаты у всех групп были хорошими – послеоперационных осложнений мы не наблюдали: раны зажили первичным натяжением, швы сняты через 2 недели после операции.



**Рисунок 47** – Единичные дефекты хряща диаметром более 3 мм



**Рисунок 48** – Множественные дефекты хряща и остеофиты

Уже через 3 месяца после операции отмечено выраженное статистически значимое уменьшение боли в I ПФС, увеличение объема движения в нём и улучшение функции оперированной стопы.

#### 4.1. Результаты в контрольной группе № 1 (хейлэктомия)

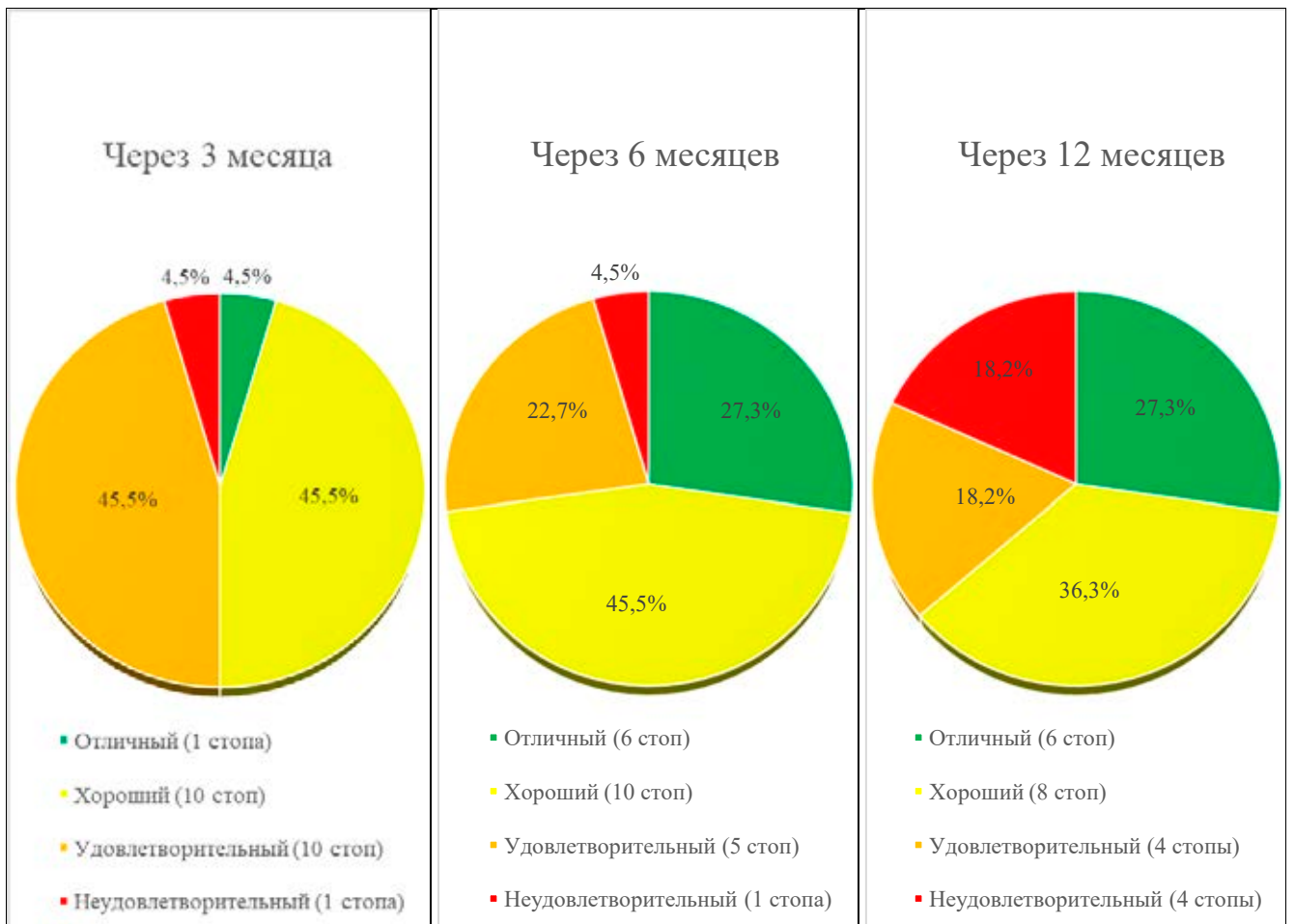
Общая динамика пациентов контрольной группы №1 (после хейлэктомии) представлена в Таблице 10. Через 3 мес. наблюдения медиана уровня боли по ВАШ снизилась с 80 мм до 32,5 мм (min 10 мм, max 65 мм;  $p < 0,0001$ ), медиана AOFAS увеличилась с 50 до 64,5 (min 62, max 80;  $p = 0,0001$ ), VAS FA – с 4,8 до 6,1 (min 4,1, max 8,6;  $p = 0,0003$ ); при этом медиана объема движений увеличилась с  $26^\circ$  до  $47,5^\circ$  (min  $25^\circ$ , max  $65^\circ$ ;  $p < 0,0001$ ). Через 6 мес. мы также наблюдали положительные изменения – медиана боли составила 20 мм (min 0, max 55 мм;  $p = 0,0005$ ), AOFAS – 73 (min 55, max 90;  $p = 0,0004$ ), VAS FA – 7,1 (min 4,8, max 9,3;  $p = 0,0001$ ), объем движений в I ПФС –  $60^\circ$  (min  $25^\circ$ , max  $75^\circ$ ;  $p = 0,001$ ). Через 1 год после операции медиана уровня боли по ВАШ снизилась до 15 мм (min 0, max 55мм;  $p = 0,16$ ), при этом медиана AOFAS увеличилась до 77 (min 58, max 95;  $p = 0,0012$ ), VAS FA – до 7,9 (min 4,7, max 9,8;  $p = 0,0038$ ), объем движений в I ПФС – до  $68^\circ$  (min  $25^\circ$ , max  $90^\circ$ ;  $p = 0,0004$ ). Все изменения показателей были статистически значимыми.

**Таблица 10** – Динамика состояния пациентов контрольной группы №1 (после хейлэктомии)

	<i>До операции</i>	<i>Через 3 мес.</i>	<i>Через 6 мес.</i>	<i>Через 12 мес.</i>
ВАШ боли, мм	80 (min 50, max 90)	32,5 (min 10, max 65)	20 (min 0, max 55)	15 (min 0, max 55)
AOFAS	50 (min 29, max 67)	64,5 (min 45, max 80)	73 (min 55, max 90)	77 (min 58, max 95)
VAS FA	4,8 (min 2,8, max 7,8)	6,1 (min 4,1, max 8,6)	7,1 (min 4,8, max 9,3)	7,9 (min 4,7, max 9,8)
Объем движений в I ПФС	$26^\circ$ (min $10^\circ$ , max $42^\circ$ )	$47,5^\circ$ (min $25^\circ$ , max $65^\circ$ )	$60^\circ$ (min $25^\circ$ , max $75^\circ$ )	$68^\circ$ (min $25^\circ$ , max $90^\circ$ )

Структура ближайших и среднесрочных результатов хейлэктомии отображена на Графике 1.

В нашем исследовании с целью осуществления объективного анализа результатов мы разделили контрольную группу № 1 на две подгруппы: в первую подгруппу вошли пациенты с 1-2-й стадиями ОА I ПФС, во вторую – пациенты с 3-4-й стадиями заболевания.



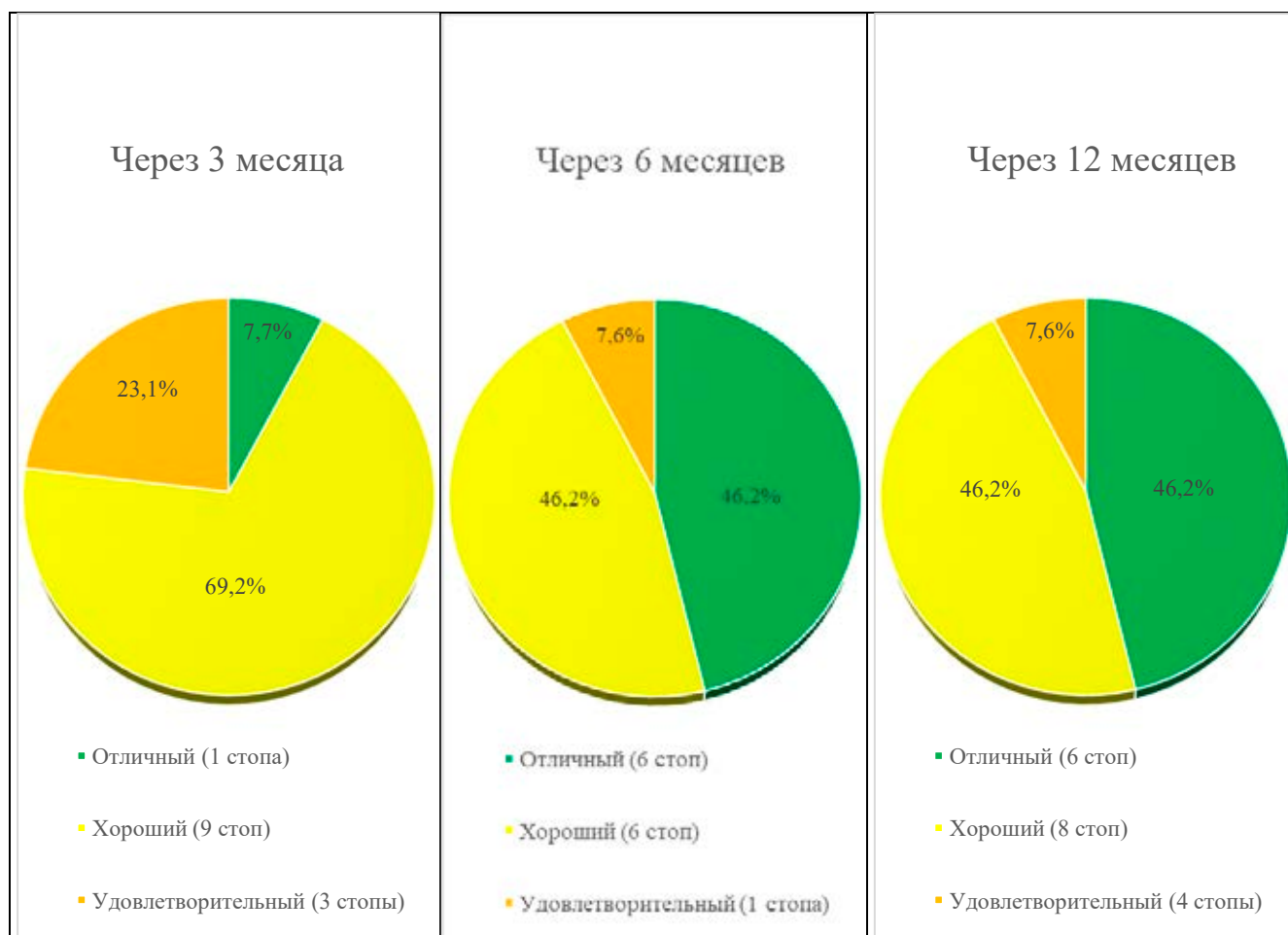
**График 1** – Ближайшие и среднесрочные результаты хейлэктомии (N = 22)

Динамика состояния пациентов на 1-2-й стадиях ОА I ПФС после хейлэктомии отражена в Таблице 11. Через 3 мес. после операции медиана уровня боли по ВАШ снизилась с 80 мм до 25 мм (min 10 мм, max 40 мм;  $p = 0,0015$ ), медиана AOFAS увеличилась с 52 до 67 (min 62, max 80;  $p = 0,002$ ), VAS FA – с 5,2 до 7,0 (min 4,4, max 8,4;  $p = 0,0097$ ); при этом медиана объема движений увеличилась с  $30^\circ$  до  $50^\circ$  (min  $40^\circ$ , max  $65^\circ$ ;  $p = 0,0015$ ). Через 6 мес. также наблюдалась положительная динамика – медиана боли составила 15 мм (min 5, max 40 мм;  $p = 0,0064$ ), AOFAS – 73 (min 60, max 90;  $p = 0,0019$ ), VAS FA – 7,6 (min 4,8, max 9,3;  $p = 0,0015$ ), объем движений в I ПФС –  $62^\circ$  (min  $45^\circ$ , max  $75^\circ$ ;  $p = 0,0019$ ). К 12-му месяцу наблюдения медиана уровня боли по ВАШ осталась прежней – 15 мм (min 0, max 45 мм;  $p = 0,024$ ), при этом медиана AOFAS увеличилась до 77 (min 58, max 95;  $p = 0,0033$ ), VAS FA – до 8,3 (min 4,7, max 9,8;  $p = 0,0015$ ), объем движений в I ПФС – до  $70^\circ$  (min  $40^\circ$ , max  $90^\circ$ ;  $p = 0,0015$ ). Все изменения в динамике показателей были статистически значимыми.

**Таблица 11** – Динамика состояния пациентов после операции (хейлэктомия, 1-2-я стадии ОА I ПФС)

	<i>До операции</i>	<i>Через 3 мес.</i>	<i>Через 6 мес.</i>	<i>Через 12 мес.</i>
ВАШ боли, мм	80 (min 60, max 90)	25 (min 10, max 40)	15 (min 5, max 40)	15 (min 0, max 45)
АOFAS	52 (min 39, max 67)	67 (min 62, max 80)	73 (min 60, max 90)	77 (min 58, max 95)
VAS FA	5,2 (min 3,7, max 7,6)	7,0 (min 4,4, max 8,4)	7,6 (min 4,8, max 9,3)	8,3 (min 4,7, max 9,8)
Объем движений в I ПФС	30° (min 12°, max 42°)	50° (min 40°, max 65°)	62° (min 45°, max 75°)	70° (min 40°, max 90°)

Структура ближайших и среднесрочных результатов хейлэктомии у пациентов с 1-2-й стадиями ОА I ПФС представлена на Графике 2.



**График 2** – Ближайшие и среднесрочные результаты хейлэктомии у пациентов с 1-2-й стадиями ОА I ПФС (N = 13)

Совершенно другую динамику наблюдали после выполненной хейлэктомии у пациентов на 3-4-й стадиях ОА I ПФС (Таблица 12). Через 3 мес. после операции медиана уровня боли по ВАШ снизилась с 80 мм до 40 мм (min 30 мм, max 65

мм;  $p = 0,0077$ ), медиана AOFAS увеличилась с 45 до 58 (min 45, max 73;  $p = 0,0077$ ), VAS FA – с 4,1 до 5,2 (min 4,1, max 8,6;  $p = 0,0077$ ); при этом медиана объема движений увеличилась с  $17^\circ$  до  $35^\circ$  (min  $40^\circ$ , max  $65^\circ$ ;  $p = 0,0077$ ). Через 6 мес. также наблюдалась незначительная положительная динамика – медиана боли составила 35 мм (min 20 мм, max 55 мм;  $p = 0,0284$ ), AOFAS – 62 (min 50, max 73;  $p = 0,091$ ), VAS FA – 7,6 (min 4,8, max 9,3;  $p = 0,0357$ ), объем движений в I ПФС –  $62^\circ$  (min  $45^\circ$ , max  $75^\circ$ ;  $p = 0,1235$ ).

К 12-му месяцу мы наблюдали ухудшение состояния пациентов данной подгруппы по интенсивности болевого синдрома: медиана уровня боли по ВАШ увеличилась до 45 мм (min 25, max 75 мм;  $p = 0,0077$ ), а медиана AOFAS осталась на прежнем уровне – 77 (min 58, max 95;  $p = 0,15$ ), медиана VAS FA увеличилась незначительно – до 6,8 (min 5,2, max 9,1;  $p = 1,0$ ), а объем движений в I ПФС – до  $45^\circ$  (min  $25^\circ$ , max  $68^\circ$ ;  $p = 0,025$ ).

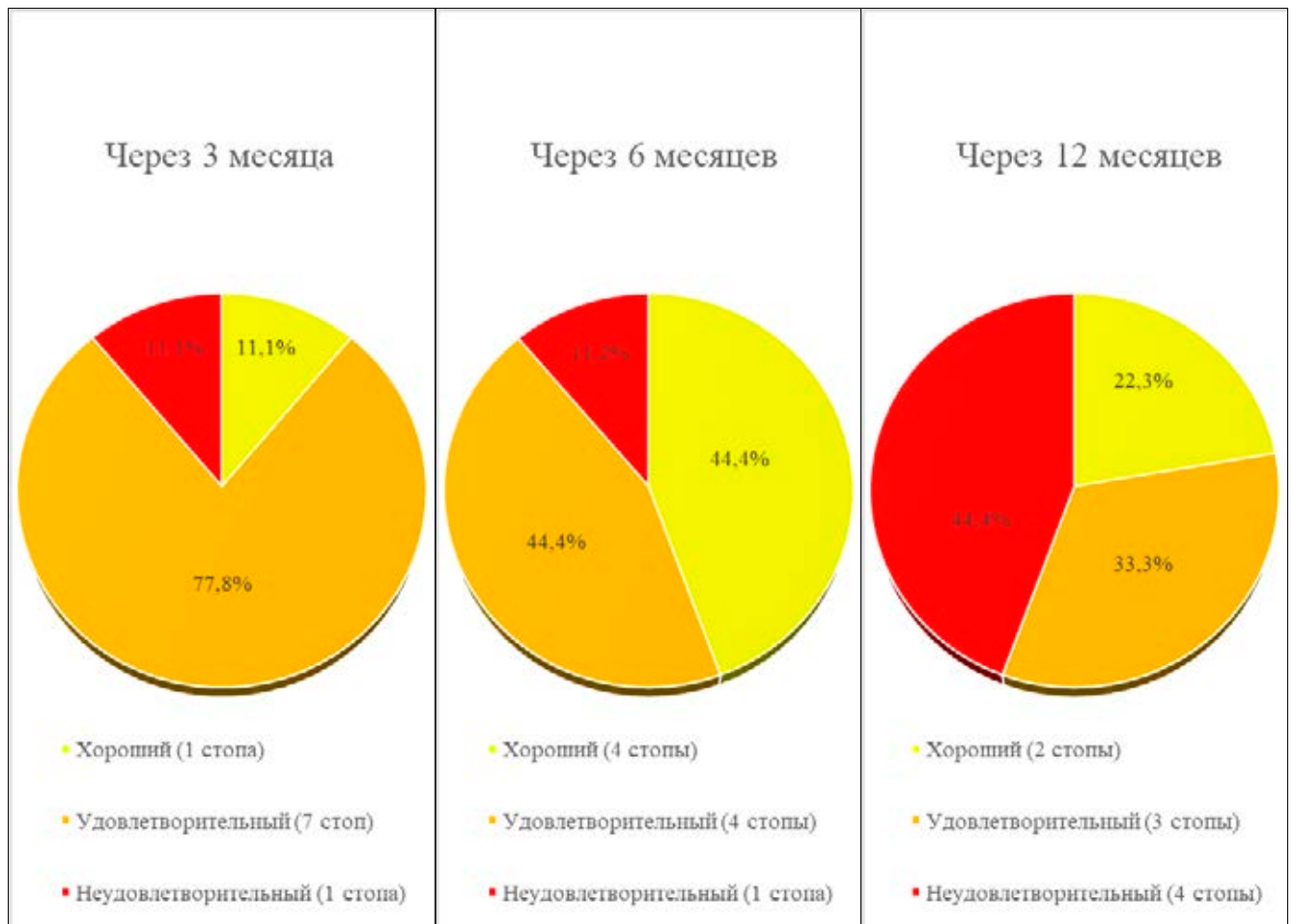
**Таблица 12** – Динамика состояния пациентов после операции (хейлэктомия, 3-4-я стадии ОА I ПФС)

	<i>До операции</i>	<i>Через 3 мес.</i>	<i>Через 6 мес.</i>	<i>Через 12 мес.</i>
ВАШ боли, мм	80 (min 50, max 90)	40 (min 30, max 65)	35 (min 20, max 55)	45 (min 25, max 75)
AOFAS	45 (min 29, max 54)	58 (min 45, max 73)	62 (min 50, max 73)	62 (min 50, max 77)
VAS FA	4,1 (min 2,8, max 6,6)	5,2 (min 4,1, max 8,6)	6,6 (min 5,2, max 9,1)	6,8 (min 5,2, max 9,1)
Объем движений в I ПФС	$17^\circ$ (min $10^\circ$ , max $30^\circ$ )	$35^\circ$ (min $25^\circ$ , max $58^\circ$ )	$40^\circ$ (min $25^\circ$ , max $65^\circ$ )	$45^\circ$ (min $25^\circ$ , max $68^\circ$ )

На Графике 3 представлена структура ближайших и среднесрочных результатов хейлэктомии у пациентов с 3-4-й стадиями ОА I ПФС.

Таким образом, исходя из результатов видно, что хейлэктомия эффективна при 1-2-й стадии HR, снижение боли по ВАШ к концу первого года наблюдения до 15 мм, увеличение амплитуды движений в I ПФС до  $75^\circ$ . Однако данный метод хирургического лечения неэффективен при 3-4-й стадии HR, так как сохраняется высокий уровень боли (по ВАШ 45 мм) и низкая амплитуда движений –  $45^\circ$ ; пациентам потребовались повторные хирургические операции в виде артродеза I ПФС.





**График 3.** Ближайшие и среднесрочные результаты хейлэктомии у пациентов с 3-4-й стадиями ОА I ПФС (N = 9)

#### 4.2. Результаты в контрольной группе №2 (артродез первого плюснефалангового сустава)

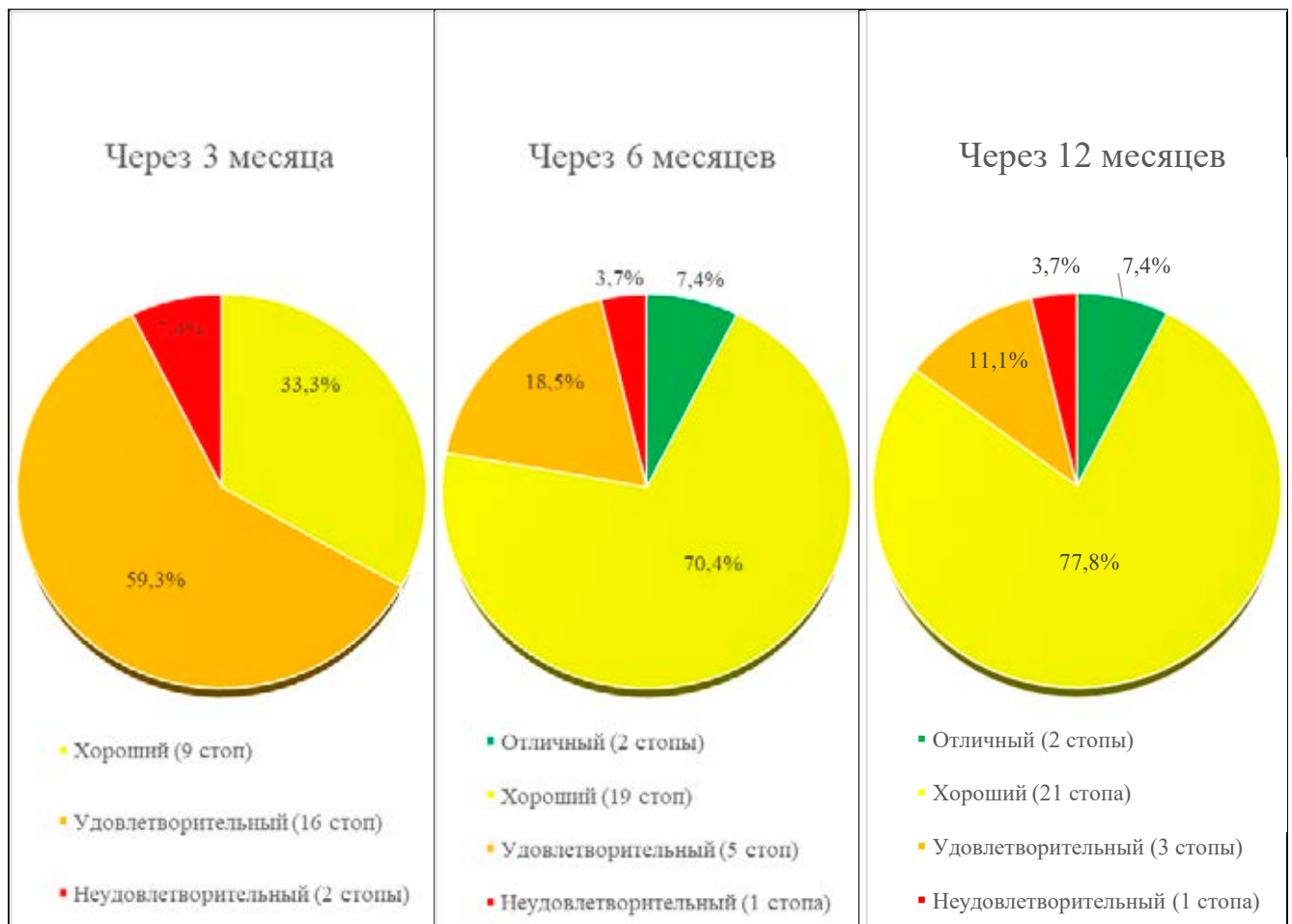
Как было указано выше, в данную группу мы включали пациентов только на поздних (3-4-я) стадиях ОА I ПФС. Динамика состояния пациентов после артрореза I ПФС отражена в Таблице 13. Через 3 мес. после операции медиана уровня боли по ВАШ значительно снизилась – с 80 мм до 10 мм (min 0 мм, max 25 мм;  $p < 0,0001$ ), медиана AOFAS увеличилась с 32 до 65 (min 45, max 82;  $p < 0,0001$ ), VAS FA – с 3,6 до 5,8 (min 4,1, max 7,9;  $p < 0,0001$ ). Через 6 мес. также наблюдалась положительная динамика – медиана боли составила 5 мм (min 0, max 30 мм;  $p = 0,0002$ ), AOFAS – 73 (min 44, max 85;  $p < 0,0001$ ), VAS FA – 7,1 (min 4,1, max 8,6;  $p < 0,0001$ ). К концу 1 года наблюдения медиана уровня боли по ВАШ снизилась до 0 (min 0, max 30 мм;  $p = 0,0096$ ), при этом медиана AOFAS увеличилась до 80 (min 44, max 90;  $p < 0,0001$ ), VAS FA – до 8,0 (min 4,3, max 9,0;  $p < 0,0001$ ). При

этом динамика показателей на всем протяжении периода наблюдения демонстрировала высокую степень статистической значимости.

**Таблица 13** – Динамика состояния пациентов после артродеза I ПФС

	<i>До операции</i>	<i>Через 3 мес.</i>	<i>Через 6 мес.</i>	<i>Через 12 мес.</i>
ВАШ боли, мм	80 (min 70, max 90)	10 (min 0, max 25)	5 (min 0, max 30)	0 (min 0, max 30)
АOFAS	32 (min 20, max 54)	65 (min 45, max 82)	73 (min 44, max 85)	80 (min 44, max 90)
VAS FA	3,6 (min 2,3, max 6,8)	5,8 (min 4,1, max 7,9)	7,1 (min 4,1, max 8,6)	8,0 (min 4,3, max 9,0)
Объем движений в I ПФС	12° (min 5°, max 23°)	0° (min 0°, max 7°)	0° (min 0°, max 10°)	0° (min 0°, max 10°)

На Графике 4 отображена структура ближайших и среднесрочных результатов артродеза I ПФС.



**График 4** – Ближайшие и среднесрочные результаты артродеза I ПФС (N = 27)

Как видно из результатов, артродез I ПФС можно считать методом выбора при лечении пациентов на поздних стадиях hallux rigidus, так как позволяет эф-



фективно купировать болевой синдром. Однако в данном случае приходится жертвовать движениями в суставе. Более того, в нашем исследовании мы, как и другие авторы, не избежали послеоперационных осложнений: артродез I ПФС не состоялся в 7,4% случаев (2 пациента). Также важно отметить, что в связи с отсутствием движений в I ПФС нарушается биомеханика ходьбы, что проявилось в развитии метатарзалгии у 14,8% пациентов.

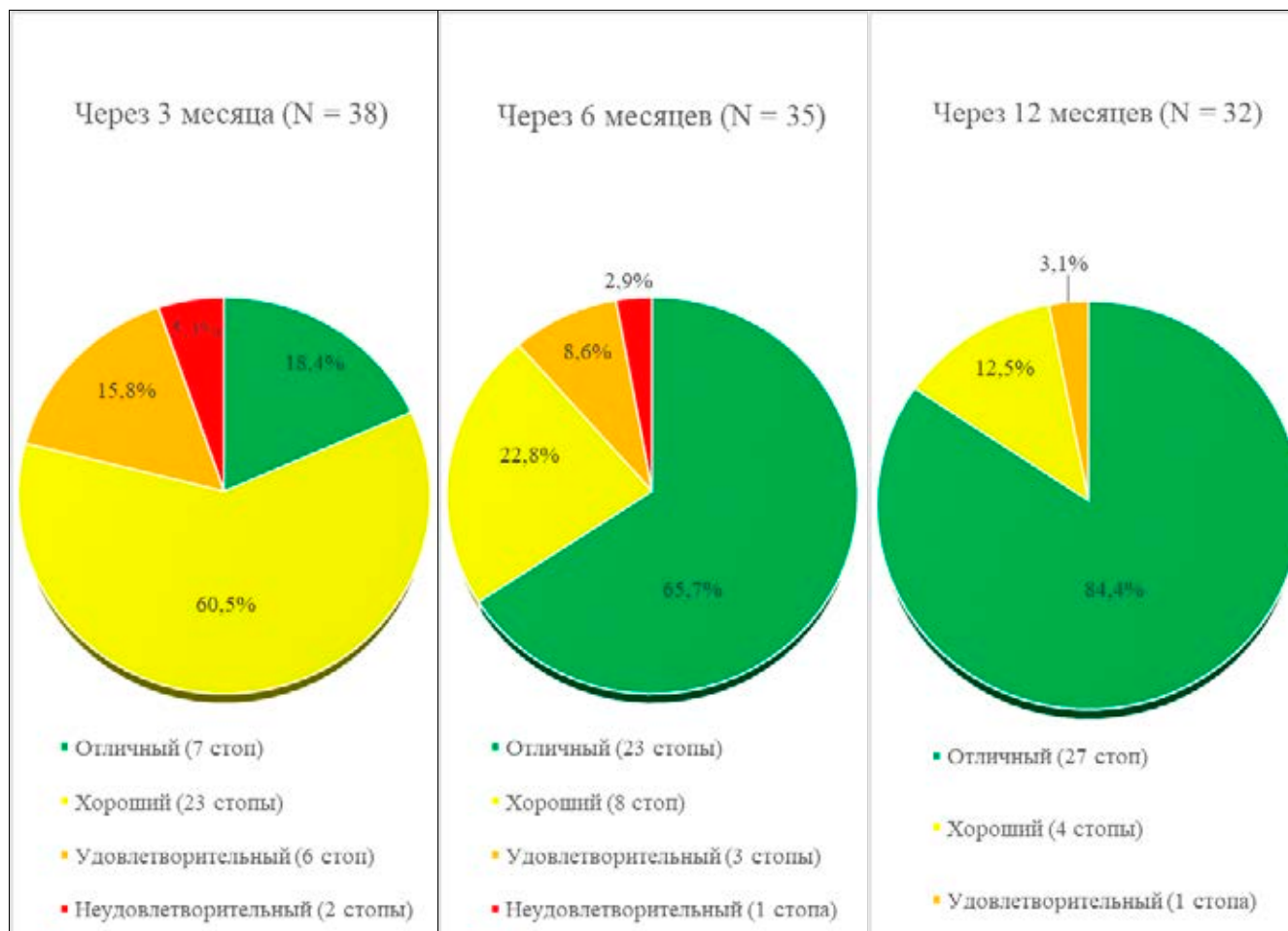
#### 4.3. Результаты в основной группе (хондропластика первого плюснефалангового сустава)

Общая динамика пациентов основной группы (после хондропластики I ПФС) имела высокий уровень статистической значимости и представлена в Таблице 14. Через 3 месяца наблюдения медиана уровня боли по ВАШ снизилась с 75 мм до 20 мм (min 10 мм, max 80 мм;  $p < 0,0001$ ), медиана AOFAS увеличилась с 50 до 68,5 (min 50, max 85;  $p < 0,0001$ ), VAS FA – с 4,3 до 7,9 (min 5,1, max 9,2;  $p < 0,0001$ ); при этом медиана объема движений увеличилась с  $20^\circ$  до  $58^\circ$  (min  $25^\circ$ , max  $85^\circ$ ;  $p < 0,0001$ ). Через 6 месяцев после операции медиана боли составила 10 мм (min 0, max 60 мм;  $p < 0,0001$ ), AOFAS – 80 (min 65, max 92;  $p < 0,0001$ ), VAS FA – 8,8 (min 5,5, max 9,9;  $p < 0,0001$ ), объем движений в I ПФС –  $65^\circ$  (min  $30^\circ$ , max  $90^\circ$ ;  $p < 0,0001$ ). К 12 месяцу наблюдения медиана уровня боли по ВАШ снизилась до 5 мм (min 0, max 30 мм;  $p < 0,0001$ ), при этом медиана AOFAS увеличилась до 85 (min 70, max 95;  $p < 0,0003$ ), VAS FA – до 9,5 (min 7,0, max 10;  $p < 0,0006$ ), объем движений в I ПФС – до  $77^\circ$  (min  $43^\circ$ , max  $92^\circ$ ;  $p < 0,0002$ ).

**Таблица 14** – Динамика состояния пациентов основной группы (после хондропластики I ПФС)

	<i>До операции</i>	<i>Через 3 мес.</i>	<i>Через 6 мес.</i>	<i>Через 12 мес.</i>
ВАШ боли, мм	75 (min 20, max 95)	20 (min 10, max 80)	10 (min 0, max 60)	5 (min 0, max 30)
AOFAS	50 (min 20, max 62)	68,5 (min 50, max 85)	80 (min 65, max 92)	85 (min 70, max 95)
VAS FA	4,3 (min 2,5, max 7,8)	7,9 (min 5,1, max 9,2)	8,8 (min 5,5, max 9,9)	9,5 (min 7,0, max 10)
Объем движений в I ПФС	$20^\circ$ (min $0^\circ$ , max $70^\circ$ )	$58^\circ$ (min $25^\circ$ , max $85^\circ$ )	$65^\circ$ (min $30^\circ$ , max $90^\circ$ )	$77^\circ$ (min $43^\circ$ , max $92^\circ$ )

Структура ближайших и среднесрочных результатов хондропластики отображена на Графике 5.



**График 5** – Ближайшие и среднесрочные результаты хондропластики (N = 44)

Так же, как и контрольную группу № 1, мы разделили основную группу пациентов на две подгруппы: в первую подгруппу вошли пациенты с 1-2-й стадиями ОА I ПФС, во вторую – пациенты с 3-4-й стадиями заболевания.

После хондропластики у пациентов на ранних стадиях ОА I ПФС (16 стоп, Таблица 15) мы наблюдали более выраженную статистически значимую положительную динамику, чем у пациентов после хейлэктомии. Через 3 месяца после хондропластики I ПФС (14 стоп) медиана уровня боли по ВАШ снизилась с 77,5 мм до 20 мм (min 10 мм, max 80 мм;  $p = 0,0017$ ), медиана AOFAS увеличилась с 50 до 73 (min 55, max 85;  $p = 0,0012$ ), VAS FA – с 4,6 до 8,1 (min 5,1, max 8,9;  $p = 0,0012$ ); при этом медиана объема движений увеличилась с  $25^\circ$  до  $58^\circ$  (min  $30^\circ$ , max  $70^\circ$ ;  $p = 0,0029$ ). Через 6 месяцев (13 стоп) также наблюдалась положи-

тельная динамика – медиана боли составила 10 мм (min 0, max 25 мм;  $p = 0,0022$ ), AOFAS – 83,5 (min 65, max 92;  $p = 0,0022$ ), VAS FA – 9,6 (min 7,9, max 10;  $p = 0,0022$ ), объем движений в I ПФС –  $68,5^\circ$  (min  $30^\circ$ , max  $80^\circ$ ;  $p = 0,0033$ ). К 12-му месяцу наблюдения ( $n = 13$ ) медиана уровня боли по ВАШ снизилась до 2,5 (min 0, max 30 мм;  $p = 0,11$ ), при этом медиана AOFAS увеличилась до 90 (min 80, max 95;  $p = 0,0128$ ), VAS FA – до 9,6 (min 7,9, max 10;  $p = 0,033$ ), объем движений в I ПФС – до  $78^\circ$  (min  $43^\circ$ , max  $92^\circ$ ;  $p = 0,017$ ).

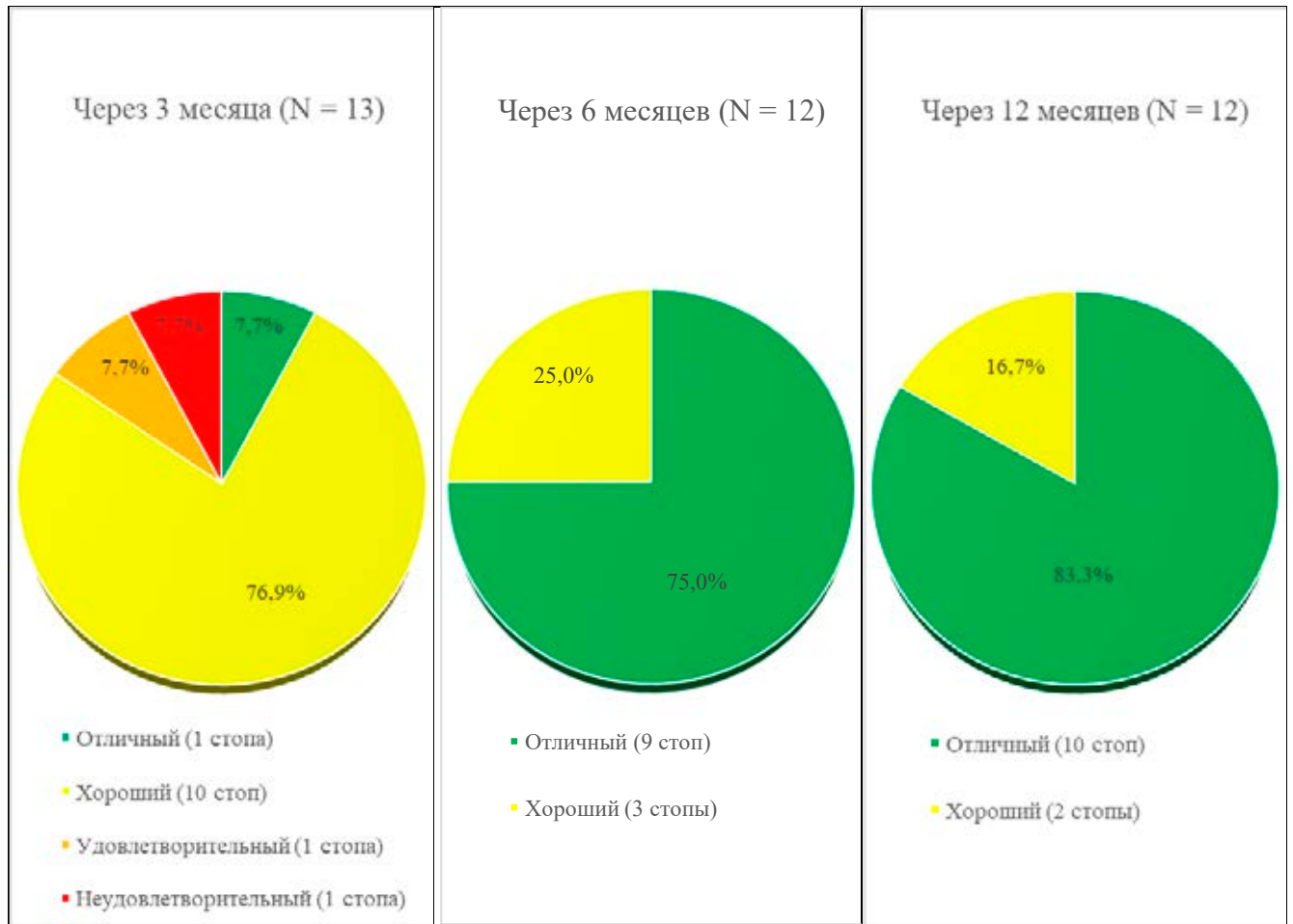
**Таблица 15** – Динамика состояния пациентов после хондропластики I ПФС (1-2-я стадии OA I ПФС)

	<i>До операции</i>	<i>Через 3 мес.</i>	<i>Через 6 мес.</i>	<i>Через 12 мес.</i>
ВАШ боли, мм	77,5 (min 50, max 90)	20 (min 10, max 80)	10 (min 0, max 25)	2,5 (min 0, max 30)
AOFAS	50 (min 39, max 58)	73 (min 55, max 85)	83,5 (min 65, max 92)	90 (min 80, max 95)
VAS FA	4,6 (min 2,5, max 7,6)	8,1 (min 5,1, max 8,9)	9,0 (min 7,3, max 9,9)	9,6 (min 7,9, max 10)
Объем движений в I ПФС	$25^\circ$ (min $15^\circ$ , max $70^\circ$ )	$58^\circ$ (min $30^\circ$ , max $70^\circ$ )	$68,5^\circ$ (min $30^\circ$ , max $80^\circ$ )	$78^\circ$ (min $43^\circ$ , max $92^\circ$ )

На Графике 6 отображена структура ближайших и среднесрочных результатов хондропластики у пациентов с 1-2-й стадиями OA I ПФС.

В отличие от контрольной группы №1, у пациентов с OA I ПФС на 3-4-й стадиях (27 стоп) через 3 месяца после хондропластики I ПФС (24 стопы, Таблица 16) медиана уровня боли по ВАШ снизилась с 70 мм до 20 мм (min 10 мм, max 65 мм;  $p < 0,0001$ ), медиана AOFAS увеличилась с 50 до 67 (min 50, max 85;  $p < 0,0001$ ), VAS FA – с 4,4 до 7,6 (min 5,4, max 9,2;  $p < 0,0001$ ); при этом медиана объема движений увеличилась с  $18^\circ$  до  $54^\circ$  (min  $25^\circ$ , max  $85^\circ$ ;  $p < 0,0001$ ). Через 6 месяцев после операции (22 стоп) медиана боли составила 10 мм (min 0, max 60 мм;  $p = 0,0007$ ), AOFAS – 80 (min 65, max 92;  $p = 0,0013$ ), VAS FA – 8,6 (min 5,5, max 9,8;  $p = 0,0007$ ), объем движений в I ПФС –  $64^\circ$  (min  $30^\circ$ , max  $90^\circ$ ;  $p = 0,0011$ ). Через 1 год наблюдения (18 стоп) медиана уровня боли по ВАШ снизилась 7,5 мм (min 0, max 30 мм;  $p = 0,0066$ ), при этом медиана AOFAS увеличилась до 85 (min 70, max 92;  $p = 0,0092$ ), VAS FA – до 9,5 (min 7,0, max 9,9;  $p = 0,0084$ ), объем дви-

жений в I ПФС – до  $76^\circ$  (min  $55^\circ$ , max  $90^\circ$ ;  $p = 0,0006$ ). Все изменения считались статистически значимыми.

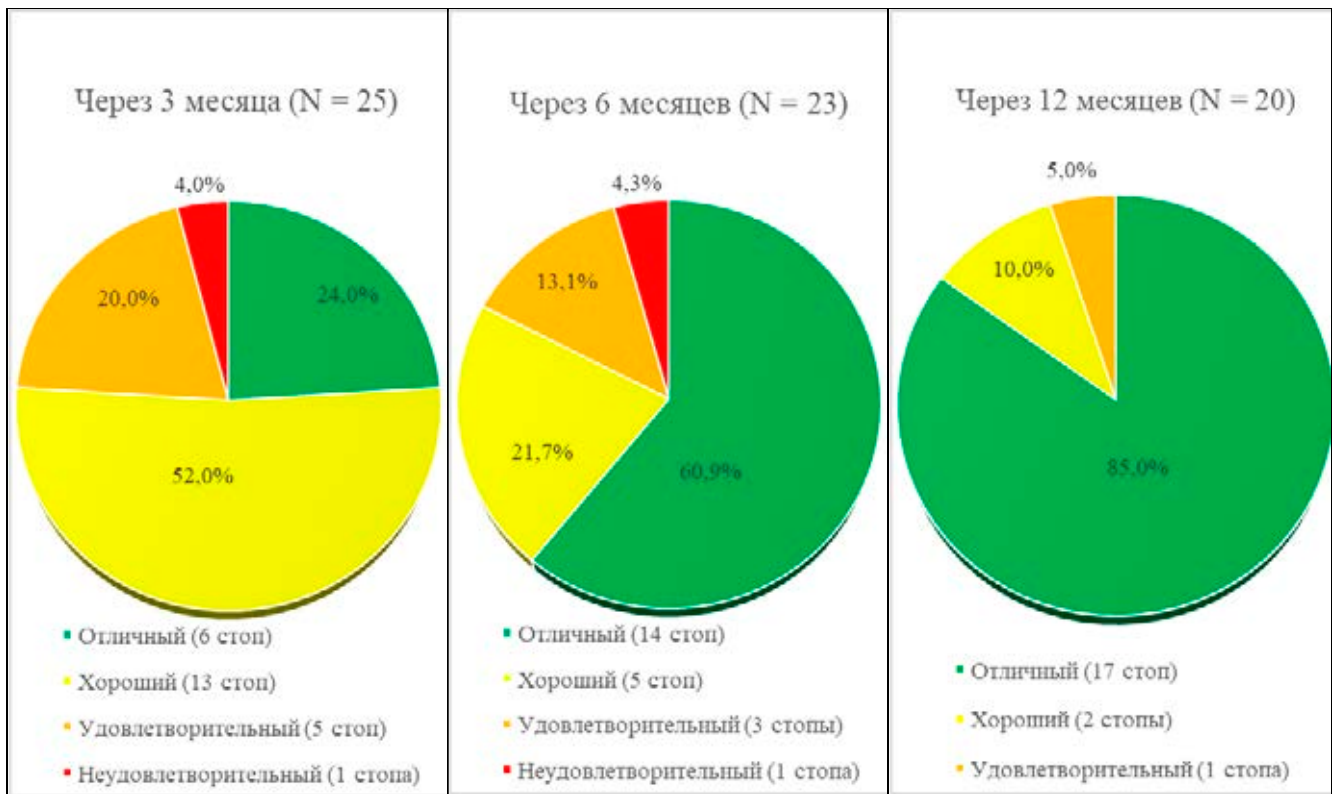


**График 6** – Ближайшие и среднесрочные результаты хондропластики у пациентов с 1-2 стадиями ОА I ПФС (N = 16)

**Таблица 16** – Динамика состояния пациентов после хондропластики I ПФС (3-4-я стадии ОА I ПФС)

	До операции	Через 3 мес.	Через 6 мес.	Через 12 мес.
ВАШ боли, мм	70 (min 20, max 95)	20 (min 10, max 65)	10 (min 0, max 60)	7,5 (min 0, max 30)
АOFAS	50 (min 20, max 62)	67 (min 45, max 73)	80 (min 65, max 92)	85 (min 70, max 92)
VAS FA	4,4 (min 2,8, max 7,8)	7,6 (min 5,4, max 9,2)	8,6 (min 5,5, max 9,8)	9,5 (min 7,0, max 9,9)
Объем движений в I ПФС	$18^\circ$ (min $0^\circ$ , max $50^\circ$ )	$54^\circ$ (min $25^\circ$ , max $85^\circ$ )	$64^\circ$ (min $30^\circ$ , max $90^\circ$ )	$76^\circ$ (min $55^\circ$ , max $90^\circ$ )

Структура ближайших и среднесрочных результатов хондропластики у пациентов с 3-4-й стадиями ОА I ПФС представлена на Графике 7.



**График 7** – Ближайшие и среднесрочные результаты хондропластики у пациентов с 3-4-й стадиями ОА I ПФС (N = 28)

### Клинический пример № 1

Пациентка С., 62 года. Со слов, впервые боли в I ПФС появились около 4 лет назад. В дальнейшем присоединились боли во втором ПФС. На рентгенограмме стопы – признаки ОА I ПФС 3 стадии, болезнь Фрайберга – Келлера II (Рисунок 49). При осмотре пациентки до операции уровень боли по ВАШ составлял 90 мм, счет AOFAS – 47, VAS FA – 4,1, объем движений в I ПФС – 20° (Рисунок 50). Мы выполнили хондропластику I и II ПФС с использованием двуслойной коллагеновой матрицы. Пациентка была активизирована на следующие сутки после операции в обуви Барука, получала антибактериальную и анальгетическую терапию, была выписана из стационара на вторые сутки. В послеоперационном периоде регулярно занималась разработкой движений в оперированном I ПФС и ходила в обуви Барука в течение 6 недель. Через 3 месяца после операции мы наблюдали снижение уровня боли по ВАШ до 15 мм, увеличение счета AOFAS до 77, VAS FA – до 8,6, объема движений в I ПФС до 53° (Рисунок 52). Через 6 месяцев после операции уровень боли по ВАШ снизился до 10 мм, счет AOFAS увеличился до 80, VAS FA – до 8,8, объем движений в I ПФС – до 60°.



**Рисунок 49** – Рентгенограмма стопы до и на следующие сутки после операции



**Рисунок 50** – Объем движений в I ПФС до операции





**Рисунок 51** – Объем движений в I ПФС после операции



**Рисунок 52** – Объем активного тыльного сгибания в I ПФС через 3 месяца после операции

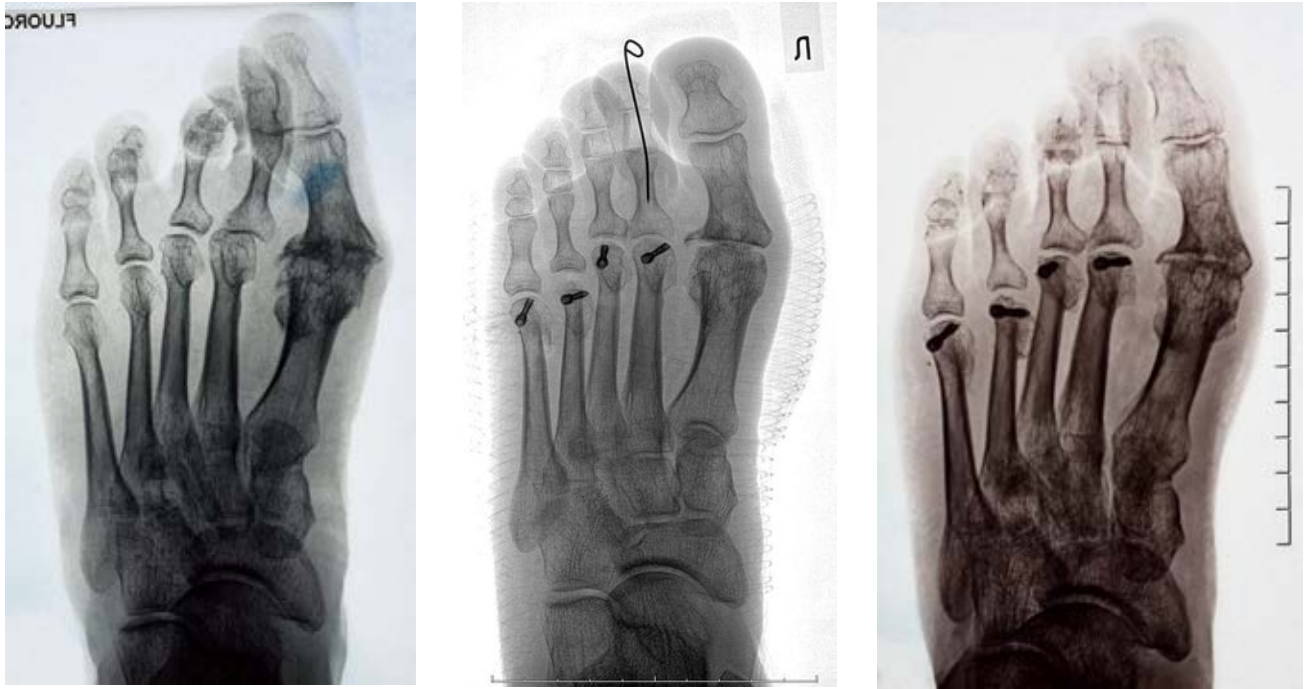
Через 12 месяцев после операции состояние пациентки стабилизировалось на положительном уровне: ВАШ боли составил 10 мм, AOFAS – 85, VAS FA – 9,2, объем движений в I ПФС – 75°.

### **Клинический пример № 2**

Пациент 3., 66 года. Со слов пациента, боли в переднем отделе левой стопы беспокоят в течение последних пяти лет. Лечился нерегулярно приемом НПВП и противовоспалительными препаратами местного применения с временным положительным эффектом. В дальнейшем стала развиваться деформация 2–5 пальцев, усилились боли в области первого плюснефалангового сустава левой стопы, движения в суставе стали резко ограниченными, пациент начал испытывать значительные трудности при подборе и ношении обуви. В апреле 2019 г. консультирован в НИИР имени В. А. Насоновой, рекомендовано хирургическое лечение. 14.10.2019 поступил в травматолого-ортопедическое отделение НИИР в плановом порядке по программе ВМП. При осмотре пациента до операции уровень боли по ВАШ составлял 40 мм, счет AOFAS – 55, VAS FA – 7,8, объем движений в I ПФС – 20°. Мы выполнили хондропластику I ПФС с использованием двуслойной коллагеновой матрицы и Weil-остеотомию 2–5 плюсневых костей. Пациент был активизирован в обуви Барука на следующие сутки после операции, получал антибактериальную и анальгетическую терапию и был выписан на третьи сутки. В послеоперационном периоде регулярно занимался разработкой движений в оперированном I ПФС и ходил в обуви Барука в течение 8 недель.

Через 3 месяца после операции мы наблюдали снижение уровня боли по ВАШ до 25 мм, увеличение счета AOFAS до 62, VAS FA – до 7,5, объема движений в I ПФС до 30°. Через 6 месяцев после операции уровень боли по ВАШ снизился до 10 мм, счет AOFAS увеличился до 85, VAS FA – до 8,8, объем движений в I ПФС – до 70°. Примечательно, что на рентгенограмме наблюдали сужение суставной щели, при этом объем движений в I ПФС увеличился на 40° (Рисунок 53, 54). Через 12 месяцев после операции мы продолжили наблюдать улучшение состояния пациента: ВАШ боли составил 5 мм, AOFAS – 90, VAS FA – 9,3, объем движений в I ПФС – 77° (Рисунок 55).





**Рисунок 53** – Рентгенограмма стопы до операции, на следующие сутки и через 3 месяца после операции



**Рисунок 54** – Объем движений в I ПФС через 6 месяцев после операции



**Рисунок 55** – Объем движений в I ПФС через 12 месяцев после операции

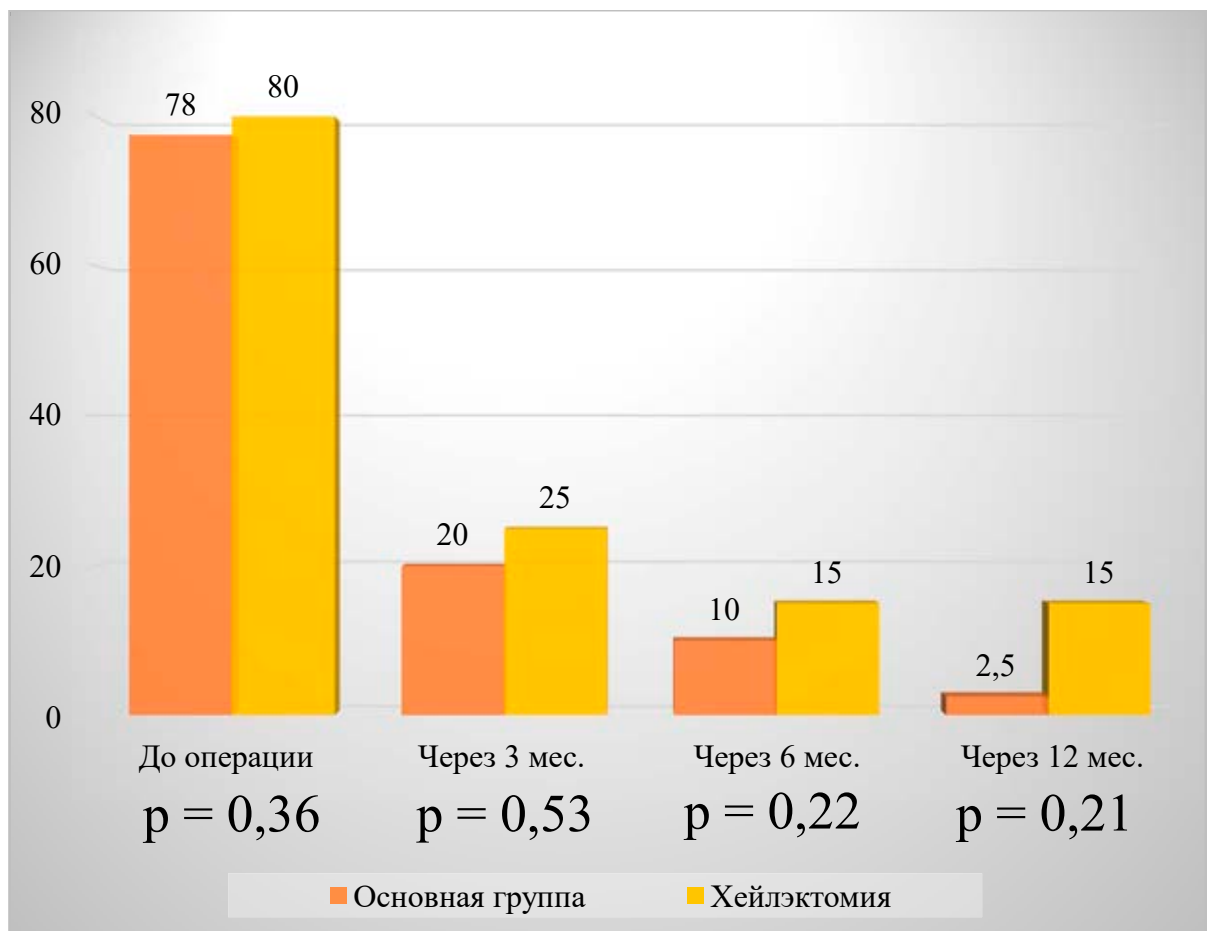
Таким образом, у пациентов наблюдалась значительная положительная динамика после выполненной хондропластики как в отношении купирования боли, так и в отношении функционального состояния оперированной стопы.

#### 4.4. Сравнение послеоперационной динамики основной и контрольных групп

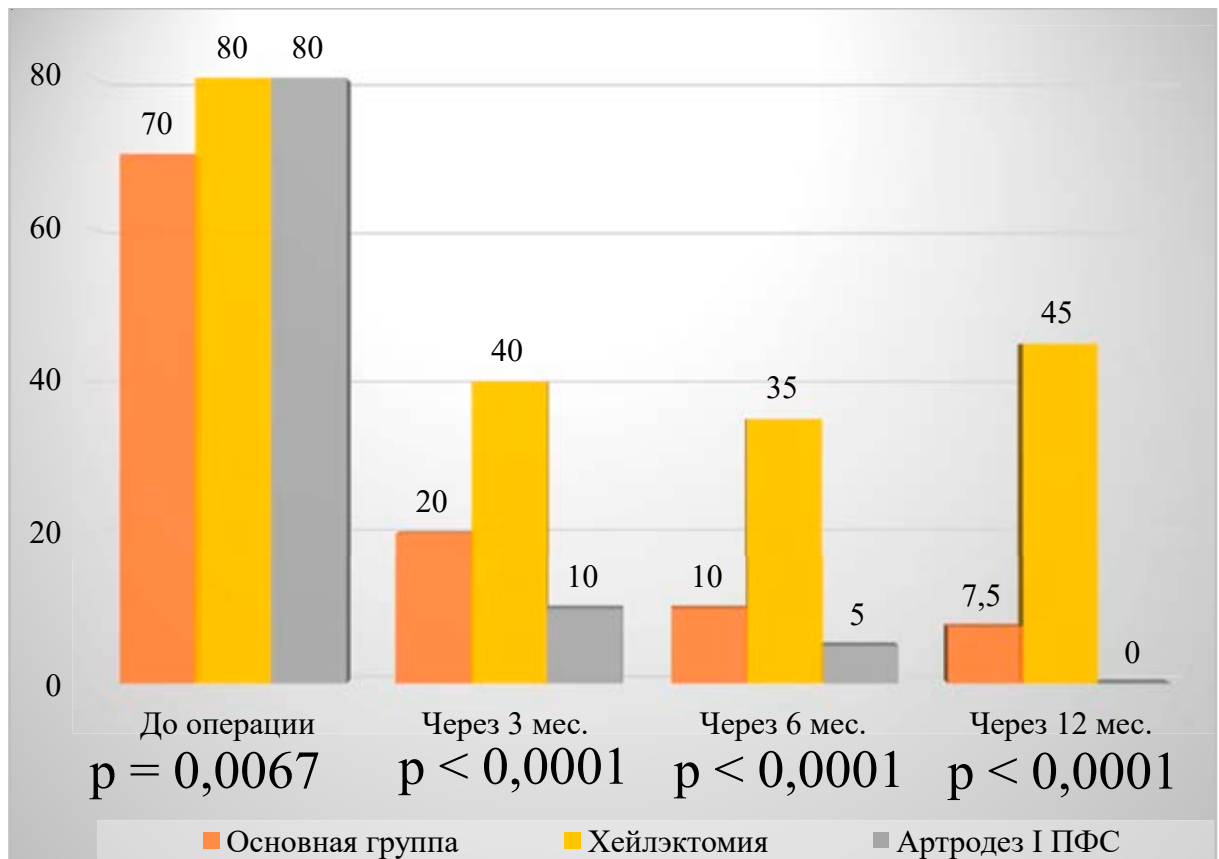
Сравнение послеоперационной динамики основной и контрольных групп продемонстрировано на Графиках 8–15.

Представленные графики наглядно демонстрируют очевидное превосходство хондропластики I ПФС над хейлэктомией на поздних стадиях OA I ПФС. На ранних стадиях hallux rigidus хейлэктомия показала высокую эффективность, и, несмотря на то, что функциональные результаты через 6 и 12 месяцев по шкалам AOFAS и VAS FA в основной группе пациентов достоверно лучше ( $p < 0,05$ ), разница в динамике уровня боли по ВАШ и объема движений в I ПФС не является статистически значимой ( $p > 0,05$ ).

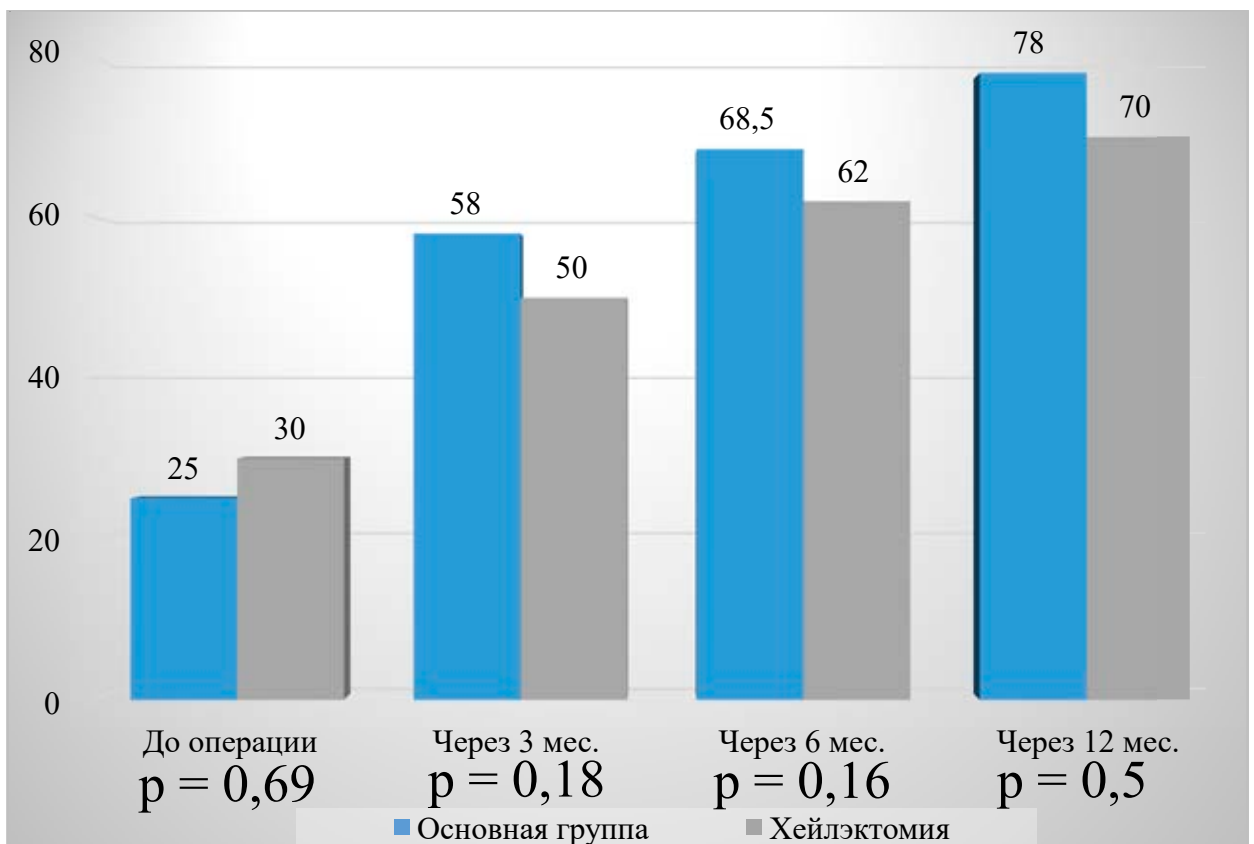
Результаты разработанной нами методики также превосходят результаты артрореза I ПФС на поздних стадиях OA I ПФС.



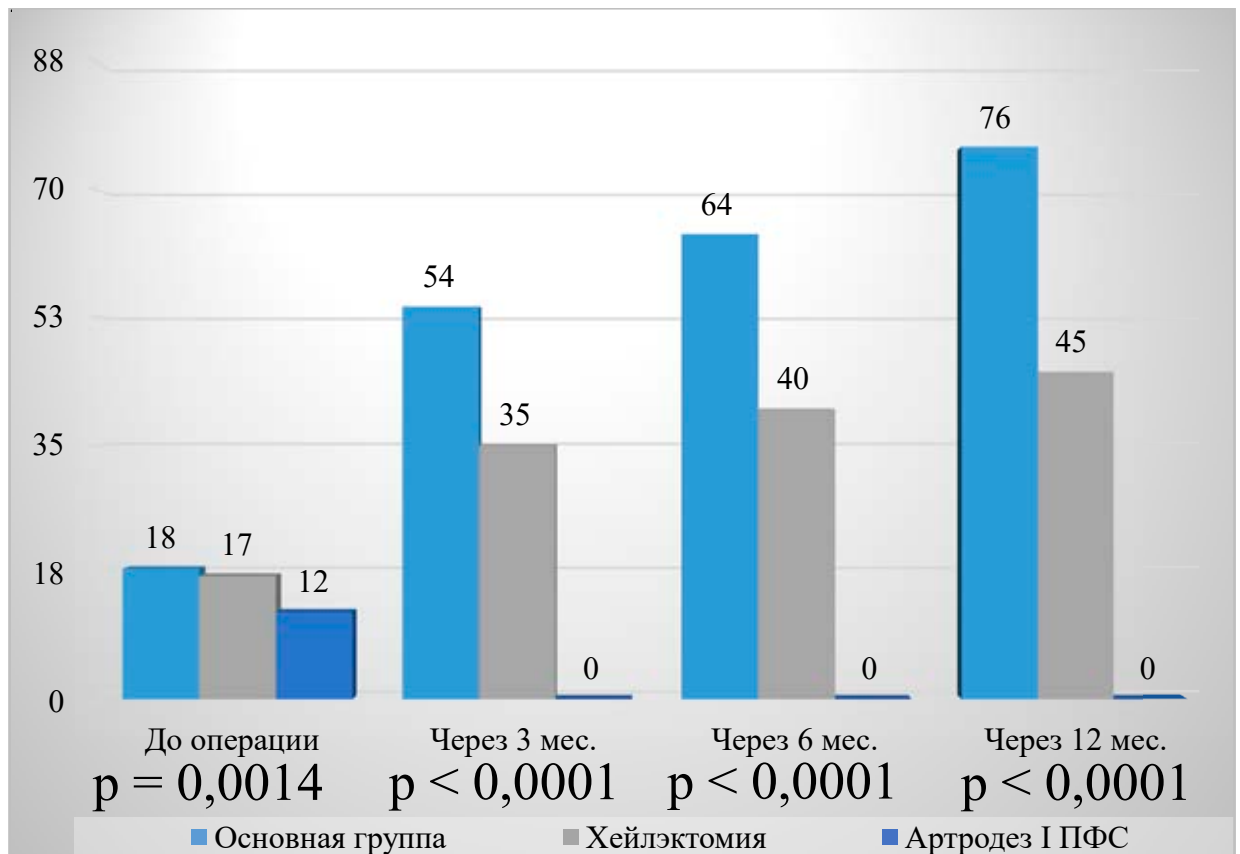
**График 8** – Динамика уровня боли по ВАШ (1-2-я стадии OA I ПФС)



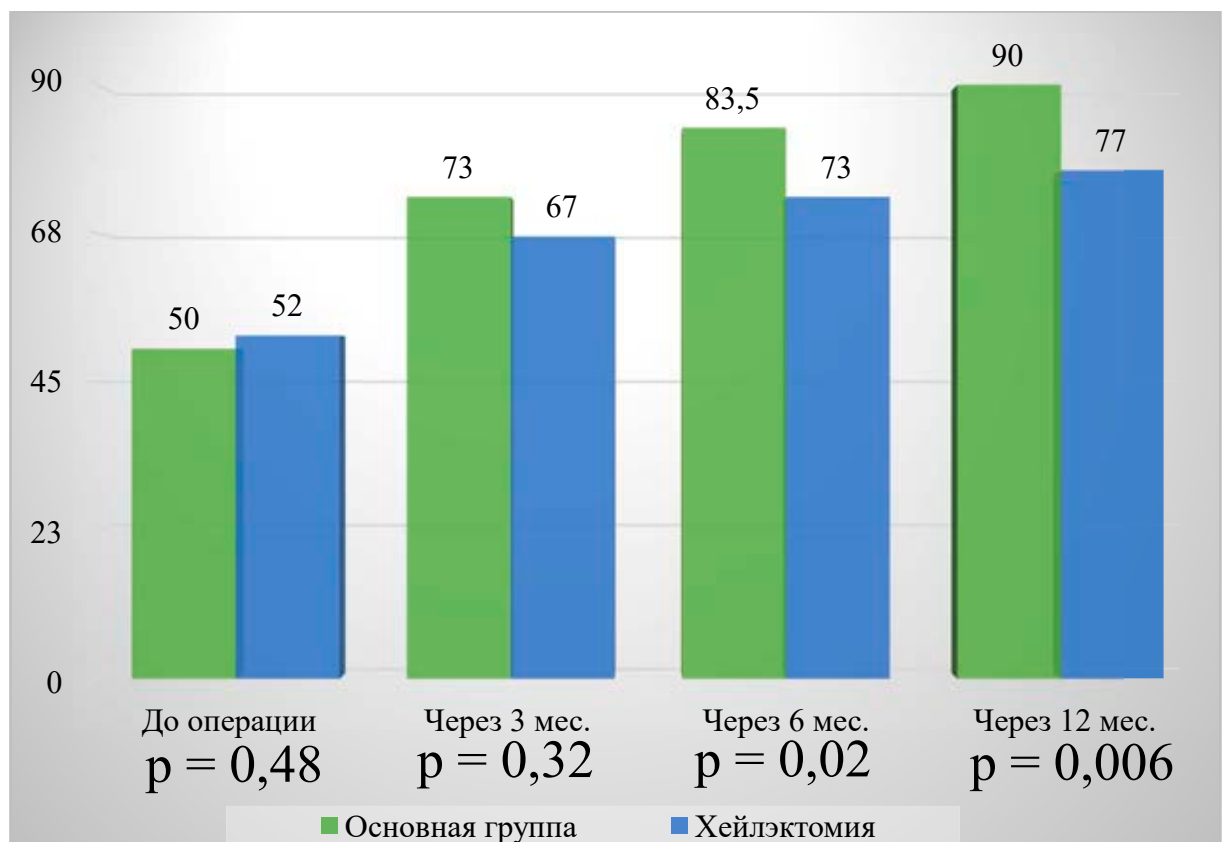
**График 9** – Динамика уровня боли по ВАШ (3-4-я стадии ОА I ПФС)



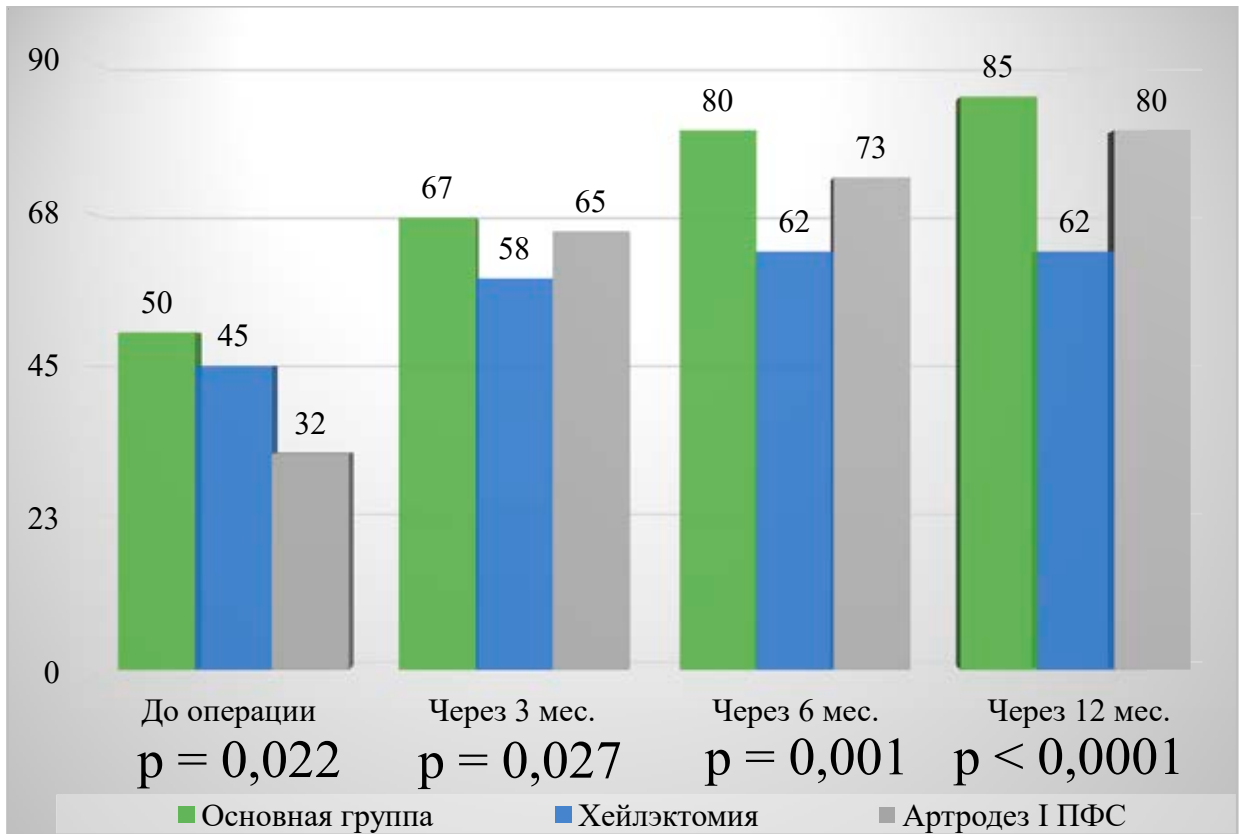
**График 10** – Динамика объема движений в I ПФС (1-2-я стадии ОА I ПФС)



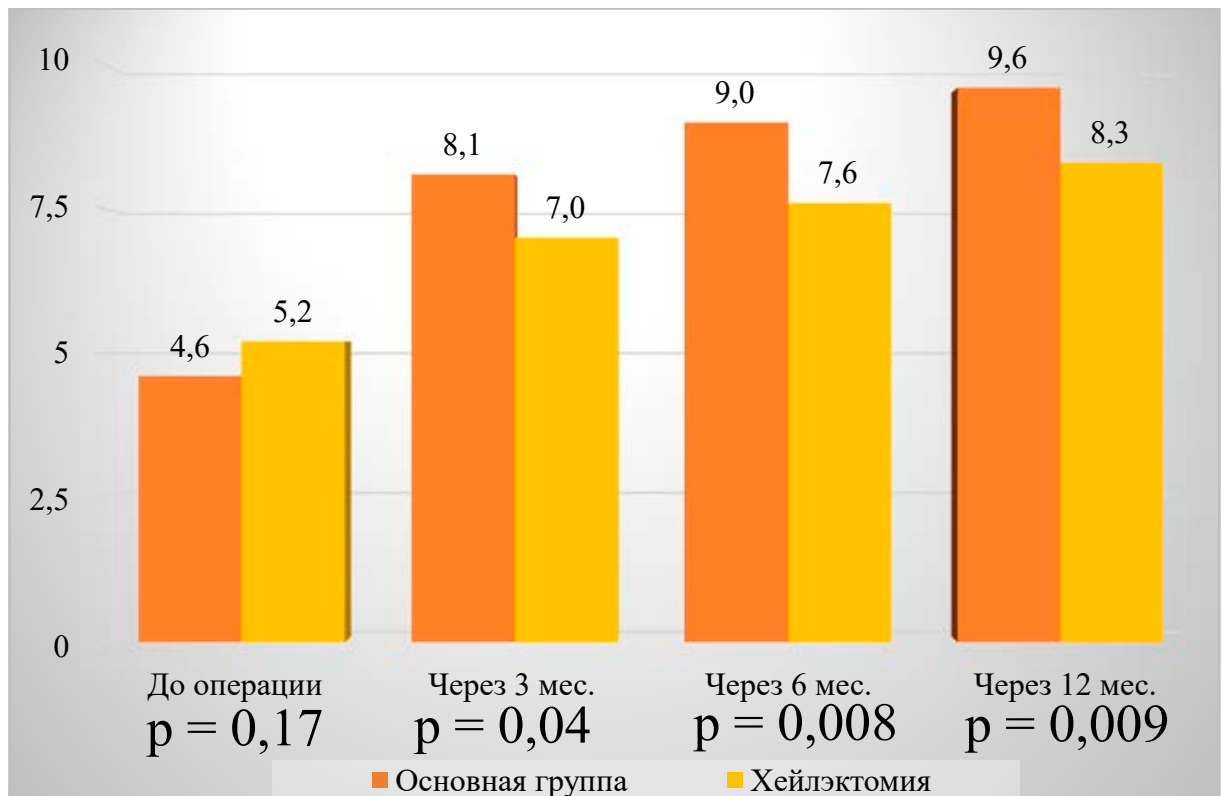
**График 11** – Динамика объема движений в I ПФС (3-4-я стадии OA I ПФС)



**График 12** – Динамика по AOFAS (1-2-я стадии OA I ПФС)

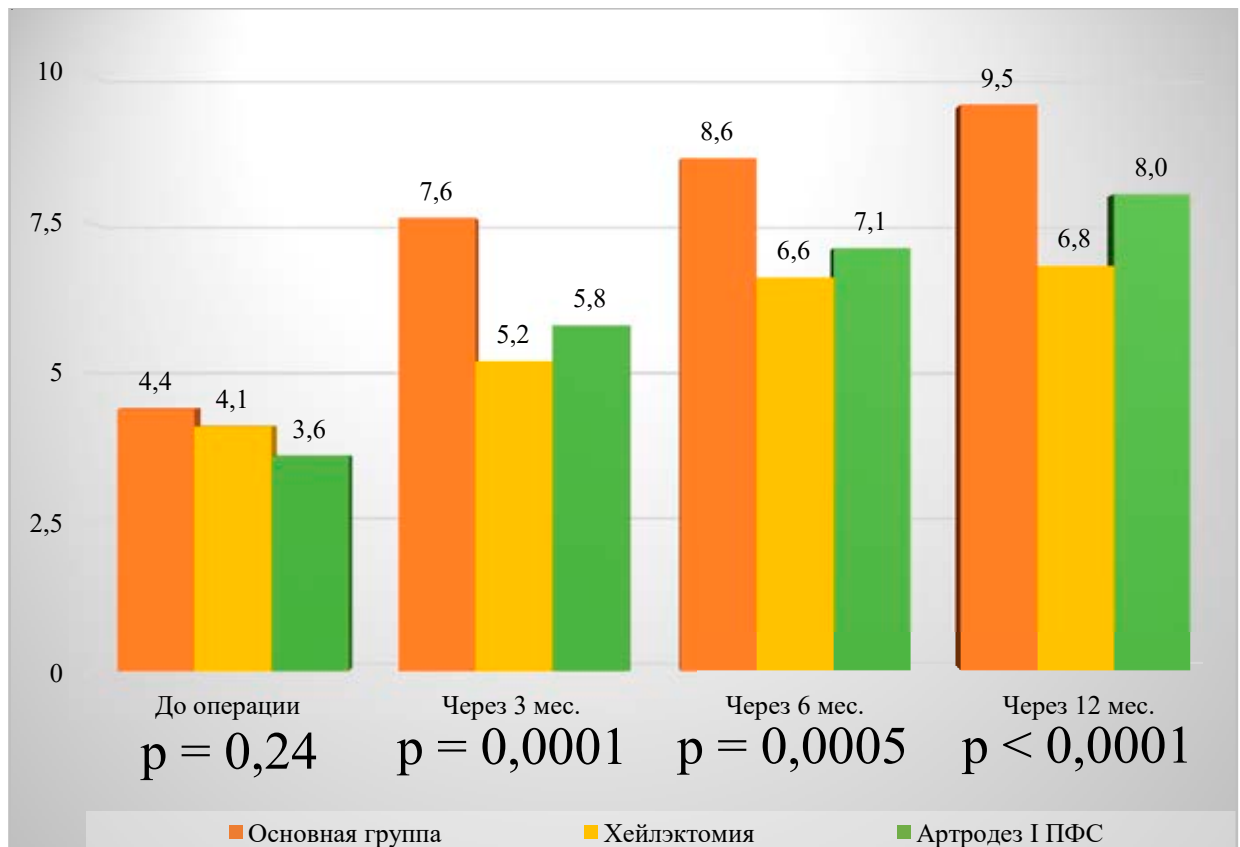


**График 13** – Динамика по AOFAS (3-4-я стадии ОА I ПФС)



**График 14** – Динамика по VAS FA (1-2-я стадии ОА I ПФС)





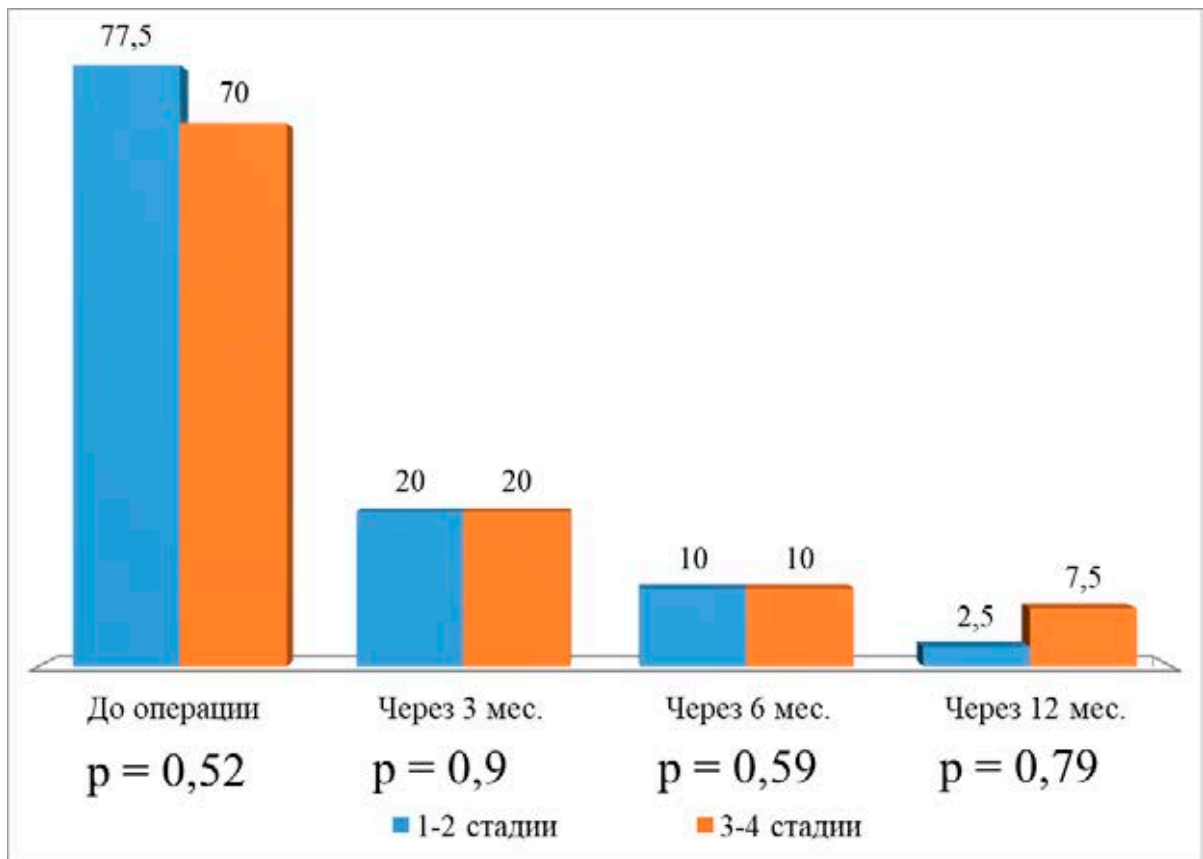
**График 15 – Динамика по VAS FA (3-4-я стадии ОА I ПФС)**

Также нами было проведено сравнение динамики уровня боли по ВАШ и объема движений в I ПФС у пациентов основной группы (после хондропластики) в зависимости от стадии ОА I ПФС (1-2-я и 3-4-я стадии; Графики 16, 17).

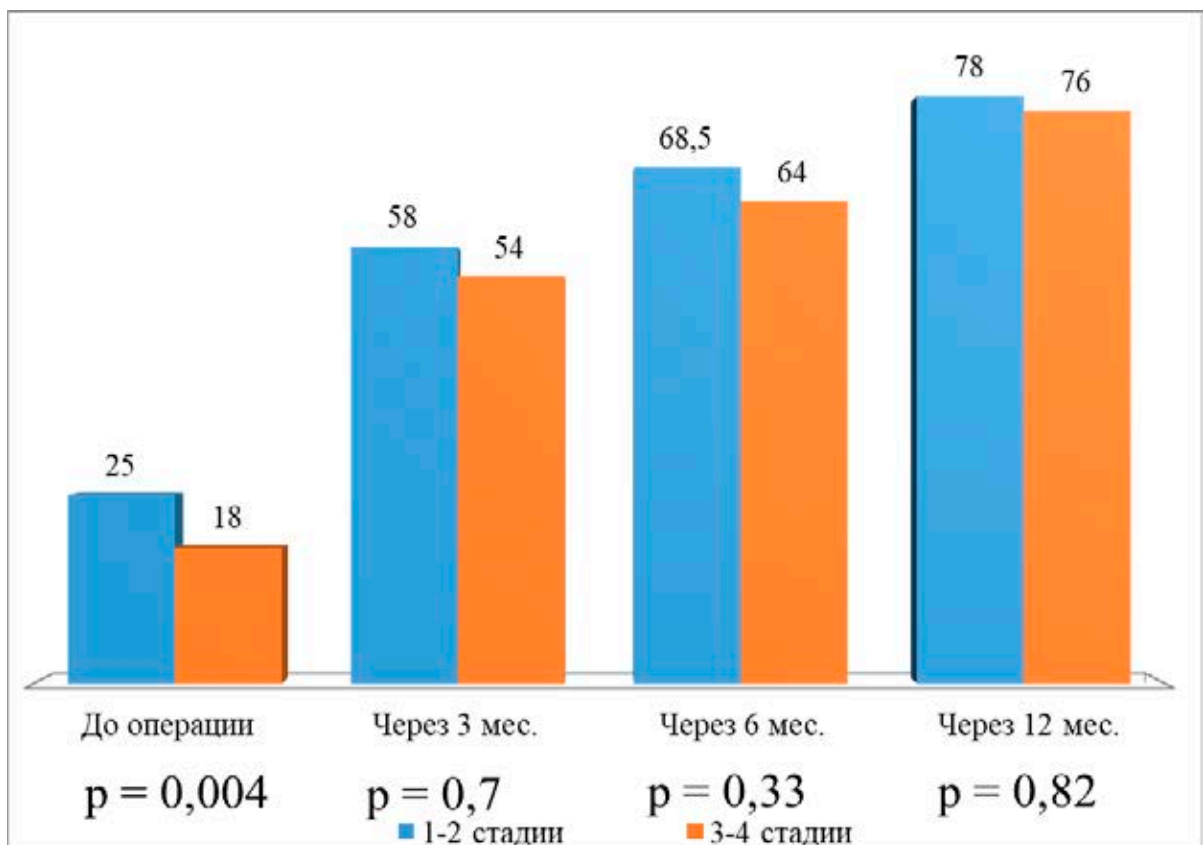
Данные графики показывают, что разработанная методика одинаково эффективна как на ранних, так и на поздних стадиях заболевания, при этом нет статистически значимой разницы в результатах ( $p > 0,05$ ).

#### **4.5. Влияние возраста пациентов на результаты в основной группе**

С целью изучения влияния возраста пациентов на результаты хондропластики мы разделили основную группу на две подгруппы в зависимости от возраста. В первую подгруппу вошли пациенты в возрасте до 59 лет ( $N = 25$ ), во вторую – пациенты старше 60 лет ( $N = 19$ ).



**График 16** – Динамика уровня боли по ВАШ у пациентов основной группы (после хондропластики)



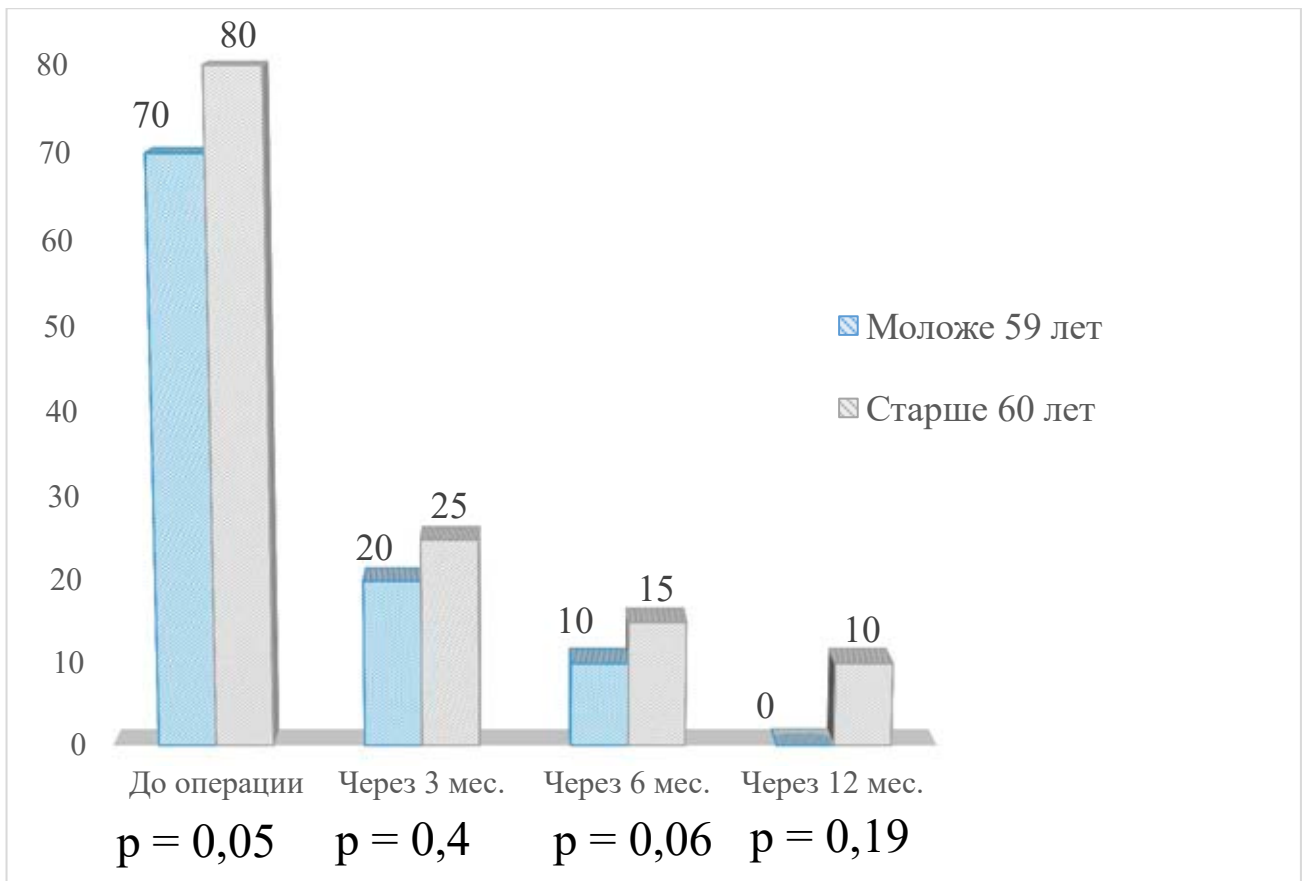
**График 17** – Динамика объема движений в I ПФС у пациентов основной группы (после хондропластики)



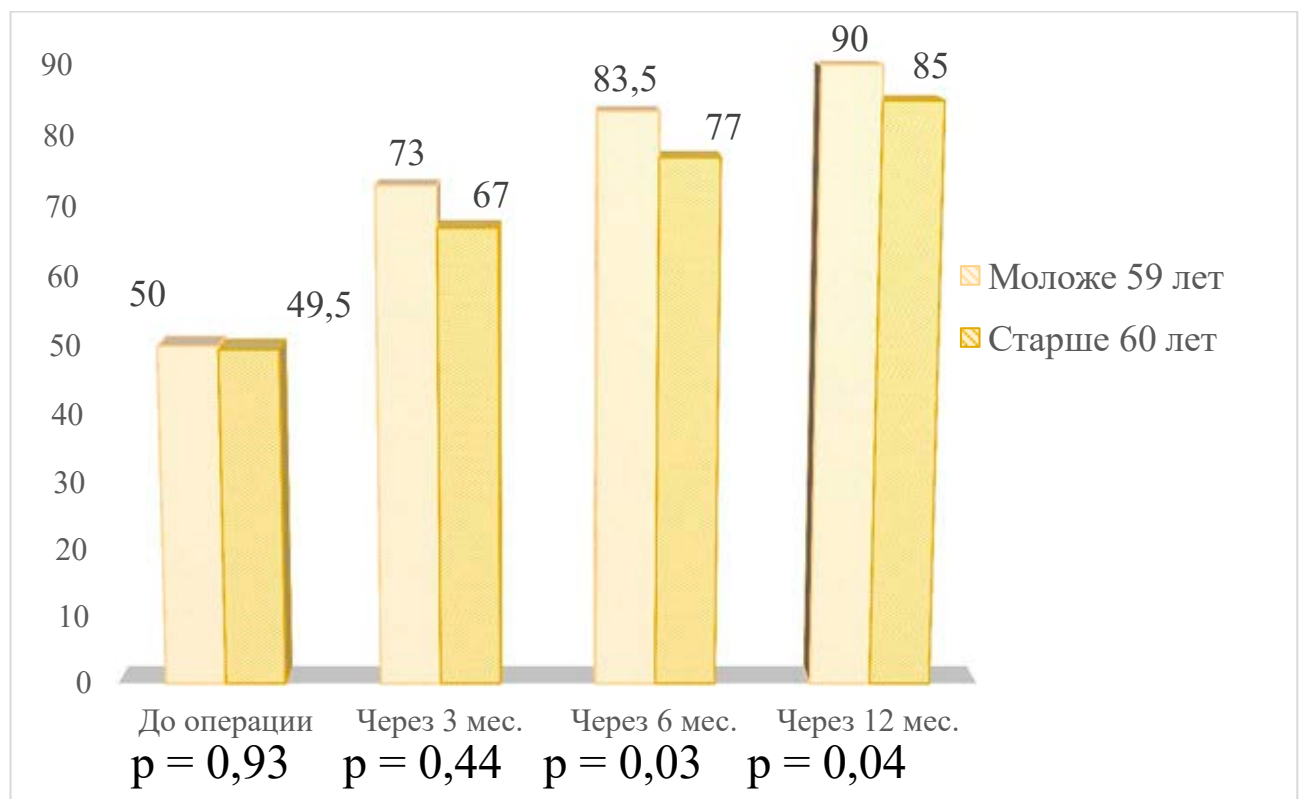
У пациентов в возрасте до 59 лет через 3 месяца после операции ( $N = 22$ ) медиана уровня боли по ВАШ снизилась с 70 мм до 20 мм (min 10 мм, max 50 мм;  $p < 0,0001$ ), медиана AOFAS увеличилась с 50 до 73 (min 50, max 85;  $p < 0,0001$ ); при этом медиана объема движений в I ПФС увеличилась с  $20^\circ$  до  $60^\circ$  (min  $30^\circ$ , max  $75^\circ$ ;  $p < 0,0001$ ), VAS FA – с 4,3 до 8,1 (min 5,5, max 9,2;  $p < 0,0001$ ). Положительная динамика наблюдалась и через 6 месяцев ( $N = 20$ ) – медиана боли составила 10 мм (min 0, max 35 мм;  $p < 0,0001$ ), AOFAS – 83,5 (min 65, max 92;  $p < 0,0001$ ), VAS FA – 9,3 (min 6,8, max 9,9;  $p < 0,0001$ ), объем движений в I ПФС –  $69^\circ$  (min  $30^\circ$ , max  $80^\circ$ ;  $p < 0,0001$ ). К концу первого года наблюдения ( $N = 19$ ) медиана уровня боли по ВАШ снизилась до 0 мм (min 0, max 30 мм;  $p = 0,003$ ), медиана AOFAS увеличилась до 90 (min 80, max 95;  $p = 0,0003$ ), VAS FA – до 9,6 (min 7,9, max 10;  $p = 0,0006$ ), объем движений в I ПФС – до  $78^\circ$  (min  $43^\circ$ , max  $90^\circ$ ;  $p = 0,0002$ ).

В подгруппе пациентов старше 60 лет через 3 месяца ( $N = 16$ ) медиана боли снизилась с 80 мм до 25 мм (min 10 мм, max 80 мм;  $p < 0,0001$ ), AOFAS – увеличилась с 49,5 до 67 (min 50, max 85;  $p < 0,0001$ ); в свою очередь, медиана VAS FA увеличилась с 4,0 до 7,5 (min 5,1, max 9,1;  $p < 0,0001$ ), объем движений в I ПФС – с  $20^\circ$  до  $51,5^\circ$  (min  $25^\circ$ , max  $85^\circ$ ;  $p < 0,0001$ ). Через 6 месяцев ( $N = 15$ ) также наблюдалась умеренная положительная динамика – медиана боли составила 15 мм (min 5 мм, max 40 мм;  $p = 0,0008$ ), AOFAS – 77 (min 65, max 85;  $p = 0,002$ ), VAS FA – 8,6 (min 5,5, max 9,8;  $p = 0,0008$ ), объем движений в I ПФС –  $60^\circ$  (min  $30^\circ$ , max  $90^\circ$ ;  $p = 0,002$ ). К концу первого года наблюдения ( $N = 12$ ) медиана уровня боли по ВАШ снизилась до 10 мм (min 0, max 30 мм;  $p = 0,006$ ), медиана AOFAS увеличилась до 85 (min 70, max 90;  $p = 0,01$ ), VAS FA – до 9,3 (min 7,0, max 9,9;  $p = 0,009$ ), объем движений в I ПФС – до  $71^\circ$  (min  $55^\circ$ , max  $90^\circ$ ;  $p = 0,0007$ ) (Графики 18–21).

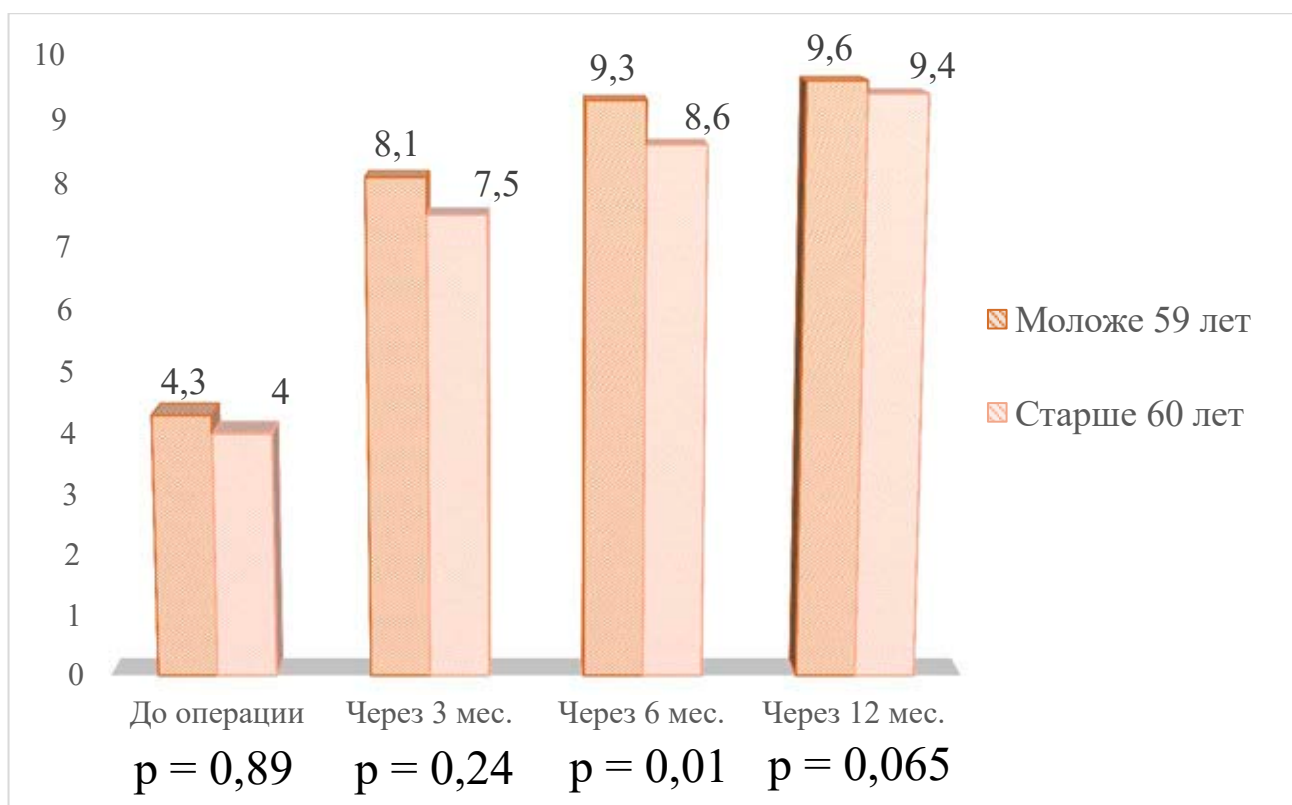
Стоит отметить, что все изменения в обеих подгруппах были статистически достоверными ( $p < 0,05$ ).



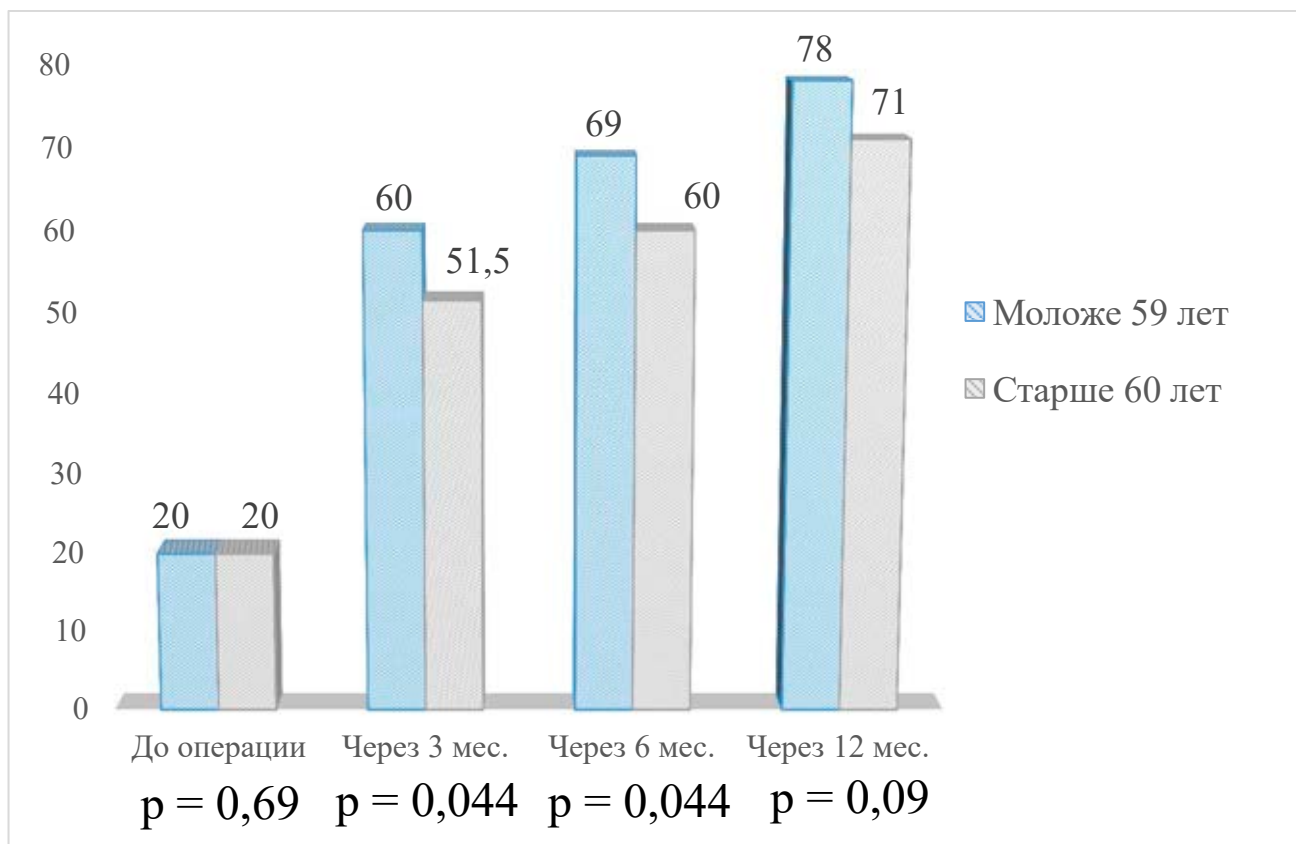
**График 18** – Динамика уровня боли по ВАШ



**График 19** – Динамика по AOFAS



**График 20** – Динамика по VAS FA



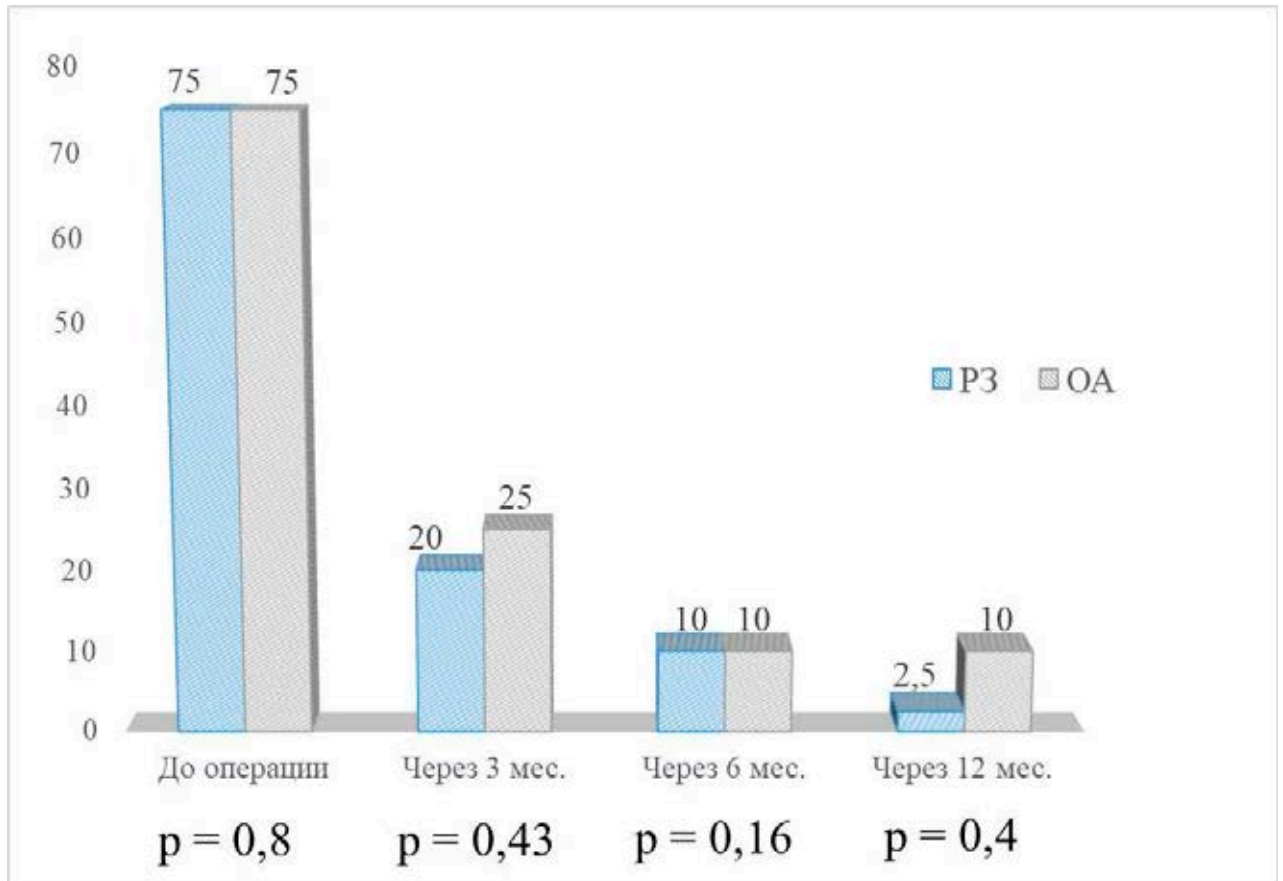
**График 21** – Динамика объема движений в I ПФС

#### 4.6. Влияние наличия ревматических заболеваний у пациентов на результаты в основной группе

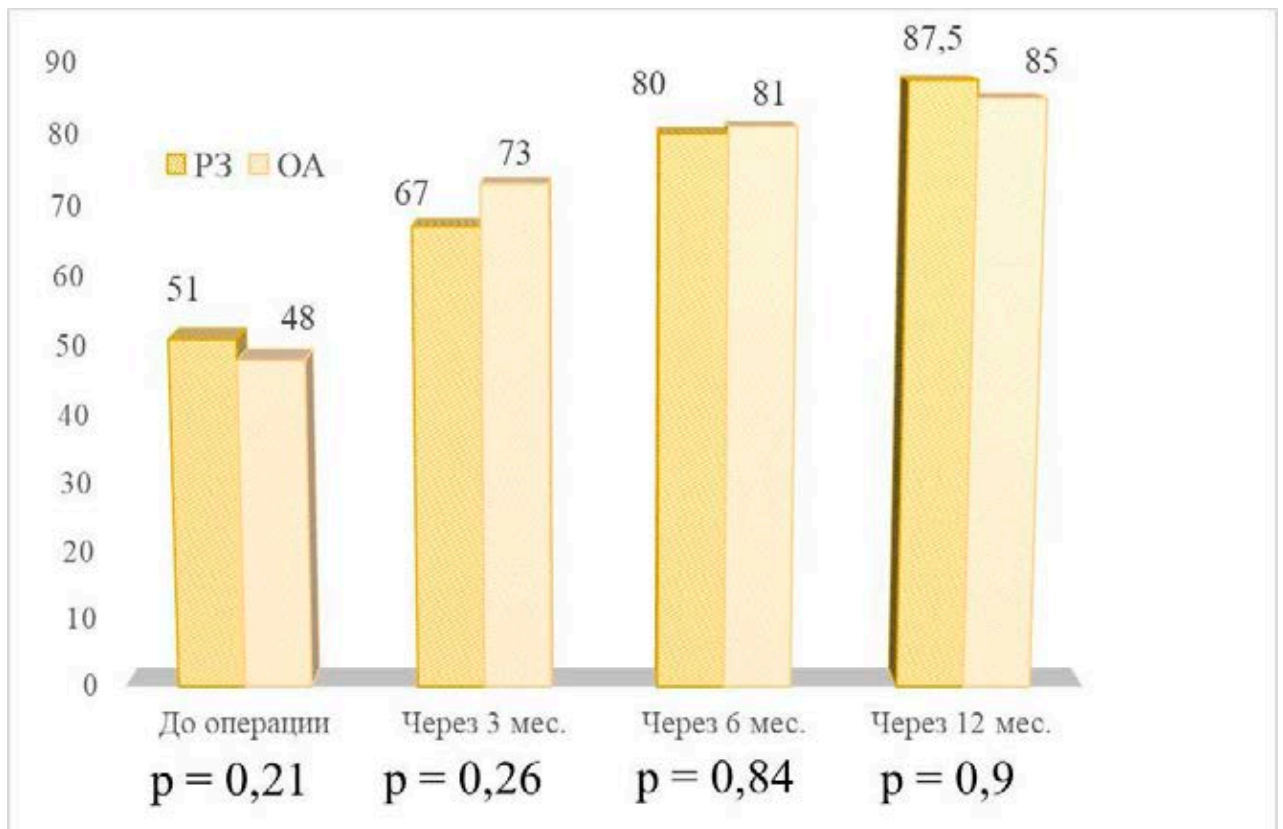
Как указано выше, в основную группу были включены как пациенты с РЗ (N = 18), так и больные, не страдающие РЗ (N = 26). Через 3 месяца после операции у пациентов обеих групп так же, как и в предыдущих подгруппах, отмечено значительное уменьшение боли и увеличение объема движения в I ПФС.

У пациентов с РЗ через 3 месяца после операции (N = 17) медиана уровня боли по ВАШ снизилась с 75 мм до 20 мм (min 10 мм, max 50 мм;  $p = 0,001$ ), медиана AOFAS увеличилась с 51 до 67 (min 50, max 85;  $p = 0,002$ ), VAS FA – с 4,6 до 7,9 (min 5,5, max 9,1;  $p = 0,001$ ); при этом медиана объема движений в I ПФС увеличилась с  $20^\circ$  до  $60^\circ$  (min  $32^\circ$ , max  $75^\circ$ ;  $p = 0,002$ ). Положительная динамика наблюдалась и через 6 месяцев (N = 17) – медиана боли составила 10 мм (min 0, max 35 мм;  $p = 0,003$ ), AOFAS – 80 (min 65, max 92;  $p = 0,003$ ), VAS FA – 8,6 (min 6,6, max 9,9;  $p = 0,002$ ), объем движений в I ПФС –  $70^\circ$  (min  $45^\circ$ , max  $80^\circ$ ;  $p = 0,002$ ). К концу первого года наблюдения (N = 16) медиана уровня боли по ВАШ снизилась до 2,5 мм (min 0, max 30 мм;  $p = 0,04$ ), медиана AOFAS увеличилась до 87,5 (min 70, max 92;  $p = 0,02$ ), VAS FA – до 9,6 (min 7,0, max 9,9;  $p = 0,04$ ), объем движений в I ПФС – до  $78^\circ$  (min  $55^\circ$ , max  $90^\circ$ ;  $p = 0,01$ ).

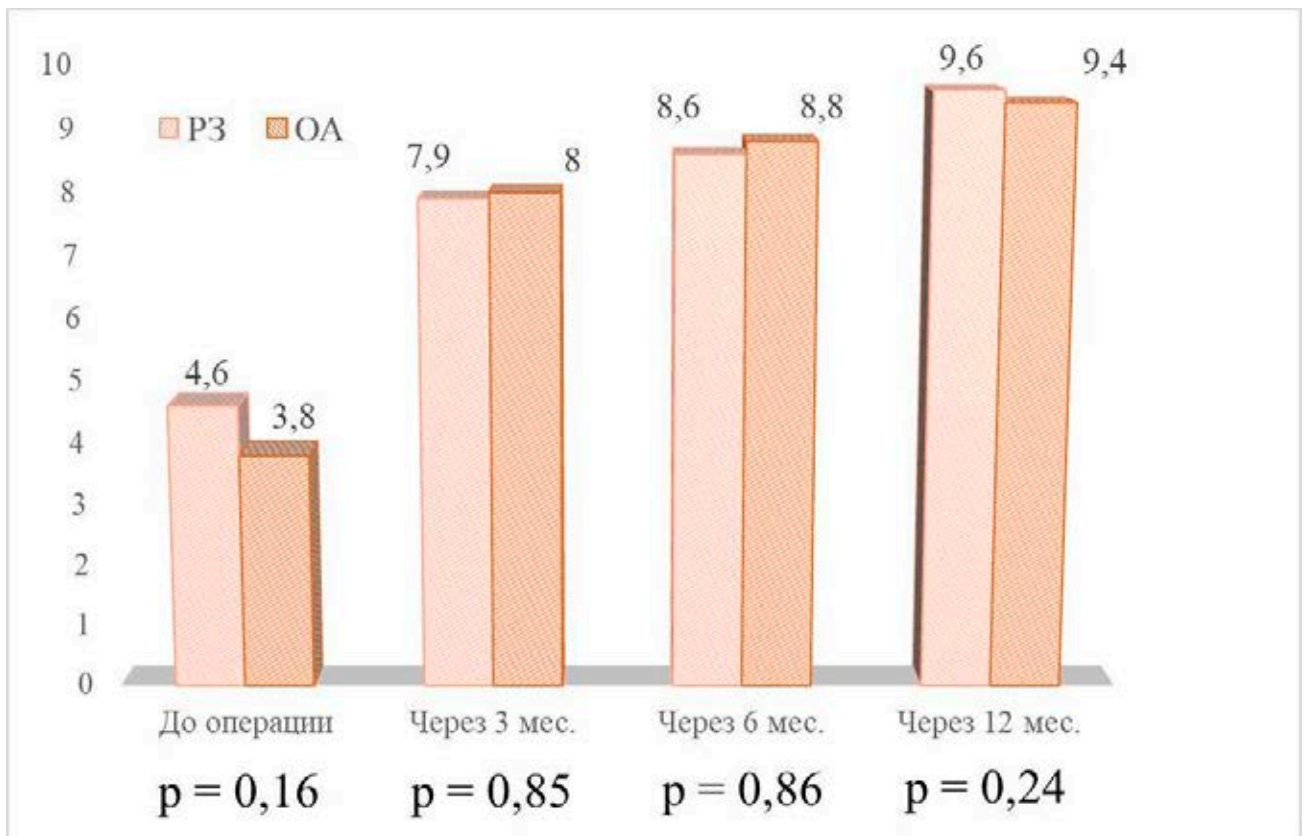
В подгруппе пациентов, не страдающих РЗ, через 3 месяцев после операции (N = 21) медиана уровня боли по ВАШ снизилась с 75 мм до 25 мм (min 10 мм, max 65 мм;  $p < 0,0001$ ), медиана AOFAS увеличилась с 48 до 73 (min 55, max 85;  $p < 0,0001$ ), VAS FA – с 3,8 до 8,0 (min 5,1, max 9,2;  $p < 0,0001$ ); при этом медиана объема движений увеличилась с  $20^\circ$  до  $52^\circ$  (min  $25^\circ$ , max  $85^\circ$ ;  $p < 0,0001$ ). Через 6 месяцев (N = 18) также наблюдалась положительная динамика – медиана боли составила 10 мм (min 0, max 40 мм;  $p = 0,0006$ ), AOFAS – 81 (min 65, max 92;  $p = 0,001$ ), VAS FA – 8,8 (min 6,6, max 9,6;  $p = 0,0007$ ), объем движений в I ПФС –  $65^\circ$  (min  $30^\circ$ , max  $90^\circ$ ;  $p = 0,0005$ ). К 12-му месяцу наблюдения (N = 15) медиана уровня боли по ВАШ осталась прежней – 10 мм (min 0, max 30 мм;  $p = 0,005$ ), при этом медиана AOFAS увеличилась до 85 (min 80, max 95;  $p = 0,008$ ), VAS FA – до 9,4 (min 7,9, max 10;  $p = 0,007$ ), объем движений в I ПФС – до  $72^\circ$  (min  $50^\circ$ , max  $90^\circ$ ;  $p = 0,0005$ ) (Графики 22, 23).



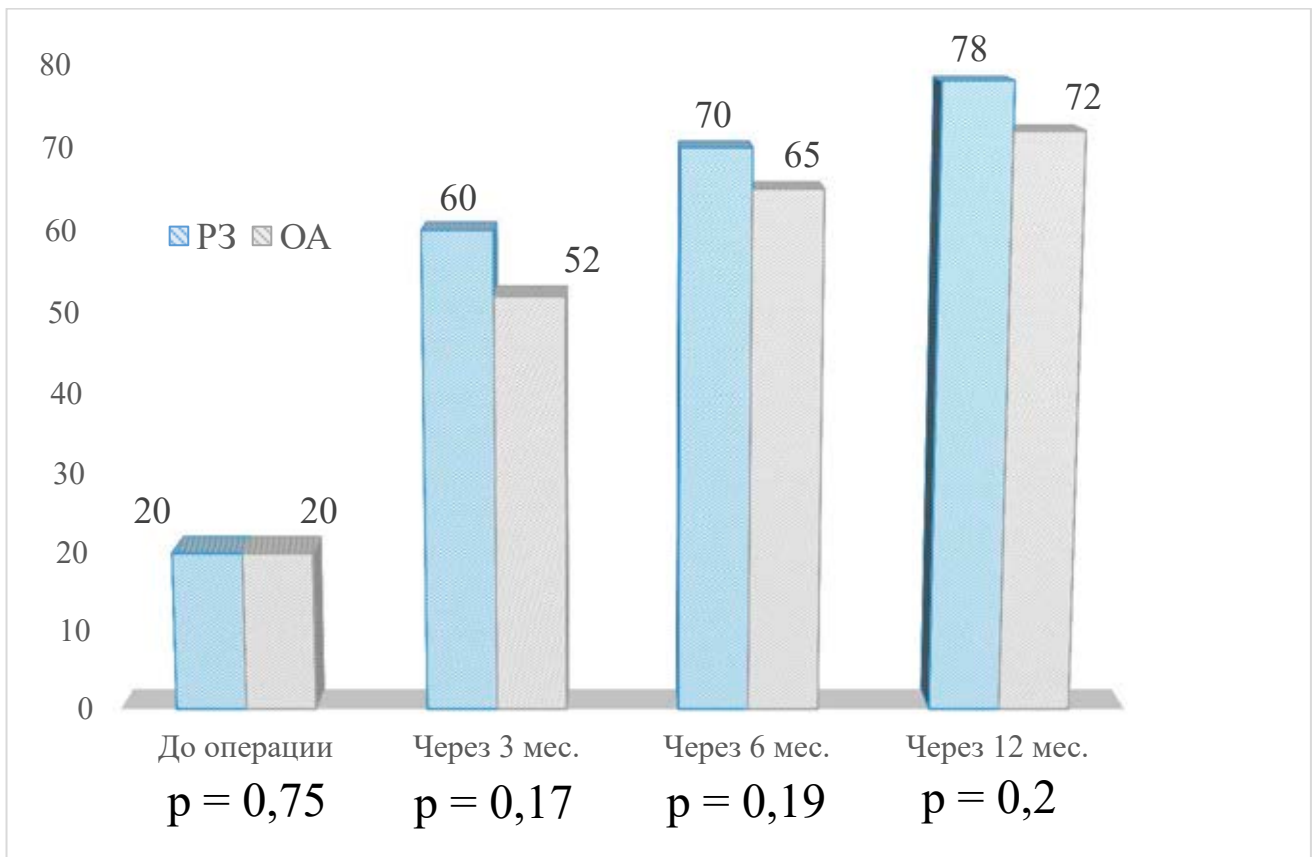
**График 22** – Динамика уровня боли по ВАШ



**График 23** – Динамика по AOFAS



**График 24 – Динамика по VAS FA**



**График 25 – Динамика объема движений в I ПФС**

Так же, как и в предыдущих подгруппах, изменения в динамике показателей как у пациентов с РЗ, так и у пациентов, не страдающих РЗ, были статистически достоверными ( $p < 0,05$ ).

Как видно из графиков, разработанная методика хондропластики I ПФС показывает высокую эффективность у пациентов как молодого, так и пожилого возраста, а также у пациентов, страдающих системными РЗ при условии низкой активности или ремиссии заболевания и адекватной базисной терапии. При этом, несмотря на то, что визуально результаты у пациентов молодого возраста и у пациентов с РЗ лучше, статистически разница не значима ( $p > 0,05$ ).

#### **4.6. Осложнения в основной группе**

Общих осложнений (инсульт, инфаркт миокарда, тромбоз глубоких вен, тромбоз легочной артерии) в нашем исследовании не было. В одном случае было диагностировано местное осложнение: у пациентки, страдающей анкилозирующим спондилитом, у которой была 4-я стадия ОА I ПФС, к 6-му месяцу после хондропластики I ПФС мы наблюдали ухудшение состояния. Пациентка жаловалась на постоянные боли в оперированном I ПФС, припухлость в суставе.

При осмотре наблюдалась выраженная воспалительная реакция – гиперемия, отечность в области I ПФС. Состояние больной было расценено как асептическое воспаление вследствие обострения основного заболевания, так как пациентка не принимала регулярно базисную терапию. На рентгенограмме суставная щель I ПФС практически не определялась, движения в суставе были резко ограничены. Данной пациентке была выполнена повторная операция в виде артрореза I ПФС (Рисунки 56–59).

Анализ результатов выполненных операций в основной и контрольных группах показал, что разработанная нами методика суставсберегающей операции в объеме хондропластики I ПФС с использованием коллагеновой матрицы эффективна при лечении пациентов как на ранних, так и на поздних стадиях ОА I ПФС. Более того, результаты основной группы превосходят результаты контрольных



групп, при этом наибольшая разница наблюдается между основной группой и группой хейлэктомии при 3-4-й стадиях hallux rigidus.



**Рисунок 56** – Рентгенограмма до операции и на следующие сутки после операции



**Рисунок 57** – МРТ через 3 мес. после операции



**Рисунок 58** – Рентгенограмма через 6 мес. после операции



**Рисунок 59** – Повторная операция – артродез I ПФС,  
Weil-остеотомия 2-й плюсневой кости

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Работа построена на исследовании результатов хондропластики I ПФС, выполненной пациентам с ОА I ПФС, а также результатов хейлэктомии и артродеза I ПФС, выполненным пациентам контрольных групп.

Основную группу составили 41 пациент, которые в 2015–2020 гг. были прооперированы с использованием разработанной в лаборатории ревмоортопедии и реабилитации ФГБНУ НИИР имени В. А. Насоновой хирургической техники хондропластики I ПФС с использованием коллагеновой матрицы (44 операции).

Для оценки эффективности предложенной методики были сформированы две контрольные группы, включавшие пациентов с ОА I ПФС, которым выполнялась хейлэктомия без хондропластики (13 пациентов с НР на 1-2-й стадиях и 9 пациентов с НР на 3-4-й стадиях), а также пациенты, которым выполнялся артродез I ПФС (27 пациентам на поздних стадиях НР).

Пациенты основной группы были также разделены на две группы сравнения в зависимости от возраста (25 пациента молодого и среднего возраста и 19 пациентов пожилого возраста, согласно классификации ВОЗ) и наличия или отсутствия системного РЗ (18 и 26 пациентов, соответственно).

В исследование были включены пациенты с ОА I ПФС 1–4-й стадии, которые на фоне консервативного лечения не достигли снижения боли и улучшения функции I ПФС. **Критериями включения были:** боль по ВАШ  $>40$  мм, амплитуда движений в I ПФС  $< 75$  градусов, нарушение переката стопы, затруднение подбора и ношения обычной обуви, рентгенологическая картина ОА I ПФС 1–4-й стадий. **Критерии исключения:** пациенты моложе 18 и старше 74 лет, индекс массы тела  $> 40$ , наличие системных заболеваний средней и высокой активности, наличие инфекционных заболеваний, грибковых поражений.

На этапе поступления в стационар пациенты заполняли индивидуальные карты и специальные опросники: ВАШ, по которой оценивали интенсивность боли в I ПФС; шкалу Американского ортопедического общества стопы и голеностопного сустава (American Orthopedic Foot & Ankle Society – AOFAS) и визуальную аналоговую шкалу оценки функционального состояния стопы и голеностоп-

ного сустава (Visual Analogue Scale Foot and Ankle – VAS FA), по которым оценивали функциональное состояние стоп. Также определяли объем пассивных движений в I ПФС.

Хондропластику I ПФС выполняли под спинальной анестезией на ортопедическом столе в положении лежа на спине под пневматическим жгутом, наложенным на границе верхней и средней трети бедра, либо под ленточным жгутом, наложенным на среднюю треть голени.

Послеоперационное ведение больных включало: немедикаментозную (компрессионный трикотаж на нижние конечности, криотерапия, ношение обуви Барука) и медикаментозную (антибактериальная, анальгетическая, симптоматическая) терапию, выполнение перевязок операционной раны, рентген-контроль, первичную реабилитацию в пределах стационара.

После выписки из стационара больные продолжали ходить в обуви Барука. Пациенты приступали к разработке пассивных движений в I ПФС через неделю после операции. Через 3 недели после операции мы рекомендовали пациентам начать разработку активных движений. После перехода к ношению обычной обуви (через 6 недель после операции) пациентам рекомендовали использование индивидуальных стелек. По прошествии 3 месяцев со дня операции выполняли контрольные рентгенограммы оперированной стопы, заполняли опросники.

Дальнейшее амбулаторное наблюдение и сопутствующее им выполнение рентгенограмм и МРТ оперированных стоп, заполнение опросников осуществляли по прошествии 6 и 12 месяцев после хондропластики I ПФС. Соответственно, через 3 месяца результат операции был оценен в 38 случаях, через 6 месяцев – в 35, через 12 месяцев – в 32.

Результат лечения оценивали в соответствии с изменением интенсивности боли по ВАШ, объема движений в I ПФС, а также функциональных шкал AOFAS и VAS FA.

Статистическую обработку полученных данных проводили на персональном компьютере с использованием приложения Microsoft Excel и программы ста-

статистического анализа данных BioStat®. Результаты считали достоверными при  $p < 0,05$ .

Наличие и размер дефекта хрящевого покрытия головки I ПК определяли интраоперационно. Хондропластику I ПФС осуществляли с использованием коллагеновых матриц Chondro-Gide® и Aescular Novocart Basic®. Техника операции заключалась в следующем: выполняли прямой медиальный кожный разрез в проекции I ПФС длиной 4 см с последующей мобилизацией кожи с подкожно-жировой клетчаткой, обнажением капсулы сустава и артротомией. Осуществляли удаление остеофитов с головки I ПК и основания проксимальной фаланги первого пальца – хейлэктомия; обрабатывали зону дефекта хряща на головке плюсневой кости до субхондральной кости, выполняли микрофрактурирование данного участка с помощью тонкой спицы или шила, и дефект укрывали предварительно подготовленной двуслойной коллагеновой матрицей, которую фиксировали по краям к надкостнице с помощью тонких рассасывающихся нитей пористым слоем к поверхности кости.

Послеоперационное ведение больных включало в себя анальгетическую и антибактериальную терапию. Пациентам разрешали ходьбу на следующие сутки после операции, при этом обязательным условием послеоперационной реабилитации было ношение обуви Барука для разгрузки переднего отдела стопы в течение 6 недель. Через неделю после операции мы рекомендовали нашим пациентам приступить к постепенной разработке пассивных движений в I ПФС. Через 3 недели после операции рекомендовали начать разработку активных движений. После перехода к ношению обычной обуви пациентам было рекомендовано использование индивидуальных стелек.

Результаты проведенного хирургического лечения оценивали по вышеуказанным опросникам через 3, 6 и 12 месяцев после операции.

За 12 месяцев исследования мы наблюдали положительную динамику состояния пациентов на 1-2-й стадиях ОА I ПФС после хейлэктомии: уровень боли по ВАШ снизился с 80 мм до 15 мм, в то время как AOFAS увеличился с 52 до 77, VAS FA – с 5,2 до 8,3, а объем движений в I ПФС – с 30° до 70°.

Тем не менее, после хондропластики у пациентов на ранних стадиях НР мы наблюдали более выраженную положительную динамику, чем у пациентов после хейлэктомии. У пациентов с 1-2-й стадиями ОА I ПФС через 12 месяцев после хондропластики медиана уровня боли по ВАШ снизилась с 77,5 мм до 2,5 мм, медиана AOFAS увеличилась с 50 до 90, VAS FA – с 4,6 до 9,6; при этом медиана объема движений в I ПФС увеличилась с 25° до 78°.

Совершенно другую динамику мы наблюдали после выполненной хейлэктомии у пациентов с 3-4-й стадиями ОА I ПФС. Через 12 месяцев после операции уровень боли по ВАШ снизился с 80 мм до 45 мм, в то время как AOFAS увеличился с 45 всего лишь до 62, VAS FA – с 4,1 до 6,8, а объем движений в I ПФС – с 17° до 45°.

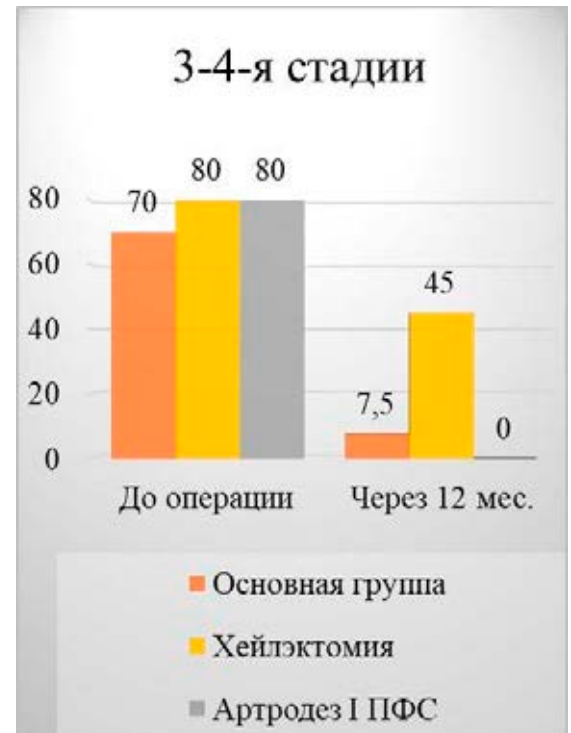
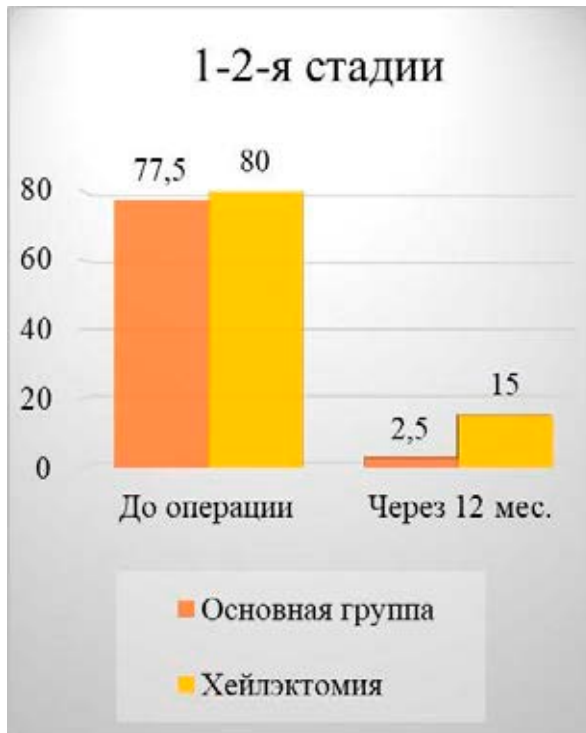
Таким образом, исходя из результатов видно, что хейлэктомия эффективна при 1-2-й стадии ОА I ПФС, так как наблюдается снижение боли по ВАШ к концу первого года наблюдения до 15 мм, увеличение амплитуды движений в I ПФС до 75°. Однако данный метод хирургического лечения неэффективен при 3-4-й стадии НР, так как сохраняется высокий уровень боли (по ВАШ 45 мм) и низкая амплитуда движений – 45°.

Напротив, у пациентов с 3-4 стадиями ОА I ПФС через 12 месяцев после хондропластики медиана уровня боли по ВАШ снизилась с 70 мм до 7,5 мм, медиана AOFAS увеличилась с 50 до 85, VAS FA – с 4,4 до 9,5; при этом медиана объема движений увеличилась с 18° до 76°.

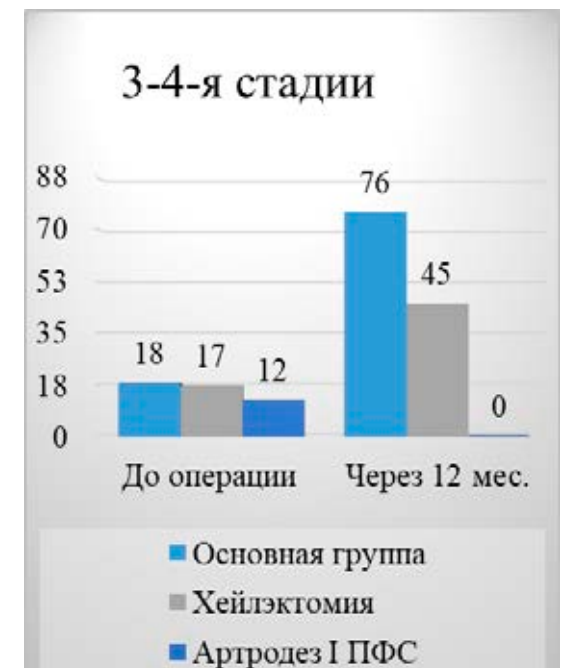
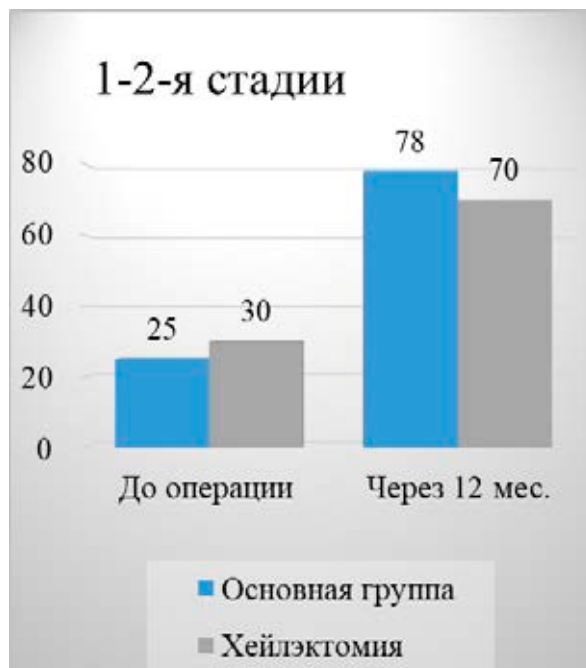
В группе пациентов после артрореза I ПФС через 12 месяцев после операции медиана уровня боли по ВАШ снизилась с 80 мм до 0 мм, в то время как медиана AOFAS увеличилась с 32 до 80, VAS FA – с 3,6 до 8,0, но при этом объем движений в I ПФС был полностью утрачен (Графики 26–29).

Артрорез не состоялся в 7,4% случаев. Также в связи с отсутствием движений в I ПФС нарушается биомеханика ходьбы, что проявлялось в развитии метатарзалгий у 14,8% пациентов.

Таким образом, хондропластику I ПФС можно считать эффективной суставсберегающей альтернативой артрорезу I ПФС на поздних стадиях ОА I ПФС.

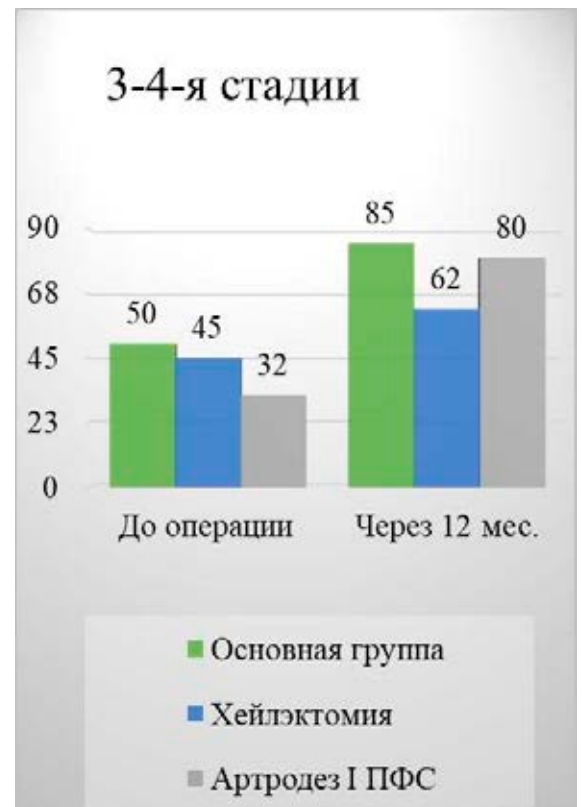
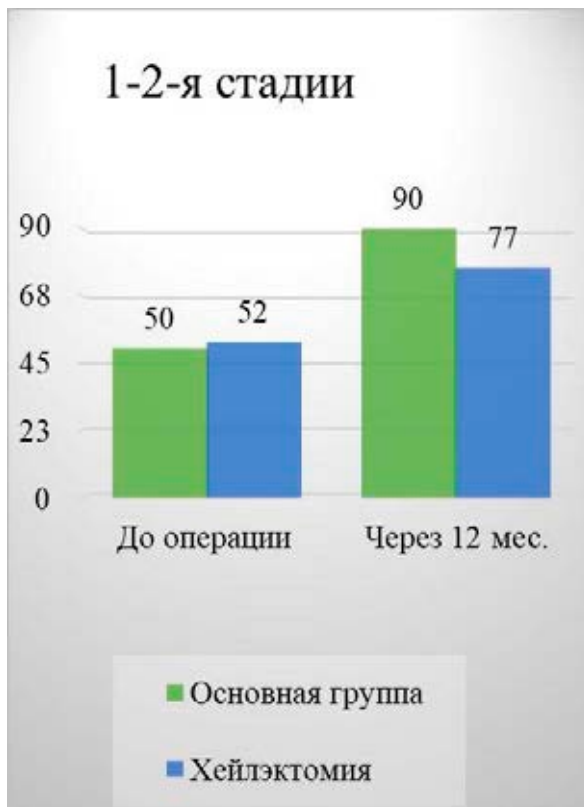


**График 26** – Динамика уровня боли по ВАШ

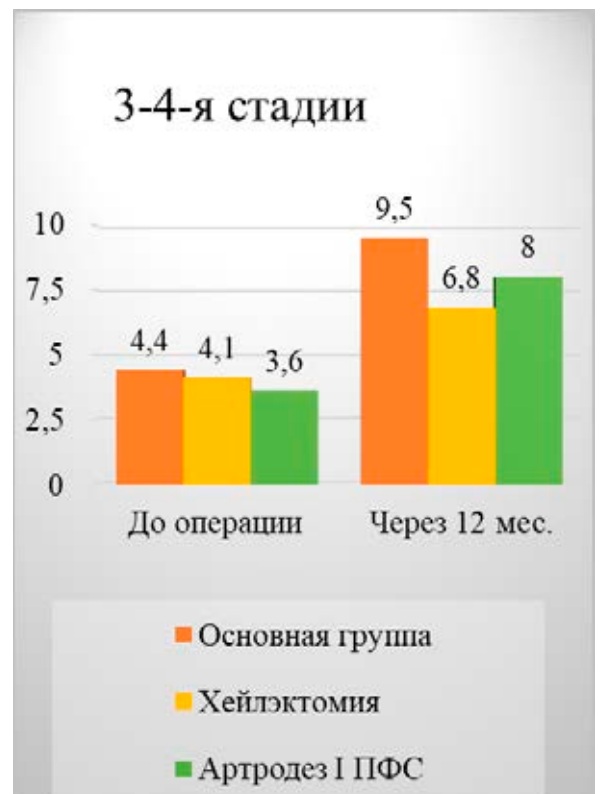
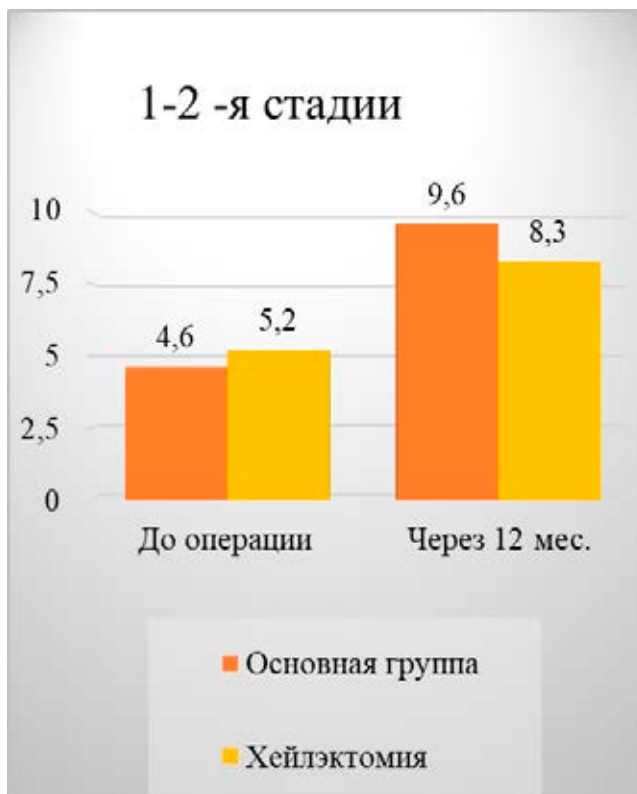


**График 27** – Динамика объема движений в I ПФС





**График 28** – Динамика по AOFAS



**График 29** – Динамика по VAS FA

Как указывалось выше, пациенты основной группы были разделены на две подгруппы в зависимости от возраста, а также на две подгруппы в зависимости от наличия или отсутствия системного РЗ.

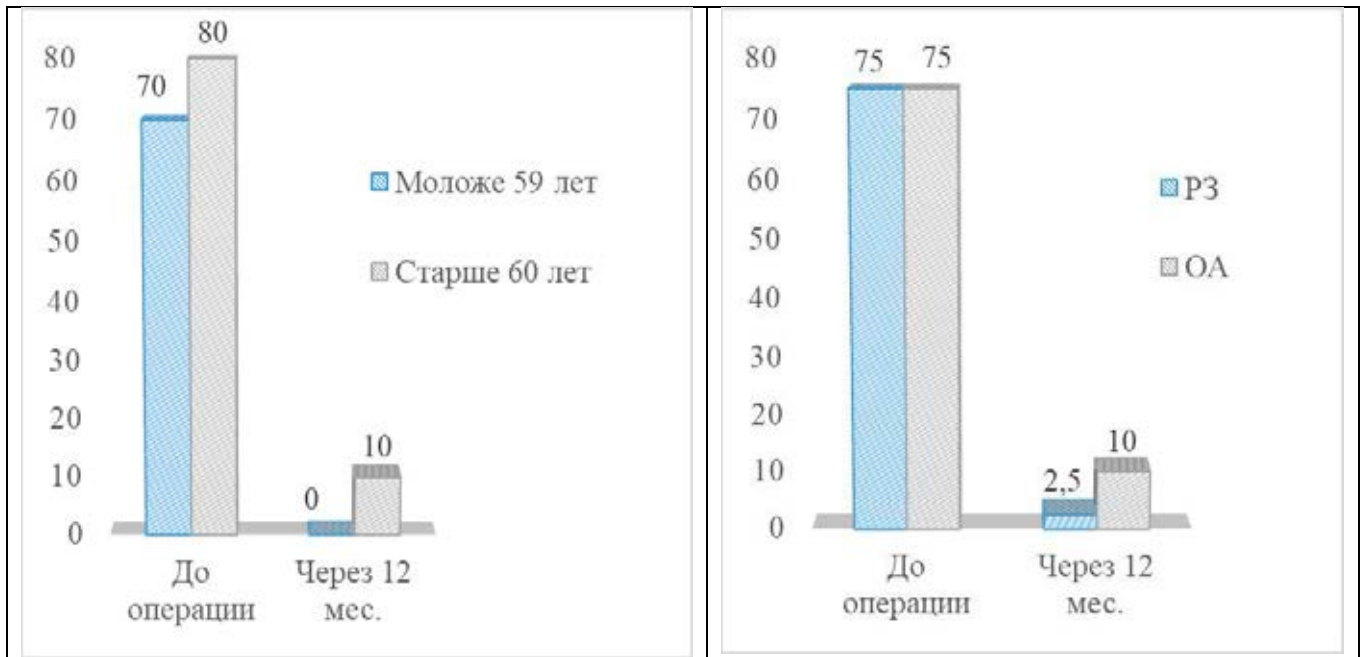
У пациентов в возрасте до 59 лет к концу первого года наблюдения медиана уровня боли по ВАШ снизилась с 70 мм до 0, медиана AOFAS увеличилась с 50 до 90; при этом медиана объема движений в I ПФС увеличилась с 20° до 78°, VAS FA – с 4,3 до 9,6.

В подгруппе пациентов старше 60 лет через 12 месяцев после операции медиана боли снизилась с 80 мм до 10 мм, AOFAS – увеличилась с 49,5 до 85; в свою очередь, медиана VAS FA увеличилась с 4,0 до 9,3, объем движений в I ПФС – с 20° до 71°.

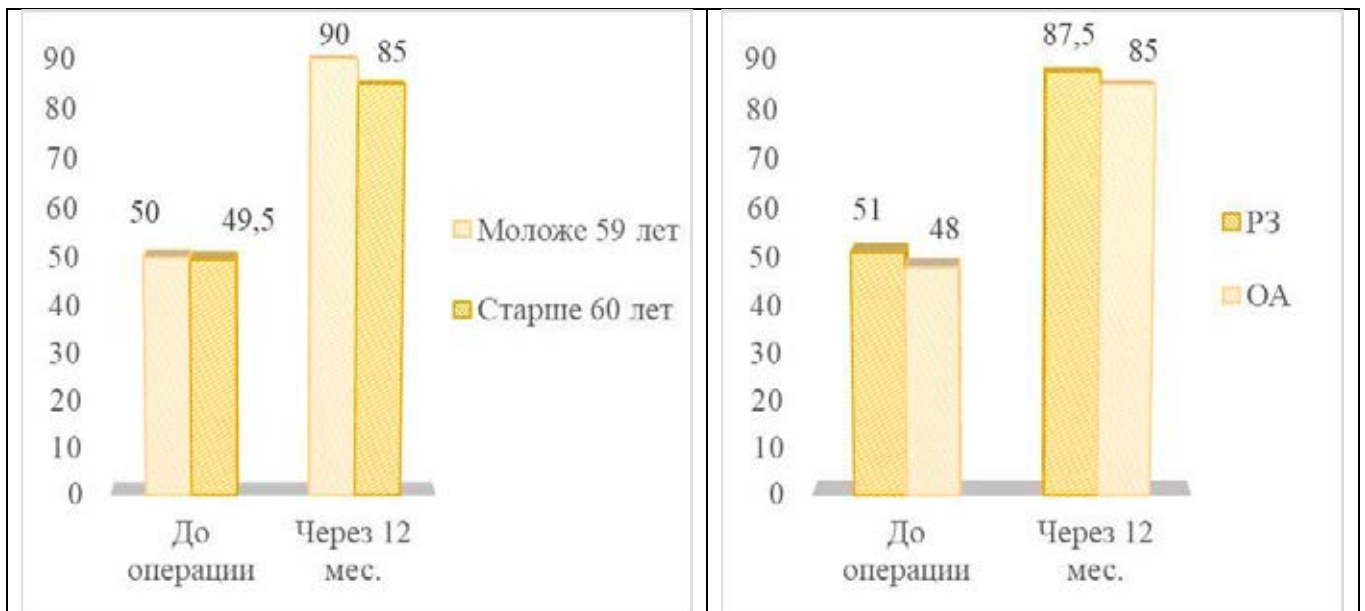
У пациентов с РЗ за 12 месяцев наблюдения медиана уровня боли по ВАШ снизилась с 75 мм до 2,5 мм, медиана AOFAS увеличилась с 51 до 87,5, VAS FA – с 4,6 до 9,6; при этом медиана объема движений в I ПФС увеличилась с 20° до 78°.

В подгруппе пациентов, не страдающих РЗ, через год после операции медиана уровня боли по ВАШ снизилась с 75 мм до 10 мм, медиана AOFAS увеличилась с 48 до 85, VAS FA – с 3,8 до 9,4; при этом медиана объема движений увеличилась с 20° до 72° (Графики 29–33).

После хондропластики I ПФС мы наблюдали одно осложнение: пациентка, страдающая анкилозирующим спондилитом, у которой была 4-я стадия OA I ПФС, к 6 месяцу после операции отметила ухудшение состояния. Пациентка жаловалась на постоянные боли в оперированном I ПФС, припухлость в суставе. Больная не принимала регулярно базисную терапию, и мы предположили, что это могло быть связано с обострением основного заболевания. На рентгенограмме суставная щель I ПФС практически не определялась, движения в суставе были резко ограничены. Данной пациентке была выполнена повторная операция в виде артрореза I ПФС.



**График 29** – Динамика уровня боли по ВАШ



**График 30** – Динамика по AOFAS

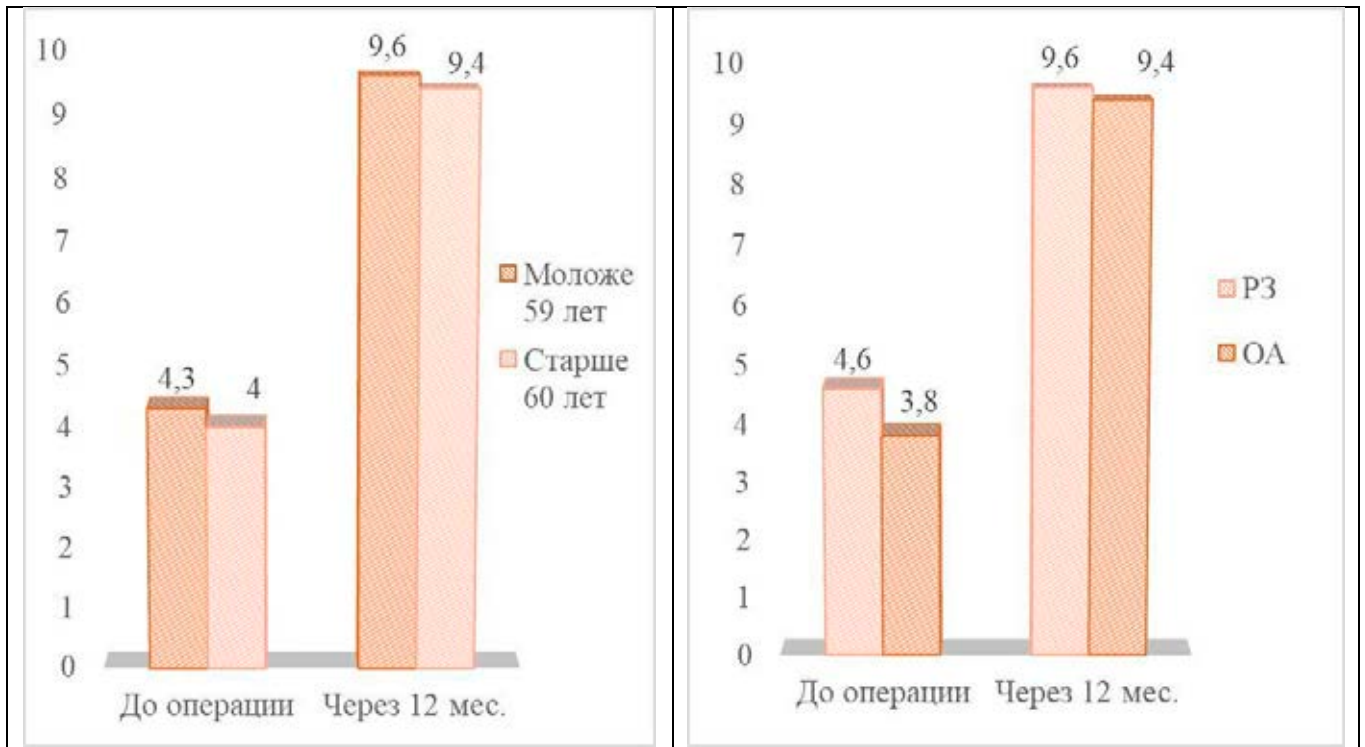


График 32 – Динамика по VAS FA

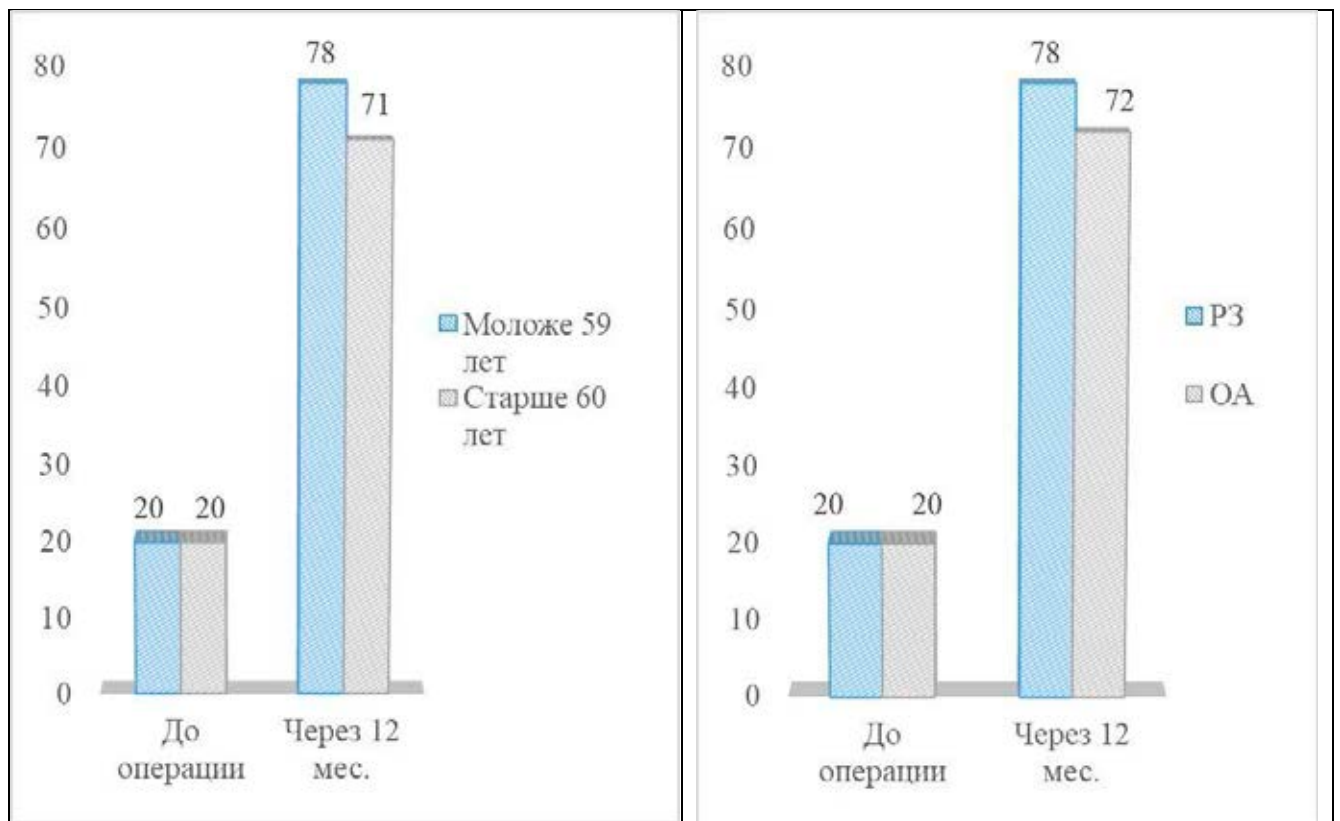


График 33 – Динамика объема движений в I ПФС

## Выводы

1. Анализ результатов лечения больных с ОА I ПФС показал, что уровень боли по ВАШ после хейлэктомии при 3-4-й стадиях НР оставался высоким (45 мм), объем движений увеличивался только до 45 градусов; при артродезе I ПФС отсутствие движений в I ПФС приводит к нарушению нормальной перекатной функции стопы и развитию метатарзалгии в 14,8% случаев.

2. Разработан новый способ суставсберегающей операции при ОА I ПФС по технике хондропластики, заключающейся в выполнении хейлэктомии, микрофрактурировании зоны дефекта и подшивании коллагеновой матрицы. Результатом данной операции является стойкое купирование боли (5 мм по ВАШ через 1 год после операции) и восстановление нормальной амплитуды движений в I ПФС (до 77°), даже у пациентов с 3-4-й стадиями заболевания.

3. Показаниями к выполнению хондропластики I ПФС являются выраженная боль (по ВАШ > 40 мм), амплитуда движений в I ПФС < 75°, нарушение переката стопы, затруднение подбора и ношения обычной обуви, рентгенологическая картина ОА I ПФС 1–4-й стадий; противопоказаниями к данной операции являются возраст моложе 18 и старше 74 лет, индекс массы тела > 40, средняя и высокая активность системных заболеваний, наличие инфекционных заболеваний.

4. Ближайшие и среднесрочные результаты лечения показали, что на ранних стадиях ОА I ПФС эффективность хейлэктомии и хондропластики I ПФС сопоставимы. На поздних стадиях заболевания очевидным является преимущество хондропластики как над хейлэктомией, так и над артродезом I ПФС. Хондропластика может быть суставсберегающей альтернативой артродезу на 3-й и 4-й стадиях ОА I ПФС.

5. Разработанная методика хондропластики I ПФС может успешно использоваться у пациентов как молодого, так и пожилого возраста, а также у пациентов, страдающих системными РЗ. При этом обязательным условием выполнения данной операции у таких пациентов является низкая активность или ремиссия заболевания на фоне продолжающегося приема базисной терапии.

### Практические рекомендации

1. С целью планирования операции в предоперационном периоде показано выполнение рентгенографии в прямой и боковой проекции и МРТ стопы (оценка стадии ОА I ПФС, размера дефекта хряща головки I ПК).

2. При выполнении операции следует осуществлять удаление остеофитов головки I ПК и основания проксимальной фаланги, релиз плантарной фасции. Микрофрактурирование зоны дефекта выполняется с помощью тонкой спицы, расстояние между перфорациями – 2–3 мм. Перед имплантацией коллагеновую матрицу следует выдержать в 0,9%-м растворе NaCl в течение 2–7 минут.

3. Для профилактики послеоперационных осложнений следует проводить терапию: антибактериальную и анальгетическую, а также криотерапию в первые трое суток после операции.

4. Активизация больного осуществляется на следующий день после операции. Обязательным условием послеоперационной реабилитации является ношение обуви Барука для разгрузки переднего отдела стопы в течение 6 недель. Показана пассивная разработка движений в I ПФС через неделю после операции, а также активная разработка движений через 3 недели после операции. После перехода к ношению обычной обуви рекомендовано изготовление и постоянное использование индивидуально подобранных стелек.

**СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ**

I ПК – первая плюсневая кость

I ПФС – первый плюснефаланговый сустав

АС – анкилозирующий спондилит

ВАШ – визуальная аналоговая шкала

МРТ – магнитно-резонансная томография

ОА – остеоартрит

ПсА – псориатический артрит

ПФПП – проксимальная фаланга первого пальца

РА – ревматоидный артрит

РЗ – ревматические заболевания

УЗДГ – ультразвуковая доплерография

АОFAS – American Orthopedic Foot & Ankle Society, Американская ассоциация ортопедов стопы и голеностопного сустава

HR – hallux rigidus

MAST – matrix-associated stem cell transplantation, ассоциированная матрицей трансплантация стволовых клеток

VAS FA – Visual Analogue Scale Foot and Ankle, Визуальная аналоговая шкала оценки функционального состояния стопы и голеностопного сустава



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. McNeil, D. S. Evidence-Based Analysis of the Efficacy for Operative Treatment of Hallux Rigidus / D. S. McNeil, J. F. Baumhauer, M. A. Glazebrook. – DOI 10.1177/1071100712460220 // *Foot Ankle Int.* – 2013. – № 34. – P. 15.
2. Mackey, R. B. The modified oblique keller capsular interpositional arthroplasty for hallux rigidus / R. B. Mackey, A. B. Thomson, O. Kwon [et al.]. – DOI 10.2106/JBJS.I.00412 // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2010. – № 92. – P. 1938–1946.
3. Бобров, Д. С. Деформирующий остеоартроз первого плюснефалангового сустава, или ригидный 1 палец стопы: клиника, диагностика и лечение (аналитический обзор литературы) / Д. С. Бобров, Л. Ю. Слиняков, А. Д. Ченский [и др.] // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2014. – № 2(10). – P. 5–13. = Bobrov, D. S. Deforming osteoarthritis of the first metatarsophalangeal joint, or rigid one finger of the foot: clinic, diagnosis and treatment (analytical review of literature) / D. S. Bobrov, L. Yu. Slinyakov, A. D. Chenskiy [et al.] // *Kafedra Travmatologii i Ortopedii.* – 2014. – № 2 (10). – P. 5–13 (In Russ.)
4. Erdil, M. Comparison of Arthrodesis, Resurfacing Hemiarthroplasty, and Total Joint Replacement in the Treatment of Advanced Hallux Rigidus / M. Erdil, N. M. Elmadag, G. Polat [et al.] – DOI 10.1053/j.jfas.2013.03.014 // *J. Foot Ankle Surg.* – 2013. – № 52. – P. 588–593.
5. Davies-Colley, M. Contraction of the metatarso-phalangeal joint of the great toe / M. Davies-Colley // *BMJ.* – 1887. – № 1. – P. 728.
6. Cotteril, J. M. Stiffness of the great toe in adolescents / J. M. Cotteril // *BMJ.* – 1888. – № 1. – P. 158.
7. Бережной, С. Ю. Артроз первого плюснефалангового сустава: чрескожное оперативное лечение, выбор хирургической методики, клинко-рентгенологическая классификация / С. Ю. Бережной. – DOI 10.21823/2311-2905-2017-23-1-8-22 // *Травматология и ортопедия России.* 2017. – № 1. – P. 8–22. = Berezhnoy, S. Yu. Arthrosis of the first metatarsophalangeal joint: percutaneous surgical treatment, choice of surgical technique, clinical and radiological classification / S. Yu. Berezhnoy // *Travmatologiya i Ortopediya Rossii.* – 2017. – № 1. – P. 8–22 (In Russ).
8. Calvo, A. The importance of the length of the first metatarsal and the proximal phalanx of hallux in the etiopathogeny of the hallux rigidus / A. Calvo, R. Viladot., J. Gine, F. Alvarez. – DOI 10.1016/j.fas.2008.08.001 // *Foot Ankle Surg.* – 2009. – № 15 (2). – P. 69–74.
9. Keiserman, L. Surgical treatment of the hallux rigidus / L. Keiserman, J. Sammarco, G. J. Sammarco. – DOI 10.1016/j.fcl.2004.09.005 // *Foot Ankle Clin. N. Am.* – 2005. – № 10. – P. 75–96.
10. Konkel, K. F. Mid-term results of Futura hemi-great toe implants / K. F. Konkel, A. G. Menger, S. A. Retzlaff. – DOI 10.3113/FAI.2008.0831 // *Foot Ankle Int.* – 2008. – № 29 (8). – P. 831–837.
11. Konkel, K. F. Mid-term results of titanium hemigreat toe implants / K. F. Konkel, A. G. Menger. – DOI 10.1177/107110070602701110 // *Foot Ankle Int.* – 2006. – № 27. – P. 922–929.
12. Кавалерский, Г. М. Эндопротезирование первого плюснефалангового сустава как один из методов лечения Hallux rigidus / Г. М. Кавалерский, А. А. Сорокин, М. Ю. Прохорова // *Московский хирургический журнал.* – 2013. – № 4. – P. 59–62. = Kavalerskiy, G. M. Endoprosthetics of the first metatarsophalangeal joint as one of the treatment methods for Hallux rigidus / G. M. Kavalerskiy, A. A. Sorokin, M. Yu. Prokhorova // *Moskovskiy Khirurgicheskiy Zhurnal.* – 2013. – № 4. – P. 59–62 (In Russ.).
13. Malerba, F. Distal oblique first metatarsal osteotomy in grade 3 hallux rigidus: a longterm followup / F. Malerba, R. Milani, E. Sartorelli, O. Haddo. – DOI 10.3113/FAI.2008.0677 // *Foot Ankle Int.* – 2008. – № 29. – P. 677–682.

14. Coughlin, M. J. Hallux rigidus: grading and long-term results of operative treatment / M. J. Coughlin, P. S. Shurnas. – DOI 10.2106/00004623-200311000-00003 // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2003. – № 85A. – P. 2072–2088.

15. Maffulli, N. Quantitative review of operative management of hallux rigidus / N. Maffulli, R. Papalia, A. Palumbo [et al.]. – DOI 10.1093/bmb/ldq041 // *Br. Med. Bull.* – 2011. – № 98. – P. 75–98.

16. Цзяньлиюань, Мо. Анкеты и шкалы для оценки состояния стопы и голеностопного сустава / Мо Цзяньлиюань, Н. В. Ригин, Д. С. Бобров, Л. Ю. Слияков // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2016. – № 4 (20). – P. 5–11. = Tszyan'liyuan', Mo. Questionnaires and scales for assessing the condition of the foot and ankle / Мо Tszyan'liyuan', N. V Rigin, D. S Bobrov, L. Yu Slinyakov // *Kafedra Travmatologii i Ortopedii.* – 2016. – № 4 (20). – P. 5–11 (In Russ.).

17. Kitaoka, H. B. Clinical rating systems for the ankle, hindfoot, midfoot, hallux and lesser toes / H. B. Kitaoka [et al.]. – DOI 10.1177/107110079401500701 // *Foot Ankle Int.* – 1994. – № 15 (7). – P. 349–353.

18. Budiman-Mak, E. The Foot Function Index: a measure of foot pain and disability / E. Budiman-Mak, K. J. Conrad, K. E. Roach // *J. Clin. Epidemiol.* – 1991. – № 44. – P. 561–570.

19. Richter, M. A new foot and ankle outcome score: Questionnaire based, subjective, Visual-Analogue-Scale, validated and computerized / M. Richter [et al.]. – DOI 10.1016/j.fas.2006.04.001 // *Foot and Ankle Surgery.* – 2006. – № 12 (4). – P. 191–199.

20. Hunt, K. J. Hallux metatarsophalangeal (MTP) joint arthroscopy for hallux rigidus / K. J. Hunt. – DOI 10.1177/1071100714559728 // *Foot & ankle international.* – 2015. – Vol. 36, № 1. – P. 113–119.

21. Caravelli, S. A comprehensive and narrative review of historical aspects and management of low-grade hallux rigidus: conservative and surgical possibilities / S. Caravelli [et al.]. – DOI 10.1007/s12306-018-0530-3 // *Musculoskeletal surgery.* – 2018. – Vol. 102, № 3. – P. 201–211.

22. Andrews, N. A. Diagnosis and conservative management of great toe pathologies: a review / N. A. Andrews [et al.]. – DOI 10.1080/00325481.2021.1895587 // *Postgraduate Medicine.* – 2020.

23. Colò, G. The efficacy of shoe modifications and foot orthoses in treating patients with hallux rigidus: a comprehensive review of literature / G. Colò [et al.]. – DOI 10.23750/abm.v91i14-S.10969 // *Acta Bio. Medica.: Atenei. Parmensis.* – 2020. – Vol. 91, suppl. 14.

24. Park, C. H. Forefoot disorders and conservative treatment / C. H. Park, M. C. Chang. – DOI 10.12701/yujm.2019.00185 // *Yeungnam University Journal of Medicine.* – 2019. – № 36 (2). – P. 92–98.

25. Kon Kam King, C. Comprehensive Review of Non-Operative Management of Hallux Rigidus / C. Kon Kam King, S. Y. Loh, J. Q. Zheng, K. V. Mehta. – DOI 10.7759/cureus.987 // *Cureus.* – 2017.

26. Пахомов, И. А. Хирургическое лечение Hallux rigidus / И. А. Пахомов, В. М. Прохоренко, М. А. Садовой // *Гений ортопедии.* – 2008. – № 3. – P. 86–90. = Pakhomov, I. A. Surgery of Hallux rigidus / I. A. Pakhomov, V. M. Prokhorenko, M. A. Sadovoy // *Geniy Ortopedii.* – 2008. – № 3. – P. 86–90 (In Russ.).

27. Pons, M. Sodium Hyaluronate in the treatment of hallux rigidus. A single-blind, randomized study / M. Pons, F. Alvarez, J. Solana [et al.] – DOI 10.3113/FAI.2007.0007 // *Foot Ankle Int.* – 2007. – № 28. – P. 38–42.

28. Мазалов, А. В. Хирургическое лечение тяжелого (2–3 степени) деформирующего артроза первого плюснефалагного сустава: задачи, подходы, техника / А. В. Мазалов, Н. В. Загородный, В. Г. Процко [и др.] // *Травматология и ортопедия России.* 2011. – № (4). – P. 69–76. = Mazalov, A. V. Surgical treatment of severe (2-3 degrees) deforming arthrosis of the first metatarsophagous joint: tasks, approaches, technique / A. V. Mazalov, N. V. Zagorodniy, V. G. Protsko [et al.] // *Travmatologiya i Ortopediya Rossii.* – 2011. – № (4). – P. 69–76 (In Russ.).

29. Polzer, H. Hallux rigidus: joint preserving alternatives to arthrodesis – a review of the literature / H. Polzer, S. Polzer, M. Brumann. – DOI 10.5312/wjo.v5.i1.6.// World J. Orthop. – 2014. – № 5 (1). – P. 6–13.
30. Johnson, M. D. Total Toe Replacement in the United States. What Is Known and What Is on the Horizon / M. D. Johnson, M. E. Brage. – DOI 10.1016/j.fcl.2016.01.004 // Foot Ankle Clin. N. Am. – 2016. – № 21. – P. 249–266.
31. Seeber, E. Treatment of hallux rigidus with the ToeFit-Plus joint replacement system / E. Seeber, J. Knessl. – DOI 10.1007/s11610-007-0013-y // Interact. Surg. – 2007. – № 2. – P. 77–85.
32. Erkocak, O. Short-Term Functional Outcomes of First Metatarsophalangeal Total Joint Replacement for Hallux Rigidus / O. Erkocak, H. Senaran, E. Altan [et al.] – DOI 10.1177/1071100713496770 // Foot Ankle Int. – 2013. – № 34. – P. 1569.
33. McGraw, I. W. Mid-term results of the Moje hallux MP joint replacement / I. W. McGraw, S. S. Jameson, C. S. Kumar. – DOI 10.3113/FAI.2010.0592 // Foot Ankle Int. – 2010. – № 31. – P. 592–599.
34. Chee, Y. H, Clement N., Ahmed I. [et al.] Functional outcomes following ceramic total joint replacement for hallux rigidus / Y. H Chee, N. Clement, I. Ahmed [et al.]. – DOI 10.1016/j.fas.2009.11.005 // Foot Ankle Surg. – 2011. – № 17 (1). – P. 8–12.
35. Dawson-Bowling, S. MOJE ceramic metatarsophalangeal arthroplasty: disappointing clinical results at two to eight years / S. Dawson-Bowling, A. Adimonye, A. Cohen [et al.] – DOI 10.3113/FAI.2012.0000 // Foot Ankle Int. – 2012. – № 33 (7). – P. 560–564.
36. Gutteck, N. Treatment of aseptic loosened MTPI prosthesis by one-stage revision with ToeFit-Plus™ prosthesis / N. Gutteck, S. Lebek, D. Wohlrab [et al.]. – DOI 10.1007/s00402-012-1630-4 // Arch. Orthop. Trauma. Surg. – 2013. – № 133 (1). – P. 11–14.
37. Ronconi, P. Hemiarthroplasty and distal oblique first metatarsal osteotomy for hallux rigidus / P. Ronconi, N. Martinelli, F. Cancilleri [et al.]. – DOI 10.3113/FAI.2011.0148 // Foot Ankle Int. – 2011. – № 32 (2). – P. 148–152.
38. Кавалерский, Г. М. Эндопротезирование первого плюснефалангового сустава при hallux rigidus / Г. М. Кавалерский, А. Д. Ченский, А. А. Сорокин, М. Ю. Прохорова // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2014. – № 1 (9). – P. 7–9. = Kavalerskiy, G. M. Endoprosthesis of the first metatarsophalangeal joint with hallux rigidus / G. M. Kavalerskiy, A. D. Chenskiy, A. A. Sorokin, M. Yu Prokhorova // Kafedra Travmatologii i Ortopedii. – 2014. – № 1 (9). – P. 7–9 (In Russ.).
39. Yee, G. Current concepts review: hallux rigidus / G. Yee, J. Lau – DOI 10.3113/FAI.2008.0637 // Foot Ankle Int. – 2008. – № 29. – P. 637–646.
40. Seibert, N. R. Surgical management of hallux rigidus: cheilectomy and osteotomy (phalanx and metatarsal) / N. R. Seibert, A. R. Kadakia. – DOI 10.1016/j.fcl.2008.11.002 // Foot Ankle Clin. – 2009. – № 14. – P. 9–22.
41. Razik, A. Cheilectomy for Hallux Rigidus / A. Razik, A. H. Sott. – DOI 10.1016/j.fcl.2016.04.006 // Foot and Ankle Clinics. – 2016. – № 21 (3). – P. 451–457.
42. Sidon, E. Long-term Follow-up of Cheilectomy for Treatment of Hallux Rigidus / E. Sidon, R. Rogero, T. Bell [et al.]. – DOI 10.1177/1071100719859236 // Foot & Ankle International. – 2019. – 107110071985923.
43. Harrison, T. Prospective Assessment of Dorsal Cheilectomy for Hallux Rigidus Using a Patient-reported Outcome Score / T. Harrison, E. Fawzy, F. Dinah, S. Palmer. – DOI 10.1053/j.jfas.2010.02.004 // The Journal of Foot and Ankle Surgery. – 2010. – № 49 (3). – P. 232–237.
44. Peace, R. A. End-Stage Hallux Rigidus / R. A. Peace, G. A. Hamilton. – DOI 10.1016/j.cpm.2012.04.002 // Clinics in Podiatric Medicine and Surgery. – 2012. – № 29 (3). – P. 341–353.

45. Perler, A. D. End-stage osteoarthritis of the great toe/ hallux rigidus: a review of the alternatives to arthrodesis: implant versus osteotomies and arthroplasty techniques / A. D. Perler, V. Nwosu, D. Christie, K. Higgins // *Clin. Podiatr. Med. Surg.* – 2013. – № 30. – P. 351–395.
46. Ho, B. Hallux rigidus / B. Ho, J. Baumhauer. – DOI 10.1302/2058-5241.2.160031 // *EFORT Open Reviews.* – 2017. – № 2 (1). – P. 13–20.
47. Sanders, A. Risk Factors for Failure of Cheilectomy for Hallux Rigidus / A. Sanders, J. Nguyen, J. Deland, S. Ellis. – DOI 10.1177/2473011417s000351 // *Foot & Ankle Orthopaedics.* – 2017. – 2 (3). – 2473011417S0003.
48. Olms, K. The Valenti resection arthroplasty in the treatment of advanced hallux rigidus / K. Olms, J. Grady, A. Schulz. – DOI 10.1007/s00064-008-1505-6. // *Oper. Orthop. Traumatol.* – 2008. – № 20 (6). – P. 492–499.
49. Colò, G. Long-Term Results of Surgical Treatment of Valenti Procedures for Hallux Rigidus: A Minimum Ten-Year Follow-Up Retrospective Study / G. Colò, M. Alessio-Mazzola, G. Dagnino, L. Felli. – DOI 10.1053/j.jfas.2018.08.055 // *The Journal of Foot and Ankle Surgery.* – 2019. – № 58 (2). – P. 291–294.
50. Colò, G. Valenti resection arthroplasty for hallux rigidus: A systematic review / G. Colò, E. M. Samaila, B. Magnan, L. Felli. – DOI 10.1016/j.fas.2019.11.009 // *Foot and Ankle Surgery.* – 2019.
51. Freeman, B. L. Multiplanar phalangeal and metatarsal osteotomies for hallux rigidus / B. L. Freeman, M. A. Hardy. – DOI 10.1016/j.cpm.2011.03.002 // *Clin. Podiatr. Med. Surg.* – 2011. – № 28. – P. 329–344.
52. Slullitel, G. Youngswick osteotomy for treatment of moderate hallux rigidus: Thirteen years without arthrodesis / G. Slullitel, V. López, J. P. Calvi [et al.]. – DOI 10.1016/j.fas.2019.11.008 // *Foot and Ankle Surgery.* – 2019.
53. Бобров, Д. С. Хирургическое лечение перегрузочной метатарзалгии / Д. С. Бобров, Л. Ю. Слиняков, А. Г. Сухарева [и др.] // *Московский хирургический журнал.* – 2014. – № 3 (37). – P. 16–18. = Bobrov, D. S. Surgical treatment of reloading metatarsalgia / D. S. Bobrov, L. Yu. Slinyakov, A. G. Sukhareva [et al.] // *Moskovskiy Khirurgicheskiy Zhurnal.* – 2014. – № 3 (37). – P. 16–8 (In Russ.).
54. Feldman, K. A. The Green-Watermann procedure: geometric analysis and preoperative radiographic template technique / K. A. Feldman // *J. Foot Surg.* – 1992. – № 31. – P. 182–185.
55. Gonzalez, J. The modified Hohmann osteotomy: an alternative joint salvage procedure for hallux rigidus / J. Gonzalez, P. Garrett J. Jordan, C. Reilly. – DOI 10.1053/j.jfas.2004.09.007 // *J. Foot Ankle Surg.* – 2004. – № 43 (6). – P. 380–388.
56. Cho, B.-K. Outcomes of the Distal Metatarsal Dorsiflexion Osteotomy for Advanced Hallux Rigidus / B.-K. Cho, K.-J. Park, J.-K. Park, N. F. SooHoo. – DOI 10.1177/1071100716688177 // *Foot & Ankle International.* – 2017. – № 38 (5). – P. 541–550.
57. Roukis, T. S. Clinical outcomes after isolated periarticular osteotomies of the first metatarsal for hallux rigidus: a systematic review / T. S. Roukis. – DOI 10.1053/j.jfas.2010.08.014 // *J. Foot Ankle Surg.* – 2010. – № 49 (6). – P. 553–560.
58. Roukis, T. S. Outcomes after cheilectomy with phalangeal dorsiflexory osteotomy for hallux rigidus: a systematic review / T. S. Roukis. – DOI 10.1053/j.jfas.2010.05.006 // *J. Foot Ankle Surg.* – 2010. – № 49. – P. 479–487.
59. Roukis, T. S. Outcome following autogenous soft tissue interpositional arthroplasty for end-stage hallux rigidus: a systematic review / T. S. Roukis. – DOI 10.1053/j.jfas.2010.02.014 // *J. Foot Ankle Surg.* – 2010. – № 49. – P. 475–478.
60. Talarico, L. M. Management of hallux limitus with distraction of the first metatarsophalangeal joint / L. M. Talarico, G. R. Vito, L. Goldstein, A. D. Perler. – DOI 10.7547/0950121 // *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.* – 2005. – № 95. – P. 121–129.

61. Da Cunha, R. J. Distraction Osteogenesis and Fusion for Failed First Metatarsophalangeal Joint Replacement: Case Series / R. J. Da Cunha, S. C. Karnovsky, A. T. Fragomen, M. C. Drakos. – DOI 10.1177/1071100717737481 // *Foot & Ankle International*. – 2017. – № 39 (2). – P. 242–249.
62. Delacruz, E. L. First metatarsophalangeal joint interpositional arthroplasty using a meniscus allograft for the treatment of advanced hallux rigidus: surgical technique and short-term results / E. L. Delacruz, A. R. Johnson, B. L. Clair // *Foot Ankle Spec*. – 2011. – № 4. – P. 157–164.
63. Berlet, G. C. Interpositional arthroplasty of the first MTP joint using a regenerative tissue matrix for the treatment of advanced hallux rigidus / G. C. Berlet, C. F. Hyer, T. H. Lee [et al.]. – DOI 10.3113/FAI.2008.0010 // *Foot Ankle Int*. – 2008. – № 29. – P. 10–21.
64. Bennett, G. L. First metatarsalphalangeal joint arthrodesis: evaluation of plate and screw fixation / G. L. Bennett, J. Sabetta. – DOI 10.3113/FAI.2009.0752 // *Foot Ankle Int*. – 2009. – № 30. – P. 752–757.
65. Ellington, J. K. Review of 107 hallux MTP joint arthrodesis using dome-shaped reamers and a stainless-steel dorsal plate / J. K. Ellington, C. P. Jones, B. E. Cohen [et al.]. – DOI 10.3113/FAI.2010.0385 // *Foot Ankle Int*. – 2010. – № 31. – P. 385–390.
66. Garras, D. N. Conversion Arthrodesis for Failed First Metatarsophalangeal Joint Hemiarthroplasty / D. N. Garras, J. B. Durinka, M. Bercik [et al.]. – DOI 10.1177/1071100713488093 // *Foot & Ankle International*. – 2013. – № 34 (9). – P. 1227–1232.
67. Fazal, M. A. First metatarsophalangeal joint arthrodesis with two orthogonal two hole plates / M. A. Fazal, J. H.-M. Wong, L. Rahman. – DOI 10.1016/j.aott.2018.06.008 // *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*. – 2018.
68. Claassen, L. First metatarsophalangeal joint arthrodesis: a retrospective comparison of crossed-screws, locking and non-locking plate fixation with lag screw / L. Claassen, C. Plaass, M. F. Pastor [et al.]. – DOI 10.22038/abjs.2017.9600 // *Archives of Bone and Joint Surgery*. – 2017. – № 5 (4). – P. 221.
69. Kunovský, R. Arthrodesis of the First Metatarsophalangeal Joint by Locking Plate / R. Kunovský, T. Pink, J. Jarošík // *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae Cechoslovaca*. – 2017. – № 84 (6). – P. 453–461.
70. Lee, W. Hallux MTP Arthrodesis for Treatment of Severe Hallux Valgus Using a Dorsal Locking Plate / W. Lee, C. M. Truitt, V. Perumal, J. Park. – DOI 10.1177/2473011418s00314 // *Foot & Ankle Orthopaedics*. – 2018. – № 3 (3). – 2473011418S0031.
71. Fanous, R. N. Minimally invasive arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint for hallux rigidus / R. N. Fanous, S. Ridgers, A. H. Sott. – DOI 10.1016/j.fas.2014.03.004 // *Foot Ankle Surg*. – 2014. – № 20 (3). – P. 170–173.
72. Hodel, S. Minimally invasive arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint: a systematic literature review / S. Hodel, A. Viehöfer, S. Wirth. – DOI 10.1016/j.fas.2019.09.001. // *Foot and Ankle Surgery*. – 2019.
73. Kim, P. J. A Multicenter Retrospective Review of Outcomes for Arthrodesis, Hemi-Metallic Joint Implant, and Resectional Arthroplasty in the Surgical Treatment of End-Stage Hallux Rigidus / P. J. Kim, D. Hatch, L. A. DiDomenico [et al.]. – DOI 10.1053/j.jfas.2011.08.009 // *The Journal of Foot and Ankle Surgery*. – 2012. – № 51 (1). – P. 50–56.
74. Crowell, A. Early Weight-Bearing After Arthrodesis of the First Metatarsal-Phalangeal Joint: A Systematic Review of the Incidence of Non-Union / A. Crowell, J. C. Van, A. J. Meyr. – DOI 10.1053/j.jfas.2018.05.012 // *The Journal of Foot and Ankle Surgery*. – 2018.
75. Füssenich, W. High incidence of non-union following arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint / W. Füssenich, R. Scholten, W. Rijnberg, M. Somford. – DOI 10.4172/2329-910X.1000269 // *Clin. Res. Foot Ankle*. – 2018. – № 6 (269). – P. 2.

76. Molloy, A. Risk Factors for Non-union in First MTPJ Arthrodesis / A. Molloy, C. Butcher, L. Mason. – DOI 10.1177/2473011418s00356 // *Foot & Ankle Orthopaedics*. – 2018. – № 3 (3). – 2473011418S0035.
77. Cichero, M. J. Different fixation constructs and the risk of non-union following first metatarsophalangeal joint arthrodesis / M. J. Cichero, B. J. Yates, A. S. Joyce [et al.]. – DOI 10.1016/j.fas.2020.10.006 // *Foot and Ankle Surgery*. – 2020.
78. Migliorini, F. Revision surgeries for failed hallux valgus correction: A systematic review / F. Migliorini, J. Eschweiler, M. Tingart, N. Maffulli. – DOI 10.1016/j.surge.2020.11.010 // *The Surgeon*. – 2020.
79. Wasserburger, J. Unsuccessful Metatarsophalangeal Joint Replacement for Treating Arthritis of the Great Toe: Report of Three Cases / J. Wasserburger, P. J. Johnson, K. J. Gavin, R. A. Miller // *UNM Orthopaedic Research Journal*. – 2017. – № 6 (1). – P. 42.
80. Usuelli, F. G. Bone-block arthrodesis procedure in failures of first metatarsophalangeal joint replacement / F. G. Usuelli, J. Tamini, C. Maccario [et al.]. – DOI 10.1016/j.fas.2017.03.003 // *Foot and Ankle Surgery*. – 2017. – № 23 (3). – C. 163–167.
81. Barp, E. A. Revision of Failed First Metatarsophalangeal Joint Implant / E. A. Barp, N. E. H. Jones, R. D Prusa. – DOI 10.1016/j.cpm.2020.03.009 // *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery*. – 2020. – Vol. 37, № 3. – P. 421–431.
82. Stevens, J. Clinical Outcome Following Total Joint Replacement and Arthrodesis for Hallux Rigidus / J. Stevens, R. T. de Bot, A. L. Hermus [et al.]. – DOI 10.2106/jbjs.rvw.17.00032 // *JBJS Reviews*. – 2017. – № 5 (11). – P. e2.
83. Clough, T. M. Silastic first metatarsophalangeal joint arthroplasty for the treatment of end-stage hallux rigidus / T. M. Clough, J. Ring. – DOI 10.1302/0301-620x.102b2.bjj-2019-0518.r2 // *The Bone & Joint Journal*. – 2020. – № 102-B (2). – P. 220–226.
84. Gupta, S. Long term results of the Toefit-Plus replacement for first metatarsophalangeal joint arthritis / S. Gupta, S. Masud. – DOI 10.1016/j.foot.2017.04.006 // *The Foot*. – 2017. – Vol. 31. – P. 67–71.
85. Glazebrook, M. Midterm Outcomes of a Synthetic Cartilage Implant for the First Metatarsophalangeal Joint in Advanced Hallux Rigidus / M. Glazebrook, C. M. Blundell, D. O’Dowd [et al.]. – DOI 10.1177/1071100718815469 // *Foot & Ankle International*. – 2018. – 107110071881546.
86. Davies, M. B. Revision of Synthetic Cartilage Implant Hemiarthroplasty of the Great Toe to Metatarsophalangeal Joint Arthrodesis / M. B. Davies, V. I. Roberts, C. Chadwick, M. A. Glazebrook. – DOI 10.1097/btf.000000000000197 // *Techniques in Foot & Ankle Surgery*. – 2018. – № 1.
87. Benthien, J. P. Autologous matrix-induced chondrogenesis (AMIC) combining microfracturing and a collagen I/III matrix for articular cartilage resurfacing / J. P. Benthien, P. Behrens – DOI 10.1177/1947603509360044 // *Cartilage*. – 2010. – № 1(1). – P. 65–68.
88. Gille, J. Mid-term results of Autologous Matrix-Induced Chondrogenesis for treatment of focal cartilage defects in the knee / J. Gille, E. Schuseil, J. Wimmer [et al.]. – DOI 10.1007/s00167-010-1042-3 // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2010. – № 18. – P. 1456–1464.
89. Panni, A. S. Good clinical results with autologous matrix-induced chondrogenesis (AMIC) technique in large knee chondral defects / A. S. Panni, C. Del Regno, G. Mazzitell [et al.]. – DOI 10.1007/s00167-017-4503-0 // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. – 2018. – № 26 (4). – P. 1130–1136.
90. Kaiser, N. Stable clinical long term results after AMIC in the aligned knee / N. Kaiser, R. P. Jakob, G. Pagenstert [et al.]. – DOI 10.1007/s00402-020-03564-7 // *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. – 2020.
91. Bertho, P. Treatment of large deep osteochondritis lesions of the knee by autologous matrix-induced chondrogenesis (AMIC): Preliminary results in 13 patients / P. Bertho, A. Pauvert, T.

Pouderoux, H. Robert. – DOI 10.1016/j.otsr.2018.05.008 // *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*. – 2018. – № 104 (5). – P. 695–700.

92. Лазишвили, Т. Д. Хирургическая коррекция локальных дефектов гиалинового хряща коленного сустава. Прошлое и настоящее / Т. Д. Лазишвили, Д. И. Гордиенко, М. А. Страхов [и др.] // *Хирургическая практика*. – 2016. – № 1. – P. 46–52.

93. Лазишвили, Г. Д. Экспериментальное обоснование применения коллагеновых мембран для реконструкции полнослойных дефектов гиалинового хряща / Г. Д. Лазишвили, К. А. Егиазарян, Д. В. Никишин [и др.]. – DOI 10.38181/2223-2427-2020-1-45-52 // *Хирургическая практика*. – 2020. – № 1. – P. 45–52.

94. Егиазарян, К. А. Современные тенденции в лечении локальных хрящевых дефектов коленного сустава / К. А. Егиазарян, Г. Д. Лазишвили, А. П. Ратьев [и др.]. – DOI 10.38181/2223-2427-2020-3-65-72 // *Хирургическая практика*. – 2020. – № 3. – P. 65–72.

95. Tradati, D. AMIC – Autologous Matrix-Induced Chondrogenesis Technique in Patellar Cartilage Defects Treatment: A Retrospective Study with a Mid-Term Follow-Up / D. Tradati, P. De Luca, A. Maione [et al.]. – DOI 10.3390/jcm9041184 // *Journal of Clinical Medicine*. – 2020. – № 9 (4). – P. 1184.

96. Fontana, A. A Novel Technique for Treating Cartilage Defects in the Hip: A Fully Arthroscopic Approach to Using Autologous Matrix-Induced Chondrogenesis / A. Fontana. – DOI 10.1016/j.eats.2012.02.003 // *Arthrosc. Tech*. – 2012. – № 1 (1). – P. 63–68.

97. Jannelli, E. Arthroscopic treatment of chondral defects in the hip: AMIC, MACI, microfragmented adipose tissue transplantation (MATT) and other options / E. Jannelli, A. Fontana. – DOI 10.1051/sicotj/2017029 // *SICOT-J*. – 2017. – № 3. – P. 43.

98. Thorey, F. Sustained benefit of autologous matrix-induced chondrogenesis for hip cartilage repair in a recreational athletic population / F. Thorey, M. A. Malahias, D. Giotis. – DOI 10.1007/s00167-019-05801-y // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. – 2020. – Vol. 28. – № 7. – P. 2309–2315.

99. Hotham, W. E. A systematic review of surgical methods to restore articular cartilage in the hip / W. E. Hotham, A. Malviya. – DOI 10.1302/2046-3758.75.bjr-2017-0331 // *Bone & Joint Research*. – 2018. – № 7 (5). – P. 336–342.

100. Usuelli, F. G. All-arthroscopic AMIC® (AT-AMIC®) technique with autologous bone graft for talar osteochondral defects: clinical and radiological results / F. G. Usuelli, R. D'Ambrosi, C. Macario [et al.]. – DOI 10.1007/s00167-016-4318-4 // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. – 2016. – № 26 (3). – P. 875–881.

101. Wiewiorski, M. Delayed gadolinium-enhanced MRI of cartilage of the ankle joint: Results after autologous matrix-induced chondrogenesis (AMIC)-aided reconstruction of osteochondral lesions of the talus / M. Wiewiorski, M. Miska, M. Kretschmar [et al.]. – DOI 10.1016/j.crad.2013.04.016 // *Clin. Radiol*. – 2013. – № 68 (10). – P. 1031–1038.

102. Wiewiorski, M. Autologous Matrix-induced Chondrogenesis in Osteochondral Lesions of the Talus / M. Wiewiorski, A. Barg, V. Valderrabano. – DOI 10.1016/j.fcl.2012.12.009 // *Foot Ankle Clin*. – 2013. – № 18 (1). – P. 151–158.

103. Baumfeld, T. All-arthroscopic AMIC® (AT-AMIC) for the Treatment of Talar Osteochondral Defects: a short follow-up Case Series / T. Baumfeld, D. Baumfeld, M. Prado, C. Nery. – DOI 10.1016/j.foot.2018.07.006 // *The Foot*. – 2018.

104. Götze, C. AMIC for Focal Osteochondral Defect of the Talar Shoulder / C. Götze, C. Nieder, H. Felder, F. Migliorini. – DOI 10.3390/life10120328 // *Life*. – 2020. – № 10 (12). – P. 328.

105. Walther, M. Is there clinical evidence to support autologous matrix-induced chondrogenesis (AMIC) for chondral defects in the talus? A systematic review and meta-analysis / M. Walther, V. Valderrabano, M. Wiewiorski [et al.]. – DOI 10.1016/j.fas.2020.07.011 // *Foot and Ankle Surgery*. – 2020.



106. Ayyaswamy, B. Early To Medium Term Outcomes Of Osteochondral Lesions Of The Talus Treated By Autologous Matrix Induced Chondrogenesis (AMIC) / B. Ayyaswamy, M. Salim, M. Elsayed [et al.]. – DOI 10.1016/j.fas.2020.04.008 // Foot and Ankle Surgery. – 2020.

107. Weigelt, L. Midterm Clinical and Radiological Outcome After Autologous Matrix-induced Chondrogenesis (AMIC) for Osteochondral Lesions of the Talus / L. Weigelt, C. Pfirrmann, S. Wirth. – DOI 10.1177/2473011418s00513 // Foot & Ankle Orthopaedics. – 2018. – № 3 (3). – 2473011418S0051.

108. Richter, M. Matrix-associated stem cell transplantation (MAST) in chondral defects of the 1st metatarsophalangeal joint is safe and effective – 2-year-follow-up in 20 patients / M. Richter, S. Zech, S. Andreas Meissner. – DOI 10.1016/j.fas.2016.05.318 // Foot and Ankle Surgery. – 2017. – № 23 (3). – P. 195–200.

109. Richter, M. Mid-term (4–7 years) results of matrix-associated stem cell transplantation (MAST) in chondral defects of the first metatarsophalangeal joint / M. Richter, S. Zech, S. A. Meissner, I. Naef. – DOI 10.1016/j.fuspru.2019.01.004 // Fuß & Sprunggelenk. – 2019. – № 17 (1). – P. 11–20.

110. Richter, M. Matrix-associated stem cell transplantation (MAST) versus autologous matrix induced chondrogenesis plus peripheral blood concentrate (AMIC+ PBC) in chondral defects of the first metatarsophalangeal joint – A clinical cohort analysis / M Richter. [et al.]. – DOI 10.1016/j.fas.2019.08.009 // Fuß & Sprunggelenk. – 2020. – Vol. 18, № 3. – P. 217–226.

111. Нурмухаметов, М. Р. Использование хондропластики I плюснефалангового сустава по технике аутологичного индуцированного матрицей хондрогенеза для лечения пациентов с hallux rigidus: ближайшие результаты / М. Р. Нурмухаметов, М. А. Макаров, Е. И. Бялик [и др.] – DOI 10.14412/1995-4484-2020-97-101 // Научно-практическая ревматология. – 2020. – № 58 (1). – P. 97–101.

112. Pratt, J. W. Remarks on Zeros and Ties in the Wilcoxon Signed Rank Procedures / J. W. Pratt. – DOI 10.1080/01621459.1959.10501526 // Journal of the American Statistical Association. – 1959. – № 54 (287). – P. 655–667.

113. Сидоренко, Е. В. Методы математической обработки в психологии / Е. В. Сидоренко. – СПб. : Речь, 2010. – eLIBRARY ID: 20104190. – ISBN: 5-9268-0010-2.

Приложение А  
(обязательное).

Патент Российской Федерации № 2737710 на изобретение: «Способ лечения артроза первого плюснефалангового сустава» от 02.12.2020

